

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE BATNA 1

**INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES**



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Filière

Production animale

Option

Aviculture

Présenté par :

KASMI Yacine

THEME

**Influence du mode d'élevage des poules
pondeuses sur la qualité des œufs**

JURY

Grade et université

Président : ALLOUI Nadir

Professeur - Université Batna 1

Examineur : HELEILI Nouzha

M.C.A - Université Batna 1

Examineur : OUACHEM Derradji

M.C.A - Université Batna 1

Rapporteur : BENNOUNE Omar

M.C.A - Université Batna 1

Année universitaire : 2016/2017

Sommaire

Tables des illustrations

Liste des abréviations

Introduction 01

Chapitre I

Etude bibliographique

1. Production et consommation des œufs	03
1.1. Production mondiale	03
1.2. Le commerce mondial des œufs et des ovoproduits	04
1.2.1. Les échanges d'œufs coquille	04
1.2.2. Les échanges des ovoproduits	04
1.3. La production européenne	04
1.4. Les échanges extra-Union européenne	05
1.5. La consommation européenne	05
1.6. La production africaine	05
1.7. La consommation africaine	07
1.8. Les politiques avicoles mises en œuvre en Algérie	07
1.8.1. De l'indépendance jusqu'à la libéralisation de l'économie	07
1.8.2. Après la libéralisation de l'économie	07
1.9. La filière œufs de consommation en Algérie	08
1.9.1. Organisation générale de la filière œufs en Algérie	08
1.9.2. La production algérienne d'œufs de consommation	09
1.9.3. La consommation d'œufs en Algérie	10
2. Modes d'élevage des poules pondeuses	12
2.1. Les différents modes d'élevage	12
2.1.1. Élevages standards	12
2.1.1.1. Élevage en cages conventionnelles	12
2.1.1.2. Élevage en cages aménagées	13
2.1.2. Élevages alternatifs	15
2.1.2.1. Élevage au sol	15
2.1.2.2. Élevage « plein air »	16
2.1.2.3. Élevage biologique	17
2.2. Évolution des systèmes de production et coût de production	18
2.3. Modes d'élevage des poules pondeuses en Algérie	19

2.4. Modes d'élevage et qualité des œufs	20
3. Formation et structure de l'œuf	22
3.1. Développement et anatomie de l'appareil génital femelle	22
3.1.1. Développement de l'appareil génital femelle	22
3.1.1.1. La mise en place de l'ovaire et de l'oviducte durant la vie embryonnaire	22
3.1.1.2. Développement de l'appareil génital femelle après l'éclosion	22
3.1.2. Anatomie de l'appareil reproducteur de la poule	22
3.2. Formation de l'œuf	25
3.2.1. Au niveau de l'ovaire la formation du jaune d'œuf	25
3.2.2. Au niveau de l'oviducte	26
3.3. Structure et composition de l'œuf	28
3.3.1. La cuticule	29
3.3.2. La coquille	29
3.3.3. Les membranes coquillères	30
3.3.4. L'albumen	31
3.3.5. La membrane vitelline	31
3.3.6. Le vitellus	31
4. Qualité interne et externe des œufs	32
4.1. Classification des œufs	32
4.1.1. Classification par catégorie	32
4.1.2. Classification selon le poids	32
4.1.3. Classification selon le mode d'élevage	33
4.2. Qualité externe et interne	34
4.2.1. Qualité externe	34
4.2.1.1. Taille et forme	34
4.2.1.2. Qualité de la coquille	35
4.2.2. Qualité interne	39
4.3. Evaluation de la qualité interne et externe	40
4.3.1. Evaluation de la qualité externe	40
4.3.1.1. Poids de l'œuf	40
4.3.1.2. Qualité de la coquille	41
4.3.2. Evaluation de la qualité interne	41
4.3.2.1. Qualité de l'albumen	41
4.3.2.2. Qualité du vitellus	41
4.3.2.3. Présence et détection des inclusions	42

4.4. Facteurs de variation de la qualité externe et interne de l'œuf	42
4.4.1. Effet de l'alimentation sur la qualité interne et externe de l'œuf	42
4.4.1.1. Poids de l'œuf	42
4.4.1.2. Proportions d'albumen et du jaune	43
4.4.1.3. Couleur du jaune	43
4.4.1.4. Qualité de la coquille	44
4.4.2. Effet de l'âge de la poule	44
4.4.2.1. Poids d'œuf et part des compartiments	44
4.4.2.2. Couleur du jaune	45
4.4.2.3. Solidité de la coquille	45
4.4.2.4. Qualité physique et caractéristiques fonctionnelles	45
4.4.3. Effet de la mue	46
4.4.3.1. Qualité interne de l'œuf	46
4.4.3.2. Solidité et forme de la coquille	46
4.4.4. Impact de la température	47
4.4.4.1. Poids de l'œuf	47
4.4.4.2. Part des compartiments d'œuf	47
4.4.4.3. Qualité de la coquille	47
4.4.5. Influence des programmes lumineux	47
4.4.6. Effet de l'hérédité	48
4.4.6.1. Solidité de la coquille	49
4.4.6.2. Composantes quantitatives de l'œuf	49
4.4.6.3. Qualité technologique	49

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Zone et période d'étude	50
2. Etude descriptive des modes d'élevage dans la région de Batna	50
3. Etude de la qualité des œufs	52
4. Matériels	52
5. Méthodes d'analyse	55
5.1. Poids de l'œuf	55
5.2. Index de forme	55
5.3. Poids de la coquille	56
5.4. Epaisseur de la coquille	57

5.5. Index de coquille	57
5.6. Unités Haugh	58
5.7. Couleur du jaune	59
5.8. Poids du vitellus	60
5.9. Poids d'albumen	61
5.10. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus	61
5.11. Rapport jaune / blanc	61
5.12. Index du vitellus	61
5.13. Index d'albumen	63
5.14. Anomalies des œufs	64
5.15. Propreté des œufs	65
5.16. Répartition des catégories de poids classification des œufs selon la taille	65
5.17. Mesure de la température au moment de la récupération des œufs	65
6. Analyse des résultats	66

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Etude descriptive des modes d'élevage dans la région de Batna	67
1.1. Etude descriptive du mode d'élevage industriel	67
1.1.1. Caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs	67
1.1.2. Description des caractéristiques des élevages	68
1.1.2.1. Type d'élevage	68
1.1.2.2. Capacité d'élevage	69
1.1.2.3. Souche de poules pondeuses	69
1.1.2.4. Durée de production	69
1.1.3. Conduite d'élevage	70
1.1.3.1. Bâtiments	70
1.1.3.2. Equipements	71
1.1.3.3. Densité	72
1.1.3.4. Alimentation	72
1.1.3.5. Facteurs d'ambiance	73
1.1.3.6. Conduite sanitaire	75
1.1.4. Commercialisation des œufs	77
1.2. Etude descriptive du mode d'élevage traditionnel	78
1.2.1. Description des caractéristiques socio-économiques de l'éleveur	78

1.2.2. Activités de l'éleveur	79
1.2.3. Système de production de l'élevage traditionnel	80
1.2.3.1. Mode de conduite	80
1.2.3.2. Habitat	80
1.2.3.3. Equipement	81
1.2.3.4. Alimentation	82
1.2.3.5. Santé	82
1.2.4. Utilisation et commercialisation des œufs	84
1.2.5. Contraintes	86
1.2.6. Perspectives d'amélioration	87
2. QUALITE DES ŒUFS	88
2.1. Qualité des œufs issus des élevages industriels	88
2.1.1. Qualité externe des œufs issus des élevages industriels	88
2.1.1.1. Poids de l'œuf	88
2.1.1.2. Index de forme	89
2.1.1.3. Poids et pourcentage de la coquille	90
2.1.1.4. Epaisseur de la coquille	91
2.1.1.5. Index de la coquille	92
2.1.2. Qualité interne des œufs issus des élevages industriels	93
2.1.2.1. Poids et pourcentage du jaune	93
2.1.2.2. Poids et pourcentage d'albumen	95
2.1.2.3. Rapport Jaune/Blanc	96
2.1.2.4. Couleur du jaune	97
2.1.2.5. Index d'albumen	98
2.1.2.6. Index du jaune	99
2.1.2.7. Unités Haugh	100
2.2. Qualité des œufs issus des élevages traditionnels	102
2.2.1. Qualité externe des œufs issus des élevages traditionnels	102
2.2.1.1. Poids de l'œuf	102
2.2.1.2. Index de forme	104
2.2.1.3. Poids et Pourcentage de la coquille	104
2.2.1.4. Epaisseur de la coquille	105
2.2.1.5. Index de la coquille	106
2.2.2. Qualité interne des œufs issus des élevages traditionnels	107
2.2.2.1. Poids et pourcentage du jaune	107

2.2.2.2. Poids et pourcentage d'albumen	108
2.2.2.3. Rapport Jaune/Blanc	109
2.2.2.4. Couleur du jaune	109
2.2.2.5. Index du jaune	110
2.2.2.6. Index d'albumen	111
2.2.2.7. Unités Haugh	111
2.3. Comparaison entre la qualité des œufs issus des deux modes d'élevage	113
2.3.1. Comparaison entre la qualité externe	113
2.3.1.1. Poids de l'œuf	113
2.3.1.2. Index de forme	114
2.3.1.3. Poids et pourcentage de la coquille	115
2.3.1.4. Epaisseur de la coquille	117
2.3.1.5. Index de la coquille	118
2.3.2. Comparaison entre la qualité interne des œufs	119
2.3.2.1. Poids et pourcentage du jaune	119
2.3.2.2. Poids et pourcentage d'albumen	121
2.3.2.3. Rapport Jaune/Blanc	122
2.3.2.4. Couleur du jaune	123
2.3.2.5. Index du jaune	124
2.3.2.6. Index d'albumen	125
2.3.2.7. Unités d'Haugh	126
2.4. Répartition des œufs selon le poids	128
2.5. Anomalies des œufs	129
2.5.1. Présence de salissures	129
2.5.2. Présence des inclusions	131
2.6. Température des œufs au moment de la collecte	133
Conclusion	136
Recommandations	138
Références bibliographiques	139
Annexes	

TABLES DES ILLUSTRATIONS

1. Listes des figures :

Etude bibliographique

Figure 1 : Elevage en cages conventionnelles.	13
Figure 2 : Poule perchée en cage aménagée.	14
Figure 3 : Poules picotant en aire de grattage et picotge.	14
Figure 4 : Elevage au sol.	15
Figure 5 : Elevage au sol.	16
Figure 6 : Parcours en élevage plein air.	17
Figure 7 : Elevage biologique des poules pondeuses.	18
Figure 8 : Répartition des systèmes d'élevage dans l'UE-27 en 2014.	19
Figure 9 : Représentation schématique de l'ovaire et de l'oviducte de poule mature.	24
Figure 10 : Structure de l'oviducte de poule et aspect de sa paroi interne.	25
Figure 11 : Cinétique des dépôts et lieu de formation de l'œuf de poule.	28
Figure 12 : Représentation schématique des différents compartiments de l'œuf.	29
Figure 13 : Vue en microscopie électronique à balayage d'une coupe transversale de la coquille d'un œuf de poule montrant les différentes couches.	30
Figure 14 : Classification des œufs par catégorie de poids.	32
Figure 15 : Exemple de codage d'un œuf de table.	33
Figure 16 : Différentes formes et tailles d'œufs.	35
Figure 17 : Œuf ridé.	36
Figure 18 : Œufs à coquille molle.	37
Figure 19 : Œuf tacheté de calcium.	37
Figure 20 : Œufs présentant des défauts ultrastructurels.	38
Figure 21 : Œuf à double jaune.	39
Figure 22 : Présence de taches de sang dans le contenu de l'œuf.	40
Figure 23 : Jaunes d'œufs de différentes intensités de couleur.	43

Matériel et méthodes

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude.	50
Figure 2 : Matériels utilisés dans l'étude de la qualité des œufs.	53
Figure 3 : Etuve utilisée pour le séchage de la coquille.	54
Figure 4 : Thermomètre infrarouge pour mesurer la température des œufs.	54
Figure 5 : Numérotation et pesée des œufs.	55

Figure 6 : Mesure de l'index de forme des œufs à l'aide du pied à coulisse.	56
Figure 7 : Pesée de la coquille à l'aide d'une balance de haute précision.	56
Figure 8 : Mesure de l'épaisseur de la coquille.	57
Figure 9 : Mesure de la hauteur d'albumen épais à l'aide d'un appareil de mesure d'unités Haugh.	58
Figure 10 : Afficheur de la valeur de l'hauteur de l'albumen épais.	59
Figure 11 : Eventail colorimétrique « échelle DSM ».	59
Figure 12 : Détermination de la couleur du jaune d'œuf à l'aide d'un éventail colorimétrique « échelle DSM ».	60
Figure 13 : Pesée du jaune d'œuf.	60
Figure 14 : Mesure de la hauteur du vitellus selon la méthode d'Angrand (1986).	62
Figure 15 : Mesure de la largeur du vitellus.	62
Figure 16 : Mesure de la longueur de l'albumen.	63
Figure 17 : Mesure de la largeur d'albumen.	64
Figure 18 : Présence des taches de sang (cercles rouges).	64
Figure 19 : Présence de salissure sur la coquille des œufs (matières fécales ou taches de sang).	65

Résultats et discussion

Figure 1 : Circuit de commercialisation des œufs issus d'élevages traditionnels dans la région de Batna.	85
Figure 2 : Poids moyens des œufs issus des élevages industriels.	89
Figure 3 : Index de forme des œufs issus des élevages industriels.	90
Figure 4 : Epaisseur de la coquille des œufs issus des élevages industriels.	91
Figure 5 : Poids moyen du jaune des œufs issus des élevages industriels.	94
Figure 6 : Pourcentage du jaune des œufs issus des élevages industriels.	94
Figure 7 : Poids d'albumen des œufs issus des élevages industriels.	95
Figure 8 : Pourcentage d'albumen des œufs issus des élevages industriels.	95
Figure 9 : Rapport J/B des œufs issus des élevages industriels.	97
Figure 10 : Couleur du jaune des œufs issus des élevages industriels.	98
Figure 11 : Index d'albumen des œufs issus des élevages industriels.	99
Figure 12 : Index du jaune des œufs issus des élevages industriels.	99
Figure 13 : Unités Haugh des œufs issus des élevages industriels.	100
Figure 14 : Poids moyens des œufs issus des élevages traditionnels.	103
Figure 15 : Poids moyen de la coquille des œufs issus des élevages traditionnels.	104

Figure 16 :	Epaisseur de la coquille des œufs issus des élevages traditionnels.	105
Figure 17 :	Index de la coquille des œufs issus des élevages traditionnels.	106
Figure 18 :	Poids du jaune des œufs issus des élevages traditionnels.	108
Figure 19 :	Poids d'albumen des œufs issus des élevages traditionnels.	109
Figure 20 :	Index du jaune des œufs issus des élevages traditionnels.	110
Figure 21 :	Index d'albumen des œufs issus des élevages traditionnels.	111
Figure 22 :	Unités Haugh des œufs issus des élevages traditionnels.	112
Figure 23 :	Poids moyen des œufs selon le mode d'élevage.	114
Figure 24 :	Index de forme des œufs selon le mode d'élevage.	115
Figure 25 :	Poids de la coquille des œufs selon le mode d'élevage.	116
Figure 26 :	Epaisseur de la coquille des œufs selon le mode d'élevage.	117
Figure 27 :	Index de la coquille des œufs selon le mode d'élevage.	118
Figure 28 :	Poids du jaune des œufs issus selon le mode d'élevage.	120
Figure 29 :	Pourcentage du jaune des œufs selon le mode d'élevage.	120
Figure 30 :	Poids d'albumen des œufs selon le mode d'élevage.	121
Figure 31 :	Pourcentage d'albumen des œufs selon le mode d'élevage.	121
Figure 32 :	Rapport J/B des œufs selon le mode d'élevage.	123
Figure 33 :	Couleur du jaune des œufs selon le mode d'élevage.	124
Figure 34 :	Index du jaune des œufs selon le mode d'élevage.	124
Figure 35 :	Index d'albumen des œufs selon le mode d'élevage.	125
Figure 36 :	Unités Haugh des œufs selon le mode d'élevage.	126
Figure 37 :	Œufs tachés du sang et des matières fécales.	129
Figure 38 :	Présence de matières fécales sur la coquille.	130
Figure 39 :	Présence de taches de sang sur la coquille.	131
Figure 40 :	Stockage des œufs issus d'élevages industriels au niveau des grossistes.	134
Figure 41 :	Stockage des œufs issus d'élevages traditionnels.	134

2. Liste des tableaux :

Etude bibliographique

Tableau 1 : Dix premiers pays producteurs d'œufs en 2014.	03
Tableau 2 : Production européenne dans l'UE-27.	04
Tableau 3 : Développement de la production des œufs en Afrique entre 1990 et 2008.	05
Tableau 4 : Dix premiers pays producteurs d'œufs en Afrique en 2012.	06
Tableau 5 : Premiers pays producteurs d'œufs en Afrique entre 2000 et 2013.	06
Tableau 6 : La filière œufs de consommation en Algérie : acteurs et potentiels de production.	09
Tableau 7 : Evolution de la consommation des œufs par habitant et par an de 1966-67 à 2005.	11
Tableau 8 : Evolution du poids de l'œuf et des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production.	45

Matériel et méthodes

Tableau 1 : Répartition des élevages par mode d'élevage et par commune.	51
Tableau 2 : Nombre d'œufs et zone d'approvisionnement en œufs.	52

Résultats et discussion

Tableau 1 : Caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs pratiquant l'élevage industriel des poules pondeuses dans la région de Batna.	67
Tableau 2 : Caractéristiques des élevages industriels des poules pondeuses dans la région de Batna.	68
Tableau 3 : Souches utilisées en élevages industriels des poules pondeuses dans la région de Batna.	69
Tableau 4 : Description des bâtiments des élevages industriels dans la région de Batna.	70
Tableau 5 : Description des équipements des bâtiments en élevages industriels dans la région de Batna.	71
Tableau 6 : Sources d'approvisionnement en aliments en élevages industriels dans la région de Batna.	72
Tableau 7 : Description des facteurs d'ambiance en élevages industriels dans la région de Batna.	73
Tableau 8 : Conduite sanitaire des élevages industriels des poules pondeuses.	75
Tableau 9 : Caractéristiques des éleveurs pratiquant l'élevage traditionnel dans la région de Batna.	78
Tableau 10 : Activités pratiquées par l'éleveur.	79
Tableau 11 : Mode de conduite de l'élevage traditionnel dans la région de Batna.	80
Tableau 12 : Caractéristiques de l'habitat en élevages traditionnels des poules	81

Tableau 13 : Equipements utilisés en élevage traditionnel des poules dans la région de Batna.	81
Tableau 14 : Caractéristiques de l'alimentation des poules en élevages traditionnels dans la région de Batna.	82
Tableau 15 : Santé des poules en élevages traditionnels dans la région de Batna.	84
Tableau 16 : Utilisation et commercialisation des œufs issus d'élevages traditionnels des poules dans la région de Batna.	86
Tableau 17 : Contraintes rencontrées en élevages traditionnels des poules dans la région de Batna.	86
Tableau 18 : Perspectives proposées par les éleveurs pour l'amélioration de l'élevage traditionnel des poules dans la région de Batna.	87
Tableau 19 : Caractéristiques de la qualité externe des œufs issus d'élevage industriel selon les différents niveaux de commercialisation.	88
Tableau 20 : Caractéristiques de la qualité interne des œufs issus des élevages industriels selon les différents niveaux de commercialisation.	93
Tableau 21 : Caractéristiques de la qualité externe des œufs selon les différents niveaux de commercialisation.	102
Tableau 22 : Caractéristiques de la qualité interne des œufs selon les différents niveaux de commercialisation.	107
Tableau 23 : Comparaison entre la qualité externe des œufs issus d'élevages traditionnels et celle des œufs issus d'élevages industriels.	113
Tableau 24 : Comparaison entre la qualité interne des œufs selon le mode d'élevage.	119
Tableau 25 : Distribution des classes de poids des œufs issus d'élevages industriels.	128
Tableau 26 : Distribution des classes de poids des œufs issus d'élevages traditionnels.	129
Tableau 27 : Taux des œufs sales dans chaque mode d'élevage.	130
Tableau 28 : Présence de taches du sang localisées sur le jaune et/ou dans l'albumen des œufs issus d'élevages industriels.	131
Tableau 29 : Présence de taches de sang localisées sur le jaune et/ou dans l'albumen des œufs issus d'élevages traditionnels.	132
Tableau 30 : La température des œufs au moment de la collecte.	133

LISTE DES ABREVIATIONS

°C	: degré Celsius.
CABC	: Centre d'agriculture biologique du Canada.
CEC	: Commercial Egg-type Chicken
cm ²	: centimètre carré.
CO ₂	: dioxyde de carbone.
FAO	: Food and Agricultural Organisation.
FMI	: Fonds Monétaire International.
g	: gramme.
h	: heure.
ha	: hectare.
IEC	: International Egg Commission.
IF	: index de forme.
ITAVI	: Institute Technique d'Aviculture.
Kg	: kilogramme.
KNC	: Korean Native Chicken.
M€	: million d'euros.
m ²	: mètre carré.
MADR	: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
mn	: minute.
Mt	: Million de tonnes.
OMS	: Organisation mondiale de la santé.
mm	: millimètre.
ONAB	: Office National des Aliments du Bétail.
pH	: potentiel hydrogène.
Rapport J/B	: rapport jaune/blanc.
RIR	: Rhode Island Red.
Teoc	: Tonne équivalent œufs coquille.
U.S.D.A	: United States Department of Agriculture.
UE	: Union Européenne.
UH	: unités Haugh.
W	: Watt.

INTRODUCTION

La législation est de plus en plus stricte pour les produits avicoles. Ainsi l'Union Européenne impose une réglementation sévère quant à l'étiquetage et les mentions obligatoires sur les œufs et leurs origines (Hidalgo et al., 2008) et il y aura une interdiction et abolition des batteries de poules pondeuses par la nouvelle réglementation Européenne (Hidalgo et Rossi, 2003) ce qui favorise les autres modes d'élevage de poules pondeuses principalement les modes d'élevages alternatifs.

En Algérie, la production nationale des œufs de consommation a atteint 4,82 milliards unités en 2010 (Alloui et Bennoune, 2013). Toutefois, une partie non négligeable de notre population apprécie et préfère les œufs issus de poules pondeuses en élevage fermier, où les poules circulent librement, et ceci malgré le prix exorbitant. La qualité de l'œuf regroupe la qualité externe de l'œuf en générale, la qualité de la coquille et la qualité interne de l'œuf (Rossi et De Reu, 2011). Peu d'études scientifiques sont recensées et qui portent sur l'étude des caractéristiques de la qualité des œufs issus de différents modes d'élevage.

La qualité des œufs est un terme général qui se réfère à des normes générales qui définissent à la fois la qualité interne et externe tels que le poids des œufs, l'index des œufs, le poids de la coquille, l'épaisseur de la coquille, l'index d'albumen, l'index du jaune et l'unité Haugh (Çağlayan et al., 2009 ; Bobbo et al., 2013). Elle est composée des caractéristiques qui affectent son acceptabilité par les consommateurs ; Il est donc important d'accorder une attention particulière aux problèmes de conservation et de commercialisation des œufs pour maintenir la qualité (Hanusová et al., 2015).

Plusieurs études se basent dans leurs évaluations de la qualité des œufs sur l'aspect extérieur qui représente la qualité externe de l'œuf et sur les critères qualitatifs internes qui représente la qualité interne (Çağlayan et al., 2009 ; Holt et al., 2011 ; Sreenivas et al., 2013 ; Rath et al., 2015).

Cette étude consiste à mettre en exergue l'effet de différentes conditions de production sur la qualité des œufs de chaque mode d'élevage. Autrement dit, il s'agit de retenir les facteurs que l'on ignore le plus souvent lorsque l'on parle des problèmes de qualité d'œufs, c'est-à-dire l'alimentation, l'habitat, l'état sanitaire des animaux, ainsi que les conditions de stockage et de conditionnement et leurs influences sur la qualité des œufs.

L'objectif de la présente étude est de mettre en relief les caractéristiques de la qualité externe et la qualité interne des œufs issus de différents modes d'élevage dans la région de

Batna dont le but est de déterminer la qualité des œufs offerts aux consommateurs ainsi que l'influence du niveau de commercialisation, donc du stockage, sur l'évolution de la qualité des œufs.

Chapitre I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Etude bibliographique

1. Production et consommation des œufs :

Depuis plusieurs années, le contexte international de la production et de la consommation des œufs est marqué par une évolution importante à l'échelle mondiale, continentale et nationale.

1.1. Production mondiale :

La production mondiale de l'œufs de poule a augmenté de 46,55 million de tonnes (Mt) en 1997 à 62,57 Mt en 2007, soit une augmentation de 34%, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ce qui correspond à une croissance moyenne annuelle de 3%. La croissance enregistrée durant la décennie 1997-2007 était tirée essentiellement par certains pays asiatiques (la Chine, l'Inde, l'Indonésie et les philippines). Ces derniers représentent 60% de la production mondiale et 56% de la croissance mondiale enregistrée durant cette période (Magdelaine et al., 2010).

Selon les estimations de la FAO, la production d'œufs de poules dans le monde a atteint 68,3 Mt en 2013. La Chine le premier producteur mondial (24,5 Mt), représente à elle seule 36% de la production mondiale en 2013, suivie de l'Union européenne à 27 (7 Mt), des Etats-Unis (5 Mt), de l'Inde (3,8 Mt) et du Japon (2,5 Mt) (ITAVI, 2015).

D'après les projections de la FAO, la production mondiale d'œufs de poules a atteint 70 Mt en 2014 et elle s'est élevée à 70,4 Mt en 2015. La FAO prévoit une production mondiale de 100 millions de tonnes à l'horizon 2035 (Wattagnet, 2012).

Tableau 1: Dix premiers pays producteurs d'œufs en 2014 (FAO, 2014).

Pays	Production (Mt)
Chine	24,94
Etats Unis	5,97
Inde	3,96
Mexique	2,56
Japon	2,5
Fédération de Russie	2,31
Brésil	2,24
Indonésie	1,42
Ukraine	1,11
Turquie	1,07

1.2. Le commerce mondial des œufs et des ovoproduits :

1.2.1. Les échanges d'œufs coquille :

Les échanges mondiaux d'œufs coquille, y compris le commerce intra-Union européenne, ont atteint 1,8 Mt en 2014 soit une baisse de 22,5% par rapport à 2013. En valeur, les échanges d'œufs coquille mondiaux ont atteint 922,26 million d'euros (M€) en 2014 soit une hausse de 3,9% par rapport à 2013 (Magdelaine, 2015).

1.2.2. Les échanges des ovoproduits :

Les échanges internationaux d'ovoproduits s'élèvent à environ 927 500 tonnes équivalant œufs coquille (Teoc) soit un total œufs et ovoproduits de 2,7 Mt équivalant œufs coquille (Magdelaine, 2015).

La valeur des échanges des ovoproduits ont atteint 300 M€ (123,28 M€ vient des exportations d'œufs dépourvus de coquille séchés (ITAVI, 2015).

1.3. La production européenne :

La production européenne a été estimée par la commission européenne à 6,51 Mt en 2013. En 2014, une évolution de la production de 0,7% a été marquée par rapport à 2013, elle atteindrait 6,56 Mt, soit 107,6 milliards d'œufs. Cependant, l'évolution moyenne annuelle de 2010 à 2014 a été marquée par une régression de 0,8%. La France maintient sa place de premier producteur d'œufs de consommation dans l'Union européenne (UE-27), suivie de l'Allemagne puis de l'Italie (ITAVI, 2015).

En 2015, la commission a prévu une évolution de la production d'œufs estimée à 108,6 milliards d'œufs soit une hausse de 0,9% par rapport à 2014 (ITAVI, 2015).

Tableau 2: Production européenne dans l'UE-27 (ITAVI, 2015).

Production Pays	Production 2014 (milliards d'œufs) *	Prévisions 2015 (milliards d'œufs) *
France	14,8	14,8
Italie	12,9	13,1
Allemagne	12,9	13
Espagne	10,6	11,3
Pays-Bas	10,8	10,8
Royaume Uni	10,4	10,6
Union Européenne à 28	107,6	108,6

*convertis sur la base de 16,4 œufs/Kg.

1.4. Les échanges extra-Union européenne :

En 2014, Les exportations extra-Union européenne d'œufs et d'ovoproduits ont connu une augmentation de 6,5% par rapport à 2013. Elles ont atteint 228 677 Teoc : les exportations d'œufs en coquille se sont élevées à 82 724 Teoc et à 145 953 Teoc pour les ovoproduits (ITAVI, 2015).

L'Union européenne est le premier exportateur mondial d'œufs et d'ovoproduits (288 M€), suivie par les Etats-Unis (241 M€ en 2014), et de la Chine (110 M€) en 2010 (Magdelaine, 2015).

En 2014, les importations européennes d'œufs et d'ovoproduits ont diminué 36,4% par rapport 2013. Elles ont atteint 13 084 Teoc: les importations œufs coquille retombent à 766 Teoc soit une baisse de 57,9% et les importations d'ovoproduits en baisse de 34% à 12 317 Teoc (ITAVI, 2015).

1.5. La consommation européenne :

La consommation européenne d'œufs varie d'un pays membre à un autre en 2013. Elle a atteint 200 œufs par personne alors qu'elle est de 300 œufs par an au Danemark, 181 en Finlande alors qu'elle est uniquement de 140,2 œufs au Portugal. En 2013, la consommation européenne d'œufs et d'ovoproduits s'est élevée à 6,15 Mt, soit 200 œufs par habitant (ITAVI, 2015).

1.6. La production africaine :

Selon les estimations de la FAO, la production africaine des œufs de consommation a atteint 2,438 Mt en 2008, soit une augmentation de 58,1% par rapport à 1990. La contribution du continent africain dans la production mondiale est estimée à 4% en 2008 (Wattagnet, 2011).

Tableau 3: Développement de la production des œufs en Afrique entre 1990 et 2008 (tonnes) (Wattagnet, 2011).

Pays Année	Afrique du Nord	Afrique de l'Est	Afrique du Centre	Afrique du Sud	Afrique de l'Ouest	Total
1990	574 000	261 000	31 000	217 000	458 000	1 541 000
2000	700 000	281000	33 000	325 000	578 000	1 917 000
2008	821 000	308 000	34 000	495 000	780 000	2 438 000
Evolution entre 1999 et 2009 (%).	+ 43,9	+ 18	+ 9,8	+ 128,1	+ 70,3	+ 58,1

La production d'œufs de poules en Afrique a atteint 3 Mt en 2012, soit une hausse de 3,9% par rapport à 2000. La part de l'Afrique dans la production mondiale est passée de 3,7% en 2000 à 4,5% en 2012. Cette production se montre avec croissance annuelle moyenne de 3,9%, dépassant le taux de croissance mondial estimé à 2,2%. Une grande partie de la production est assurée principalement par 5 pays (Nigeria, Afrique du Sud, Egypte, Algérie et Maroc) en 2012, produisant 2,06 Mt d'une production totale de 3 Mt (The Poultry Site, 2014).

Tableau 4: Dix premiers pays producteurs d'œufs en Afrique en 2012 (The Poultry Site, 2014).

Classement	Pays	Production (tonnes)
1	Nigeria	640 000
2	Afrique du Sud	535 000
3	Égypte	310 000
4	Algérie	308 600
5	Maroc	272 000
6	Tunisie	97 700
7	Kenya	96 100
8	Libye	63 600
9	Burkina Faso	59 500
10	Zambie	55 000

La production de l'Afrique était estimée par la FAO à 3,1 Mt en 2013, soit une augmentation de 3,8% par rapport à l'an 2000. Ce taux de croissance était supérieur à celui enregistré à l'échelle mondiale estimé à 2,3%. La production en Afrique pourrait atteindre 3,3 Mt en 2015 (The poultry site, 2015a).

Tableau 5: Premiers pays producteurs d'œufs en Afrique entre 2000 et 2013 (mille de tonnes) (The Poultry Site, 2015a).

Pays \ Année	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nigeria	400,0	500,0	581,0	613,0	623,0	636,0	640,0	650,0
Afrique du Sud	318,0	366,0	473,0	450,0	473,0	511,0	535,0	540,0
Maroc	235,0	232,0	192,0	200,0	244,0	265,0	272,0	278,0
Egypte	177,0	235,0	356,0	249,0	291,0	306,0	310,0	315,0
Algérie	101,0	175,0	184,0	194,0	261,0	280,0	309,0	347,0
Tunisie	82,0	84,0	89,0	88,0	92,0	93,0	98,0	99,0
Kenya	61,0	58,0	77,0	81,0	93,0	94,0	96,0	98,0

1.7. La consommation africaine :

Selon les estimations de la FAO, 25% de la population mondiale vivra en Afrique en 2050. Ces changements ont des impacts sur la consommation des œufs en Afrique. La croissance démographique en Afrique a connu une augmentation importante de 808 millions d'habitants à 1 milliard et 166 millions d'habitants en 2011, soit une augmentation de 2,5% dépassant le taux de croissance mondiale estimé à 1,2%. En Afrique, la consommation annuelle moyenne était estimée par la FAO à 2,5 kg/personne/an en 2011. Entre 2000 et 2011, la disponibilité des œufs en Afrique a augmenté de près de 0,4 kg/an (de 2,1 kg/habitant/an en 2000 à 2,5 kg/habitant/an en 2011) (The Poultry Site, 2015b).

1.8. Les politiques avicoles mises en œuvre en Algérie :**1.8.1. De l'indépendance jusqu'à la libéralisation de l'économie :**

Après l'indépendance et jusqu'à 1969, l'aviculture était essentiellement fermière sans organisation particulière et ne couvrait qu'une faible partie de la consommation (Fernadji, 1990).

Historiquement, trois périodes différentes ont caractérisé du point de vue organisationnel l'aviculture en Algérie pendant la période de 1969 jusqu'à 1989 (Fernadji, 1990) :

- 1) La période 1969-1979 qui constitue l'amorce du programme de développement des productions animales, dont l'aviculture. Cette période s'est caractérisée par la création des structures visant à organiser le secteur de la production (Office National des Aliments du Bétail (ONAB), les coopératives avicoles et secteur privé).
- 2) La période 1980-1984 qui a vu la mise en place d'un programme spécial pour l'aviculture « le plan avicole », visant une réorganisation du secteur avicole. Cette période a été marquée par la restructuration de l'ONAB, généralisation de l'aviculture à l'échelle nationale et la volonté de faire produire les produits finis par les producteurs (privés et domaines) et non plus par les structures de l'état.
- 3) La période 1985-1989 qui se situe dans le cadre du deuxième Plan quinquennal. Elle représente une continuité de la période précédente. L'objectif qui a été fixé pendant cette période est l'augmentation de la consommation par habitant et par an (10 kg/hab/an pour la viande blanche et 120 œufs/hab/an pour les œufs de consommation).

1.8.2. Après la libéralisation de l'économie :

En 1994 et dans le cadre du programme d'ajustement structurel (PAS), le Fond Monétaire International (FMI) et la banque mondiale ont imposé à l'Algérie des réformes

qui ont eu pour objectifs le désengagement de l'Etat de la gestion directe de l'économie, le freinage de la croissance en produits importés, la privatisation du secteur économique publique et la favorisation du secteur privé (Amghrouh et Badrani, 2007).

Pour la filière avicole en Algérie, les réformes s'articulaient essentiellement dans la levée du monopole de l'Etat sur le commerce extérieur des intrants et équipements avicoles, La réduction des droits de douanes pour le poulet de chair et pour les poussins d'un jours « chair », La suppression des subventions aux intrants, aux équipements et au crédit. La dévaluation du dinar Algérien qui a perdu environ la moitié de sa valeur par rapport au dollar, a rendu les importations d'équipements et de matières premières pour l'aviculture onéreuses et la suppression de la défiscalisation de l'activité avicole (Amghrouh et Badrani, 2007).

Dans une tentative d'analyser la politique suivie au cours de cette période, les efforts pour la restructuration du secteur publique et l'implication des différents acteurs (entreprises d'amont, les élevages, les coopératives avicoles et les structures d'abattage) n'étaient pas présents pour l'essentiel. Une autre réorganisation a été réalisée en 2005. Elle s'est basée sur le recentrage des métiers de base et l'organisation par filière de production (« chair », « ponte », « aliments »). L'objectif visé était la permission à l'aval de la filière avicole de jouer leur rôle en tant que véritable centre de décision en matière d'intégration (Kaci et Boukella, 2007).

Selon Alloui (2011), l'histoire de l'aviculture Algérienne est divisée en trois étapes. La première étape est de l'indépendance à 1968. Cette période est caractérisée par la transformation des porcheries en poulailers d'engraissement. De 1969 à 1989, c'est la période pendant laquelle a été réalisé plusieurs complexes modernes et la création de l'ONAB qui a été chargé du développement de l'aviculture nationale. Il a joué un rôle important dans la formation des techniciens, la vulgarisation des techniques d'élevage et l'encadrement de l'activité. La troisième période de 1990 à 2011, est caractérisée par la suppression du monopole de l'Etat, l'arrêt des investissements dans la filière du secteur public et les réalisations importantes du secteur privé.

1.9. La filière œufs de consommation en Algérie :

1.9.1. Organisation générale de la filière œufs en Algérie :

La production avicole en Algérie s'articule essentiellement sur deux filières de production qui sont la filière chair et la filière œufs de consommation. Le processus de

production du matériel biologique est encore à un stade embryonnaire. Le segment de sélection/multiplication des souches n'existe pas (Amghroun et Badrani, 2007).

La production d'œufs à couvrir ne dépassait guère 2 millions d'unités par an, d'où le recours à une importation marginale du poussin d'un jour (Kaci et Boukella, 2007). Le secteur privé représente 73% des capacités de production nationale en œufs de consommation avec une taille moyenne des élevages privés de 10 000 sujets. Le nombre de reproductrices d'un jour pour la filière ponte mis en place s'élève en moyenne annuelle à 330 000 (Alloui, 2011).

Tableau 6 : La filière œufs de consommation en Algérie : acteurs et potentiels de production (Nouad, 2011).

Opérateurs Potentiels de production	Opérateurs privés et capacité de production	Opérateurs publics et capacité de production	Observations
Elevage reproducteurs ponte	/	3 unités 346 000 sujets	/
Accoupage ponte	68 unités	3 unités 15 millions poussins/an	/
Elevage poulettes démarrées	68 unités 1,4 millions sujets	40 unités 8 millions sujets	/
Elevage de pondeuses	16 498 éleveurs 4,2 milliards d'œufs	9 unités 4 milliards d'œufs	Elevages familiaux en batterie de faible taille (1500 sujets) chez le privé
Conditionnement des œufs	/	/	En plateau de 30 chez l'aviculteur

1.9.2. La production algérienne d'œufs de consommation :

L'aviculture Algérienne a connu une évolution spectaculaire pendant la période 1969-1989. C'est la période pendant laquelle la production d'œufs de consommation a également connu une progression importante, elle s'est élevée de 200 millions œufs de consommation en 1971 à 2200 millions œufs de consommation en 1986 (Fernadji, 1990).

Entre 1968 et 1999, la production d'œufs a augmenté en moyenne de 8% par an. Cette croissance a été stimulée par la réalisation en amont d'investissements dans l'aviculture par le secteur public, l'organisation des approvisionnements en intrants (aliments du bétail et facteurs de production, produits vétérinaires et équipements). La forte

demande en œufs de consommation fait suite au renchérissement du prix de la viande (rouge et blanche) (MADR, 2003).

Selon Alloui (2011), la production d'œufs de consommation en Algérie a atteint 1,49 milliard d'œufs de consommation en 2000. Selon le même auteur, le nombre de poulettes démarrées mises à la disposition des producteurs avec un taux de mortalité de 8% a atteint 21 millions. Sur la base d'une production moyenne de 250 œufs par poule, le nombre d'œufs de consommation produits a été estimé à 5 milliards d'unités.

D'après le rapport du Ministère de l'Agriculture et du Développement Durable (MADR) en 2012, le développement de la filière avicole en Algérie a permis d'améliorer la consommation des protéines animales par la population avec un moindre coût. Pour les œufs de consommation, la disponibilité des œufs est de 124 œufs par habitant en 2010 (MADR, 2012a).

En 2011, la production annuelle nationale du secteur avicole a enregistré un volume considérable. Pour la filière œufs de consommation, la production a été évaluée à presque 4,5 milliards d'œufs de consommation (MADR, 2012b).

La production d'œufs de consommation est estimée à 2,02 milliards œufs en 2000, mais reste inférieure à celle enregistrée pendant la période de 1989 à 1994, la période pendant laquelle la production avicole a été soutenue par l'Etat. Selon les chiffres de statistiques publiées par le MADR en 2012, la production d'œufs a atteint 4,82 milliards d'œufs de consommation en 2011 (MADR, 2012c).

1.9.3. La consommation d'œufs en Algérie :

Un déficit important a été enregistré suite à une enquête effectuée en 1966-1967, la ration alimentaire d'un Algérien, contenait 7,8 g/j de protéines animales ; une seconde enquête a été effectuée en 1979 démontrait une légère augmentation avec une valeur de 13,40 g/j, mais elle reste au-dessous des recommandations de la FAO et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixées par 16 g/j (Fernadji, 1990).

Au début des années 1970 et dans le cadre de combler le déficit important en protéines d'origine animale, les planificateurs algériens décidaient de miser sur l'aviculture intensive en raison que celle-ci échappe aux contraintes climatiques et du fait de la rotation rapide de son cycle de production (Amghrouss et Badrani, 2007).

Le contexte socio-économique de la période 1974-1977 (période charnière de l'aviculture algérienne), a conduit les pouvoirs publics à opter pour le développement de

l'aviculture intensive comme moyen pour équilibrer la ration des populations en protéines animales (Kaci et Boukella, 2007).

Tableau 7 : Evolution de la consommation des œufs par habitant et par an de 1966-67 à 2005 (Kaci et Boukella, 2007).

Année Consommation	1966/67	1979/80	1988	1989	1998	2004	2005
Œufs consommés par habitant et par an	0,47	1,06	3,02	120	70	105	117

Contrairement aux viandes blanches, les dépenses affectées aux œufs de consommation ont connu une progression notable à partir 1989. En termes de comparaison avec le Maroc et la Tunisie, la consommation d'œufs en Algérie reste relativement faible. En 2006, la moyenne annuelle de consommation des œufs pour un tunisien était de 150 œufs, alors que pour un marocain, elle était de 108 œufs par habitant et par an (Kaci et Boukella, 2007).

2. Modes d'élevage des poules pondeuses :

La directive européenne CE 99/74 imposée à partir de 2012, qui a pour objectif la promotion du bien-être animal par la suppression des cages conventionnelles, a entraîné l'apparition des modes d'élevages alternatifs (élevage au sol, en volière, élevage de type biologique) caractérisés par des normes spécifiques en matière de pratiques d'élevage (normes d'alimentation, densité, équipement de bâtiment d'élevage, commercialisation, ...etc.). Cette directive était derrière le changement de plusieurs pratiques en élevage de poules pondeuses, ce qui pourrait avoir un impact sur la qualité des œufs.

2.1. Les différents modes d'élevage :

Selon Kouba et al. (2010), Il existe quatre catégories d'élevage :

- L'élevage dit « standard » ;
- L'élevage « au sol » ;
- L'élevage dit « plein air » ;
- L'élevage « biologique ».

2.1.1. Élevages standards :

Ils correspondent à deux types de systèmes de cages : cages conventionnelles et cages aménagées.

2.1.1.1. Élevage en cages conventionnelles :

Ce type d'élevage est souvent appelé élevage en batteries (figure 1). La cage conventionnelle offre une surface de 550 cm² par poule, ce qui correspond à cinq poules par cage. Chaque cage fait 40 cm de hauteur sur 65% de sa surface et pas moins de 35 cm en tout point. L'inclinaison du sol grillagé ne doit pas être au-delà de 8°. L'eau et la nourriture sont en libre accès, avec 10 cm de mangeoire minimum par poule. Le bâtiment est de type fermé, la ventilation est de type mécanique et le programme lumineux est appliqué avec une faible intensité lumineuse. Ce système d'élevage a été remis en cause en termes de bien-être animal. Ce mode d'élevage n'est plus autorisé dès le premier janvier 2012 en Europe (Kouba et al., 2010).



Figure 1 : Elevage en cages conventionnelles (Harlander, 2015)

2.1.1.2. Élevage en cages aménagées :

Dans ce mode d'élevage chaque poule doit avoir accès à au moins 750 cm² de surface de cage. Chaque cage a une hauteur de 60 cm et il doit y avoir 35 cm entre le sol et les cages de la rangée inférieure. Elle comporte aussi des perchoirs (15 cm de perchoir minimum par poule) (figure 2), un nid, une litière permettant le grattage et le picotage, un système d'abreuvement et une mangeoire (12 cm de mangeoire par poule), ainsi que des dispositifs permettant le raccourcissement des griffes (figure 3).

Afin de maintenir le calme, le programme lumineux est appliqué avec une faible intensité. L'avantage de ce type de mode d'élevage est la limitation des problèmes liés aux modes de production alternatifs (parasitisme, picage, cannibalisme, ... etc.) (Kouba et al., 2010).



Figure 2 : Poule perchée en cage aménagée (Guinebretière, 2010).



Figure 3 : Poules picotant en aire de grattage et picotge (Guinebretière, 2010).

2.1.2. Élevages alternatifs :

Ce système regroupe deux modes d'élevages : élevage au sol et élevage en plein air. Les systèmes d'élevage dit « alternatifs » ont été développés face aux systèmes d'élevage en cages. Ils offrent aux poules la possibilité d'exprimer leurs comportements. Cependant, ils nécessitent une conduite d'élevage adaptée (Tauson, 2005). Les inconvénients présentés par ces modes d'élevage ont été le sujet de plusieurs études. Parmi lesquels le parasitisme qui nécessite un contrôle particulier, le picage, le cannibalisme, ainsi que la nécessité de veiller à la qualité de l'air en luttant contre la poussière qui peut conduire à des lésions pulmonaires (Michel et al., 2003). S'ajoute à cela le niveau de contamination microbienne important (Mallet et De Reu, 2007).

2.1.2.1. Élevage au sol :

Dans ce mode de logement, l'élevage est réalisé en bâtiment intégral. Deux types de bâtiments sont distingués : bâtiment d'un seul étage de caillebotis, mangeoires et abreuvoirs (élevage dits : au sol) (figure 4) ou plusieurs étages (élevage dits : en volière) (figure 5).



Figure 4 : Elevage au sol (Guerin et Molette, 2007).



Figure 5 : Elevage au sol (volières) (Guerin et Molette, 2007).

2.1.2.2. Élevage « plein air » :

Dans ce mode de production, les poules ont accès à un parcours en plein air (figure 6). La densité sur le parcours est au minimum de 4 m² par poule. Les œufs issus d'élevage plein air sont commercialisés sous le code 1. Deux mentions complémentaires peuvent être apposées sur les œufs issus d'élevage en plein air : œufs « label rouge » et œufs « fermiers » (Kouba et al., 2010).

Œufs « label rouge » : l'élevage des poules pondeuses d'œufs « label rouge » a pour objectif de produire des œufs de qualité supérieure à celui des œufs courants. Dans ce type de production, les critères à respecter portent essentiellement sur les conditions d'élevage, l'alimentation (elle doit être à 100% d'origine végétale avec un minimum de 50% de céréales) et la sélection qualitative des œufs produits. Le ramassage des œufs est réalisé deux fois par jour. Autres normes : les niveaux superposés sont interdits, la densité maximale est de 9 poules par m² dans les bâtiments et de 5 m² par poule sur le parcours, le nombre de poules par bâtiment est limité (moins de 6000) et par exploitation (moins de 12 000), la distance des trappes aux nids et les dimensions doivent faciliter la sortie des poules (Kouba et al., 2010).



Figure 6 : Parcours en élevage plein air (Elson et al., 2011).

Oeufs « fermiers » : ils correspondent à un modèle économique de production et non à un mode d'élevage. Pour l'alimentation, les céréales utilisées proviennent de l'exploitation concernée ou d'exploitation situées dans les départements limitrophes. Le nombre de poules pondeuses ne dépasse pas 6000, le ramassage et le triage des œufs est réalisé manuellement et quotidiennement. La mention « fermier » est apposée sur les emballages et accompagnée de l'indication du nom et de l'adresse du producteur. Elle peut être apposée sur les œufs biologiques (Kouba et al., 2010).

2.1.2.3. Élevage biologique :

Les caractéristiques de cet élevage sont proches de celles d'élevage « plein air ». Quelques différences sont observées : une densité de 6 poules /m² au maximum, un nombre de poules par bâtiment plus faible (3000) et une longueur des perchoirs plus grande (au moins 18 cm/poule), ainsi qu'il n'existe pas des normes pour le ramassage et la collecte des œufs. S'ajoute à cela quelques différences qui portent essentiellement sur l'alimentation, la prophylaxie et les soins vétérinaires. Les œufs issus de cet élevage sont commercialisés sous le code 0. Les différences majeures résident dans l'obligation de respecter les normes et les exigences de l'agriculture biologique notamment sur le lien au sol (figure 7). Ces différences portent principalement sur l'alimentation qui doit être à

100% biologique et l'utilisation de molécules de synthèse et d'organismes génétiquement modifiés est interdite. (Kouba et al., 2010).



Figure 7 : Elevage biologique des poules pondeuses (KABC, 2009).

2.2. Évolution des systèmes de production et coût de production :

D'après ITAVI (2015), le poids des systèmes alternatifs est en nette augmentation dans l'ensemble des pays européens de 2010 à 2014. Les systèmes de production ont connu une forte évolution en Europe, en raison de l'évolution des attentes des consommateurs et les évolutions réglementaires (la mise en œuvre de la directive CE 99/74 concernant la protection des poules pondeuses).

En Europe, 18 233 élevages sont en système alternatif, soit 82,3% des élevages européens en 2014. La répartition des systèmes d'élevage au sein de l'UE-27 en 2014 est comme suit : élevage biologique (4%) ; élevage plein air (14%) ; élevage au sol (26%) ; élevage en cage (56%) (figure 8) (ITAVI, 2015).

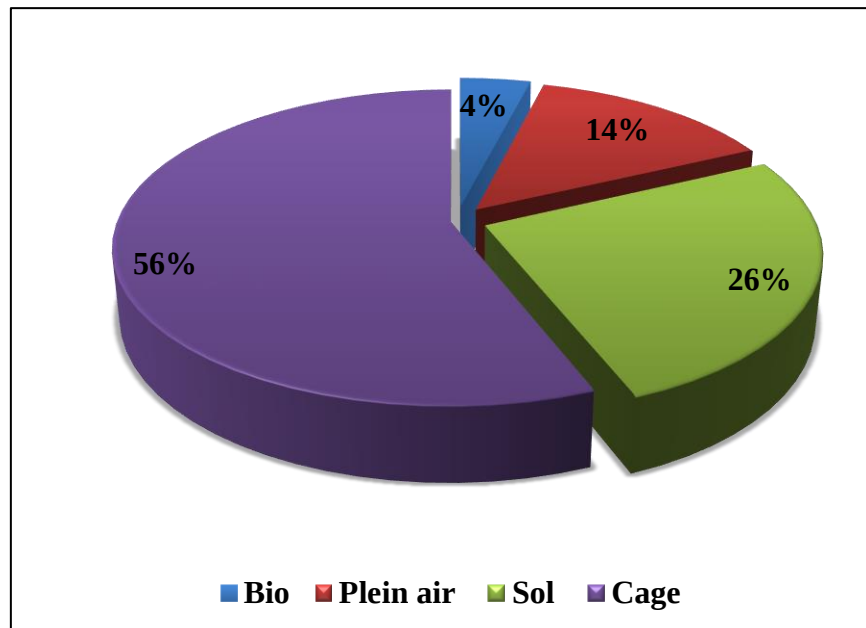


Figure 8 : Répartition des systèmes d'élevage dans l'UE-27 en 2014 (ITAVI, 2015).

Selon la Commission Internationale des Œufs (IEC), l'UE affiche les coûts les plus hauts en raison des coûts d'approvisionnement en matières premières et du coût de la main d'œuvre, ainsi que la réglementation contraignante sur le bien-être (Magdelaine, 2015).

La directive CE 99/74 établie au niveau de l'UE était derrière l'accentuation des différentiels de coût de production avec ses compétiteurs. Elle a entraîné un surcoût de production estimé à 5-7 % et le surcoût d'un œuf produit en volière est de 12 à 15 % par rapport à la cage aménagée (Van Horne, 2014).

2.3. Modes d'élevage des poules pondeuses en Algérie :

En Algérie, deux types d'œufs sont commercialisés. Ces deux types sont issus de deux modes d'élevage avec systèmes de production différents.

Le premier type est les œufs issus d'élevage industriel avec un mode d'élevage en batterie « élevage en cage ». Cet élevage a été mis en œuvre au début des années 1980 basé sur l'élevage intensif des souches hybrides (Kaci, 2015), produisant 4,8 milliards d'œufs en 2010 (MADR, 2012).

Le deuxième mode d'élevage produit des œufs mais avec une capacité de production moindre et une disponibilité limitée comparativement avec le type de production précédent. Ce sont les œufs issus d'élevage traditionnel des poules locales. Cet élevage est considéré comme étant un mode d'élevage avec un type de production de basse-cour (Sheldon, 1993). La qualité des œufs de cet élevage est appréciée par la

communauté (Galal, 2006). Cet élevage reste un outil de lutter contre la pauvreté et leurs produits sont utilisés pour des raisons socioculturelles, économiques et pour renforcer la situation de la femme dans les zones villageoises (Moula et al., 2009).

2.4. Modes d'élevage et qualité des œufs :

La directive européenne 99/74/CE, a entraîné l'abandon d'élevage en cages conventionnelles et l'obligation d'adopter le mode d'élevage en cages aménagées ou le choix d'autres modes d'élevage alternatifs (au sol, en plein air, élevage biologique). Plusieurs études ont été réalisées pour démontrer l'effet de différents modes d'élevage sur la composition et la qualité des œufs.

Certaines études ont montré que le mode d'élevage n'a aucune influence sur la composition des œufs. Selon Sauveur (1991), le poids des œufs et leur composition ne sont pas modifiés de façon répétable par le mode d'élevage et une augmentation, rarement significative, de la teneur en acide linoléique et en cholestérol peut être observée chez les œufs issus d'élevage au sol. Selon le même auteur, le pourcentage des œufs fêlés est réduit dans l'élevage au sol, alors que la structure du blanc, la coloration du jaune et la fréquence des inclusions ne sont pas influencées par le mode d'élevage.

Selon Nys et Sauveur (2004), le système d'élevage des poules, en cages, en volière ou avec parcours extérieur n'a aucun effet sur la composition globale ou la valeur nutritionnelle de l'œuf. Cependant, Matt et al. (2009) ont confirmé l'effet du mode d'élevage sur la qualité des œufs. Il a montré que les différences de composition chimique entre les œufs de poule organiquement ou conventionnellement élevés étaient significativement différentes.

Plusieurs études ont constaté que le contenu de l'œuf dépend beaucoup de la souche et de l'alimentation (Sauveur, 1991 ; Nys et Sauveur, 2004). Par conséquent, du fait que les systèmes agricoles biologiques et conventionnels sont fondées sur les systèmes d'alimentation différents, il est possible de conclure que la composition chimique de l'œufs pourrait être affectée par le système de logement. Des études plus détaillées et complètes sont nécessaires pour établir l'impact des systèmes de logement sur la qualité des œufs ainsi que la composition chimique (Matt et al., 2009).

Sur le plan hygiénique, aucune différence significative n'a été observée dans le pourcentage d'œufs sales entre cages aménagées et non aménagées (De Reu et al., 2009). Sur le plan bactériologique, il a été rapporté que les œufs de la volière sont plus contaminés par des bactéries aérobies que ceux de système de cage (cages aménagées et

cages conventionnelles) (De Reu et al., 2005). De Reu et al. (2009) ont également trouvé que le nombre de bactéries sur les œufs de cages aménagées est plus faible par rapport à celui trouvé sur les œufs du système alternatif. Cependant, les mêmes auteurs n'ont constaté aucune différence significative en pourcentage des entérobactéries sur les œufs produits en cage et ceux d'autres systèmes.

Dans une autre étude, Il a été rapporté que des œufs fermiers ont été caractérisés par une forte contamination des bactéries aérobies par rapport aux œufs de cages conventionnelles (Schwarz et al., 1999). De Reu et al. (2009) ont rapporté que la contamination bactérienne des œufs est déterminée par le système de production, l'organisation et la gestion agricole qui joue également un rôle important.

Guesdon et Faure (2004) ont constaté que le nombre des œufs fêlés était plus élevés dans des cages aménagées que dans des cages traditionnelles. De même, De Reu et al. (2009) ont constaté un plus grand pourcentage d'œufs fêlés ($p \leq 0,01$) dans les cages aménagées (7,8%) par rapport aux modes de production alternatifs (4,1%).

3. Formation et structure de l'œuf :

Aujourd'hui, le nombre d'œufs produits par une poule domestique est supérieur à 300 œufs par an. Le contrôle du niveau de production dépend du nombre de jaunes élaborés sur l'ovaire et du contrôle de leur libération (ovulation) (Nys, 2010). Cette question sera traitée dans ce chapitre qui a pour objectif de décrire le développement et l'anatomie de l'appareil génital de la poule, la formation et la structure de l'œuf.

3.1. Développement et anatomie de l'appareil génital femelle :

3.1.1. Développement de l'appareil génital femelle :

3.1.1.1. La mise en place de l'ovaire et de l'oviducte durant la vie embryonnaire :

La mise en place de l'ovaire a lieu au 3^{ème} jour de la vie embryonnaire, les cellules de l'épithélium coelomique (cellules somatiques) et les cellules germinales primordiales (futurs gamètes) se différencieront en cellules de la granulosa. La différenciation sexuelle gonadique est accomplie au 7^{ème} jour et seule la gonade gauche se développe en ovaire, tandis que la gonade droite régresse. La mise en place de l'oviducte a lieu durant les 4 premiers jours de la vie embryonnaire, un groupe de cellules également issues de l'épithélium coelomique, migre et s'accumule de façon symétrique à gauche et à droite de l'embryon (Guioli et al., 2007).

3.1.1.2. Développement de l'appareil génital femelle après l'éclosion :

Trois mois après l'éclosion, l'ovaire atteint une taille d'environ 1 cm et présente une croissance très rapide entre 16 et 20 semaines, passant de 5 à 60 g et pouvant atteindre 120 à 150 g. la croissance de l'oviducte est sensiblement proportionnelle à celle de l'ovaire, qui tous deux sont sous la dépendance des sécrétions stéroïdiennes ovariennes. Durant la vie embryonnaire, l'oviducte a l'aspect d'un fil et pèse quelques mg. Sa croissance et sa différenciation cellulaire se produisent essentiellement lors de la maturité sexuelle et son poids augmente de moins de 1 g à plus de 40 g en 2 semaines ; sa taille passe de 12-15 cm à 70 cm (Sauveur, 1988). Seuls l'ovaire et l'oviducte gauches sont fonctionnels chez les femelles aviaires (Sauveur, 1988).

3.1.2. Anatomie de l'appareil reproducteur de la poule :

L'appareil reproducteur femelle de l'oiseau est constitué de deux parties : l'ovaire et l'oviducte. L'ovaire est situé dans la partie médio-ventrale de l'abdomen. A l'âge adulte, l'ovaire est un organe largement différencié qui assurera deux rôles : une fonction de reproduction liée à la production de gamètes et une fonction endocrine liée à la production

d'hormones. Il est constitué de deux régions bien distinctes, une enveloppe externe ou cortex qui entoure une partie centrale très vascularisée : la zone médullaire. Dans la zone médullaire, se trouvent les vaisseaux sanguins et lymphatiques. La zone corticale contient les follicules ovariens, siège de l'ovogenèse et de la folliculogenèse, qui représente le lieu de l'élaboration du jaune (Sauveur, 1988).

L'oviducte est en contact avec l'ovaire et débouche par son extrémité dans le cloaque et apparaît comme un tube d'une longueur de 70 cm de couleur grise à rose très pâle. Il est vascularisé à quatre niveaux à partir du système artériel général, notamment au niveau de l'utérus. Il est constitué selon plusieurs auteurs de cinq parties (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994), alors qu'une sixième partie, la jonction utéro-vaginale peut être considérée (Bakst et al., 1994) (figure 9) :

- L'infundibulum ou pavillon, zone très fine, non rattachée à l'ovaire, en forme d'entonnoir. Il capte l'ovocyte au moment de l'ovulation. L'infundibulum est le lieu de la fécondation de l'œuf. Sa paroi est particulièrement fine et sa muqueuse contient plusieurs catégories cellulaires ayant pour les unes une fonction sécrétoire (dépôt des protéines formant la membrane périvitelline externe de l'œuf), et pour les autres une fonction de stockage des spermatozoïdes (glandes infundibulaires).
- Le magnum est la partie la plus longue de l'oviducte d'une longueur de 30 à 35 cm chez une poule adulte, est la zone au niveau de laquelle l'album en est synthétisé puis déposé. Sa paroi est très extensible et présente sur sa face interne des plis importants dont l'épaisseur peut atteindre 5 mm (figure 10). C'est la zone la plus riche en cellules et glandes sécrétrices. Le magnum est nettement séparé de la zone suivante par une étroite bande translucide sans glande ni repli interne.
- L'isthme est d'une longueur d'environ 15 cm, présente un léger rétrécissement du diamètre par rapport au magnum. Ses quatre derniers centimètres sont richement vascularisés. Les deux régions sont ainsi distinguées appelées isthme blanc et isthme rouge.
- L'utérus ou glande coquillière se distingue des segments précédents par sa forme de poche et l'épaisseur de sa paroi musculaire (figure 10).
- La jonction utéro-vaginale, d'une longueur de 1 à 2 cm seulement et de forme évasée se rétrécissant dans la partie basse. Elle est rattachée à l'utérus par une structure fibreuse épaisse, qui l'accrole plus ou moins contre celui-ci. Cette région joue un rôle essentiel dans le stockage prolongé des spermatozoïdes.

- Le vagin est une partie étroite et musculaire. D'une longueur d'une dizaine de centimètres, est la partie la plus distale de l'oviducte et débouche dans le cloaque. Il est constitué d'une couche importante de tissus musculaires qui permettront l'expulsion finale de l'œuf.

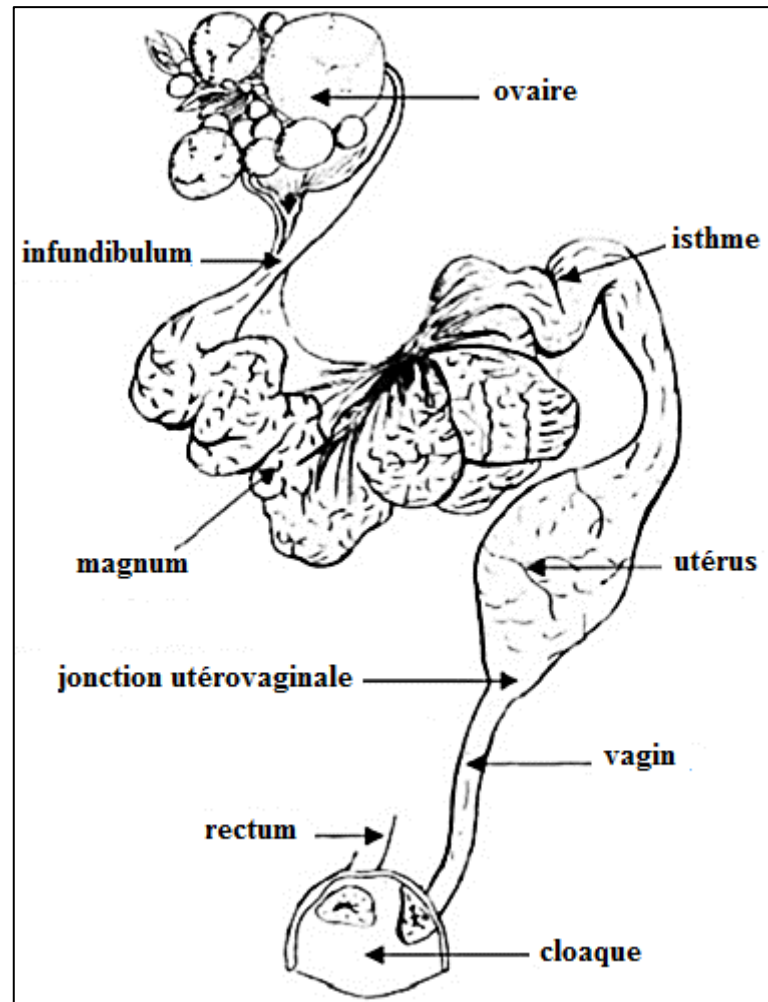


Figure 9 : Représentation schématique de l'ovaire et de l'oviducte de poule mature (Nys et al., 2004).

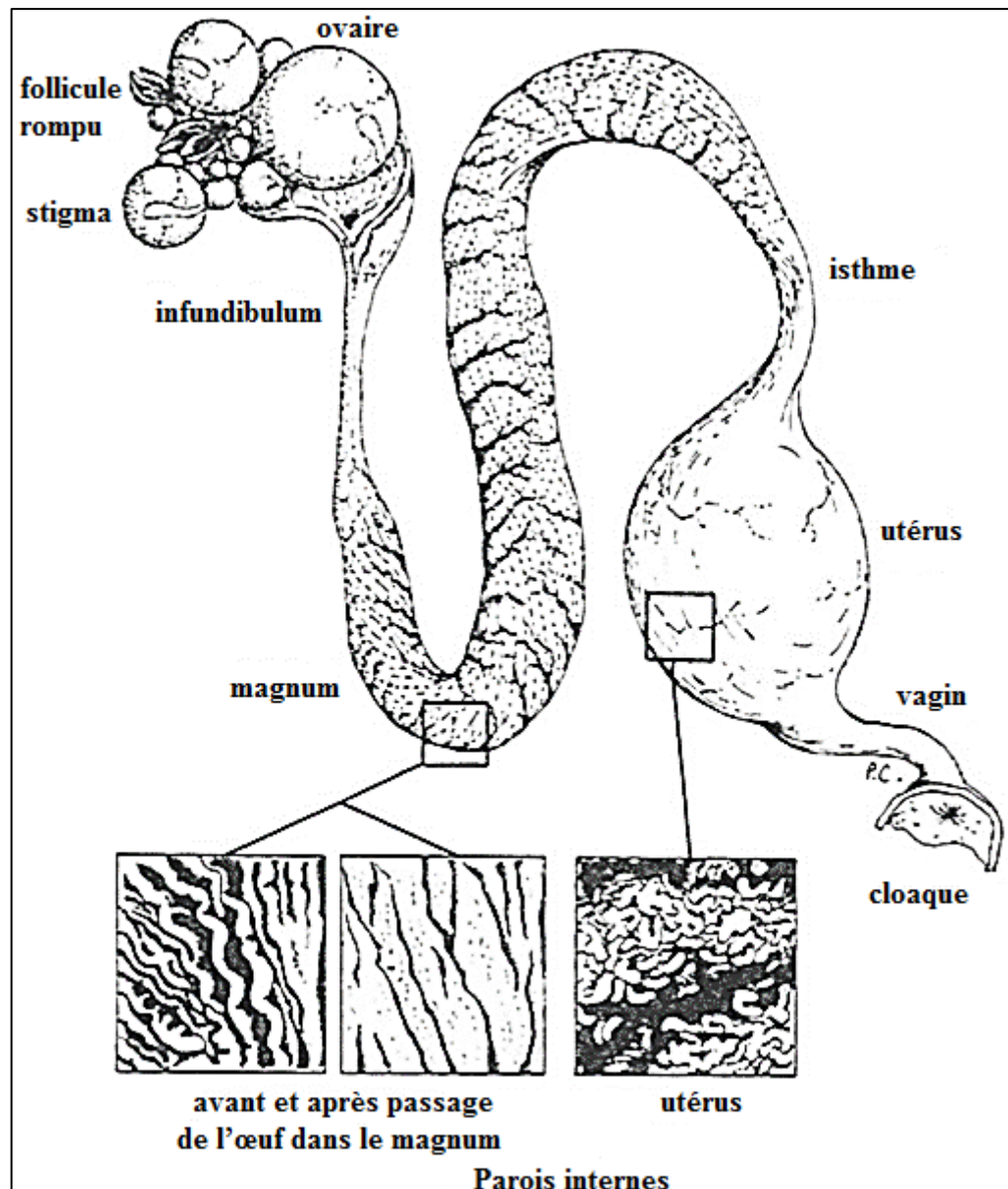


Figure 10 : Structure de l'oviducte de poule et aspect de sa paroi interne (Sauveur, 1988).

3.2. Formation de l'œuf :

3.2.1. Au niveau de l'ovaire : la formation du jaune d'œuf :

L'accumulation du jaune d'œuf à l'intérieur d'un follicule commence dès la vie embryonnaire et se termine juste avant l'ovulation. Trois phases caractérisent l'accumulation du jaune d'œuf (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994) :

- Phase initiale d'accroissement lent :

A la naissance, le stock de gamète présent sur l'ovaire est d'environ 12000 ovocytes. Pendant la phase initiale, l'ensemble des ovocytes sont affectées et individualisées par la mise en place de l'épithélium folliculaire au cours des premières semaines après éclosion, puis elle correspond à une accumulation de protéines issues de la granulosa ou du fluide périvitellin.

Un grand nombre de ces follicules disparaît par atresie à ce stade. Le diamètre d'un ovule porté par un ovaire est multiplié par quatre à l'âge de six semaines et atteint un millimètre entre quatre et cinq mois, après dépôt de quelques gouttelettes lipidiques.

- Phase intermédiaire :

Dans une durée de 60 jours, la taille du follicule sélectionné passe de 1 à 4 mm, grâce au dépôt de protéines et de lipides constituant « le vitellus blanc ».

- Phase de grand accroissement :

Pendant cette phase, la croissance de l'ovule s'accélère rapidement par dépôt de protéines et de lipides (6 à 14 jours). La durée de cette phase varie de 6 à 14 jours.

Tous les constituants du jaune sont apportés par le sang et proviennent en majorité du foie. Il s'agit surtout d'une émulsion d'eau, de lipoprotéines et de protéines, ainsi que de minéraux et pigments (Sauveur, 1988). Tous les lipides du jaune sont associés à des protéines, constituant ainsi des lipoprotéines. Ceux du jaune sont synthétisés dans le foie, puis transportés vers l'ovaire sous forme de vitellogénie et de lipoprotéines de très basse densité (VLDL) (Leclercq et al., 1990).

3.2.2. Au niveau de l'oviducte :

Lorsque l'ovule atteint sa maturité, le follicule se déchire et libère ainsi le jaune, c'est l'ovulation. Le jaune libéré est capté par l'oviducte. Il y a alors dépôts successifs des autres constituants de l'œuf dans les segments de l'oviducte au cours d'un processus qui durera 24 à 26 heures (Sauveur, 1988).

Selon Bain et Hall (1969), La membrane vitelline externe est déposée à partir des sécrétions infundibulaires au niveau de l'infundibulum. Vingt minutes après l'ovulation, l'œuf en formation pénètre dans le magnum et ressort 3 h 30 plus tard. Le jaune s'entoure alors des protéines du blanc (albumen). On distingue 4 zones dans le blanc d'œuf (Sauveur, 1988) :

- Le blanc liquide interne présent entre le blanc épais et le jaune.
- Le blanc épais attaché aux deux extrémités de l'œuf et présentant l'aspect d'un gel.
- Le blanc liquide externe au contact des membranes coquillières.
- Les chalazes, filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf à travers le blanc et assurant sa suspension.

Les protéines de l'albumen sont synthétisées puis sécrétées localement par le magnum. Les protéines du blanc, synthétisées par les glandes tubulaires et épithéliales, s'accumulent

sous forme de grains de sécrétion dans le cytoplasme et dans les canaux tubulaires avant le passage de l'œuf (Nys et al., 2004).

L'œuf en formation pénètre dans l'isthme 3 h 30 après l'ovulation du jaune et y séjourne entre 1 heure et 1 h 30. Deux phénomènes s'y produisent (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994) :

- Le recouvrement des protéines du blanc par des fibres protéiques dans l'isthme blanc. L'entrelacement de fibres constituera les membranes coquillières.
- Les amas organiques sont déposés dans l'isthme rouge en surface de la membrane coquillière externe constituant les noyaux mamillaires à partir desquels la minéralisation sera initiée.

Cinq heures après l'ovulation du jaune, l'œuf pénètre dans l'utérus. Il y séjournera 19 heures environ. Deux phénomènes principaux s'y produisent. L'hydratation des protéines du blanc et la minéralisation ordonnée de la coquille dans le fluide utérin, produite par précipitation de carbonate de calcium associé à des constituants organiques (Sauveur, 1988) (figure 11).

Repères anatomiques			Fonction	Temps
Ovaire	Dimension (cm)		 Dépôt du jaune	150 J
	7	Follicules		10 J
			 Ovulation	0
OVIDUCTE	9	Infundibulum	Fécondation	20 mn
	33	Magnum	Dépôt du blanc	3h 30
	10	Isthme	Dépôt des membranes coquillères	1h 15
	10	Utérus	Dépôt de la coquille	21h
	10	Vagin	Expulsion de l'œuf (oviposition)	

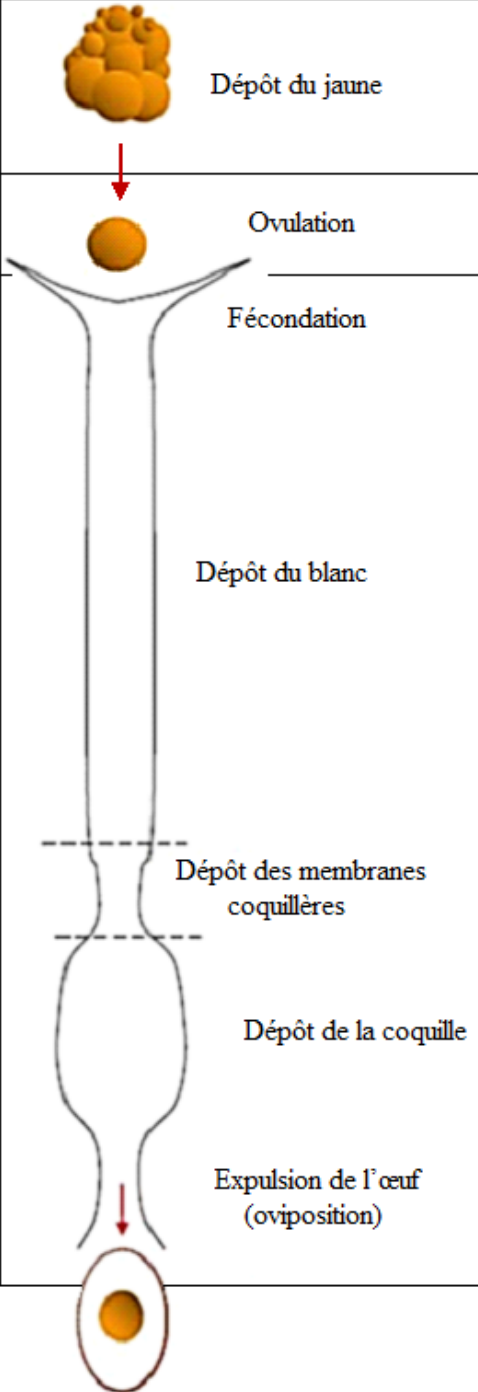


Figure 11 : Cinétique des dépôts et lieu de formation de l'œuf de poule (Sauveur, 1988).

3.3. Structure et composition de l'œuf :

Trois compartiments caractérisent l'œuf de poule : la coquille, le blanc d'œuf (albumen) et le jaune d'œuf (vitellus). Les proportions relatives de chaque compartiment par rapport à l'œuf total sont de 8,5 à 10,5% pour la coquille, de 57 à 65% pour l'albumen et de 25 à 33% pour le vitellus (Nys, 2010).

L'œuf est composé, de l'extérieur vers l'intérieur, d'une coquille, de deux membranes coquillières qui entourent l'albumen. Ce dernier à son tour enveloppe le vitellus. L'albumen et le vitellus sont séparées par une membrane acellulaire appelée membrane vitelline (Nys, 2010) (figure 12).

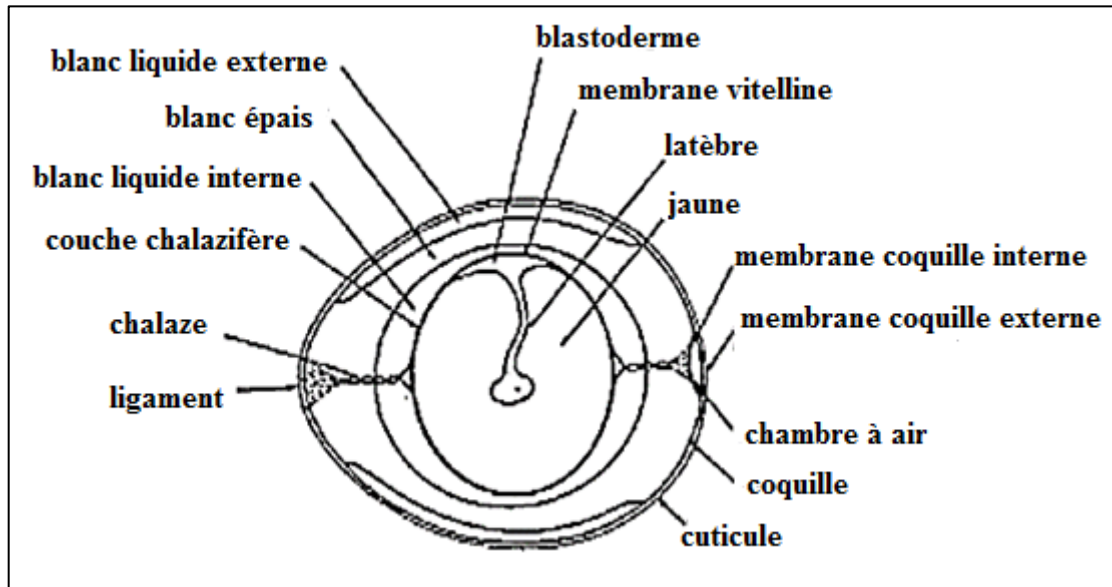


Figure 12 : Représentation schématique des différents compartiments de l'œuf (Sauveur, 1988).

3.3.1. La cuticule :

Elle est la couche la plus externe de l'œuf, et est déposée sur la coquille environ deux heures avant l'oviposition, et est composée de 90% de protéines et de glycoprotéines, 5% d'hydrates de carbone et d'environ 3% de cendres (Dennis et al., 1996). La cuticule permet d'une part, de réguler les pertes en eau de l'œuf et d'autre part, d'obturer les pores de la coquille pendant les premières heures suivant la ponte. Ces derniers constituent une porte d'entrée pour les germes qui peuvent contaminer le contenu interne de l'œuf (Cook et al., 2003).

3.3.2. La coquille :

La coquille de l'œuf d'oiseau et les membranes coquillières qui la supportent renferment en moyenne 1,6% d'eau, 3,3 à 3,5% de matière organique et 95% de matière minérale. La coquille elle-même, sans sa cuticule, est composée majoritairement de carbonate de calcium (94%) et d'une faible proportion de constituants organiques (2,3%) inclus dans la partie minéralisée. Elle contient 37,5% de calcium et 58% de carbonate mais également du magnésium et du phosphore, ce dernier étant concentré dans les couches superficielles. Elle

contient enfin de nombreux oligo-éléments dont du manganèse (7 mg.kg^{-1}) dont l'apport alimentaire chez la poule favorise la solidité de la coquille probablement en influençant sa structure cristalline. La coquille d'œuf de poule est composée de cinq couches de l'intérieur vers l'extérieur (figure 13) : les membranes coquillières, la couche mamillaire ou couche des cônes, la couche palissadique, la couche des cristaux verticaux et la cuticule (Nys et al., 1999 ; Nys et al., 2010).

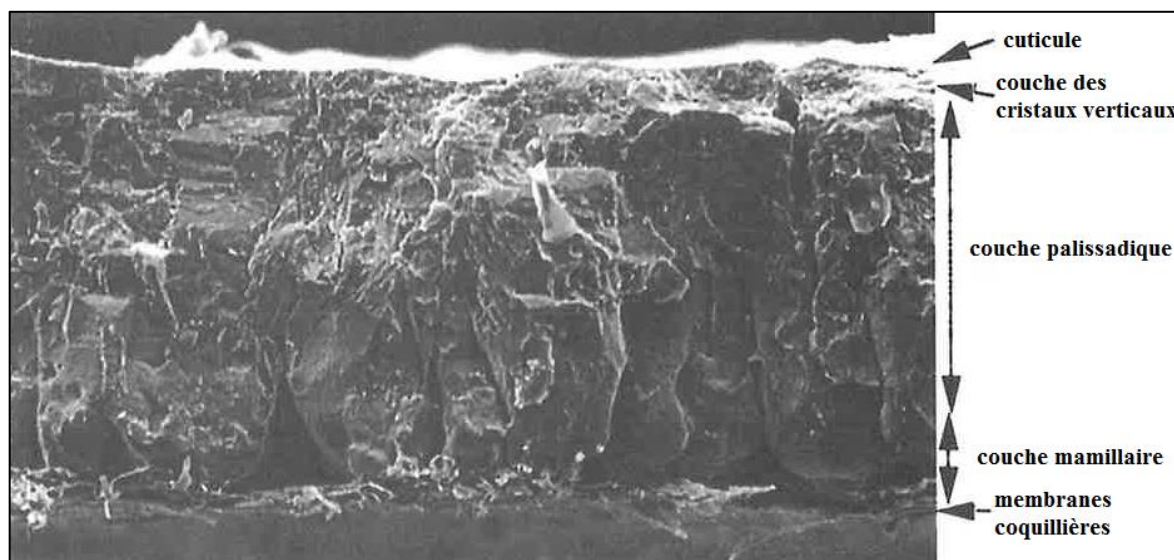


Figure 13 : Vue en microscopie électronique à balayage d'une coupe transversale de la coquille d'un œuf de poule montrant les différentes couches (Nys et al., 1999).

3.3.3. Les membranes coquillières :

Elles sont situées entre l'albumen et la surface interne de la coquille, les membranes coquillières présentent une structure en deux couches interne et externe. La couche interne est formée de trois sous-couches de fibres parallèles à la coquille, tandis que la membrane externe est constituée de six couches de fibres orientées alternativement dans des directions différentes (Nys et al., 2004). Les membranes coquillières se composent de 90% de protéines de 2% de glucose et de 2% de cendres. Les fibres qui les constituent sont principalement à base de collagène X qui empêcherait la minéralisation vers l'intérieur de l'œuf (Dominguez-Vera et al., 2000). Elles jouent un rôle important au phénomène de formation de la coquille : la minéralisation de la coquille est initiée en surface de ces membranes dans les sites de nucléation, qui correspondent à des amas organiques où sont déposés les premiers cristaux de calcite. Toute anomalie de la formation des membranes coquillières par une carence en cuivre ou suite à l'ingestion de mycotoxines provoque des déformations importantes de la coquille (Chowdhury, 1990).

3.3.4. L'albumen :

Le blanc est composé de 88% d'eau, de 10,6% de protéines et de 0,9% de glucides. Il contient également des minéraux (0,5%) et une faible quantité de vitamines hydrosolubles, uniquement du groupe B (Guerin-Dubiard et al., 2010). Les protéines majeures qui caractérisent l'album en sont l'ovalbumine (qui représente 54% des protéines du blanc), l'ovotransferrine (13%), l'ovomucoïde (11%), le lysozyme (3,5%) et l'ovomucine (1,5 à 3,5%) (Li-Chan et Nakai, 1989).

3.3.5. La membrane vitelline :

Elle entoure le jaune et le sépare de l'albumen. Il a une épaisseur d'environ 10 µm. Il est de nature protéique (Mineki et Kobayashi, 1997). La membrane vitelline est composée de trois couches, l'une interne au contact du jaune, une deuxième couche intermédiaire formée d'une substance amorphe et une troisième couche externe au contact du blanc (Burley et Vadehra, 1989).

3.3.6. Le vitellus :

Le jaune est composé de 51% d'eau, de 30% de lipides, de 16% de protéines et de 0,6% de glucides. Il est également riche en phosphore, contient la plupart du fer de l'œuf et renferme des vitamines (la totalité des vitamines liposolubles et un certain nombre de vitamines hydrosolubles) (Guerin-Dubiard et al., 2010).

Deux fractions du jaune peuvent être distinguées lors de la centrifugation : le plasma (environ 78%), et la fraction granulaire ou globulaire (environ 22%), correspondant au précipité. Dans le plasma, les principales protéines identifiées sont l'albumine sérique, microglobuline et l'immunoglobuline Y (Li-Chan et Kim, 2008). La fraction granulaire, riche en gouttelettes lipidiques, contient notamment des HDL (High-Density Lipoprotein) avec des lipovitellines issues des vitellogénines et des VLDL (Very Low Density Lipoprotein) avec des apoprotéines (Burley et Vadehra, 1989).

4. Qualité interne et externe des œufs

4.1. Classification des œufs :

En termes de caractérisation, les œufs sont définis par trois classification : classification par catégorie, classification selon le poids et classification selon le mode d'élevage (Mertens et al., 2010) :

4.1.1. Classification par catégorie :

Deux catégories sont distinguées A et B. Un œuf de catégorie A, est un œuf frais qui répond à plusieurs critères : il doit présenter une coquille intacte et propre ; il ne doit pas être lavé ; le contenu de l'œuf doit présenter une qualité irréprochable. La hauteur de la chambre à air est un critère déterminant de la fraîcheur de l'œuf, il ne doit pas dépasser 06 mm au maximum. Les œufs de catégorie A doivent être vendus au plus tard 21 jours après la ponte. Il existe au sein de cette catégorie des œufs mentionnés « des œufs extra », qui sont vendus dans les 09 jours qui suivent la ponte. La hauteur de la chambre à air de type extra est inférieure à 04 mm. Un œuf de catégorie B, est destiné à l'industrie des ovoproduits.

4.1.2. Classification selon le poids :

- Lorsque le poids est supérieur à 73 g, l'œuf est de catégorie XL (œuf très gros).
- Lorsque le poids est compris entre 63 g et 73 g, l'œuf est de catégorie L (œuf gros).
- Lorsque le poids de l'œuf est compris entre 53 g et 63 g, l'œuf est de catégorie M (œuf moyen).
- Lorsque le poids de l'œuf est inférieur à 53 g, l'œuf est de catégorie S (œuf petit).

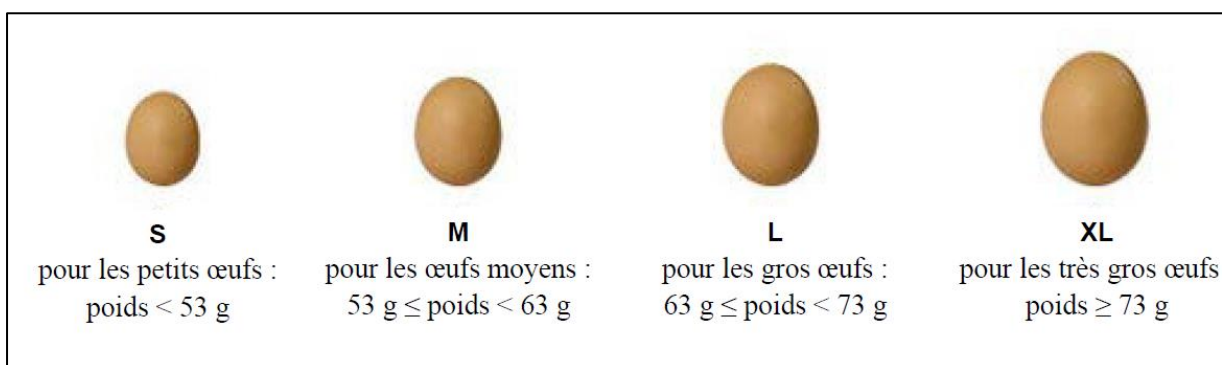


Figure 14 : Classification des œufs par catégorie de poids (MEIN, 2015).

4.1.3. Classification selon le mode d'élevage :

Afin de favoriser le développement d'élevage respectueux du bien-être animal, les œufs commercialisés sont classés selon le mode d'élevage des poules pondeuses (figure15). Chaque mode d'élevage est indiqué sur l'œuf grâce au marquage obligatoire de chaque œuf (code « 0 » pour les œufs biologiques ; code « 1 » pour les œufs de poules élevées en plein air ; code « 2 » pour les œufs de poules élevées au sol ; code « 3 » pour les œufs de poules élevées en cages).

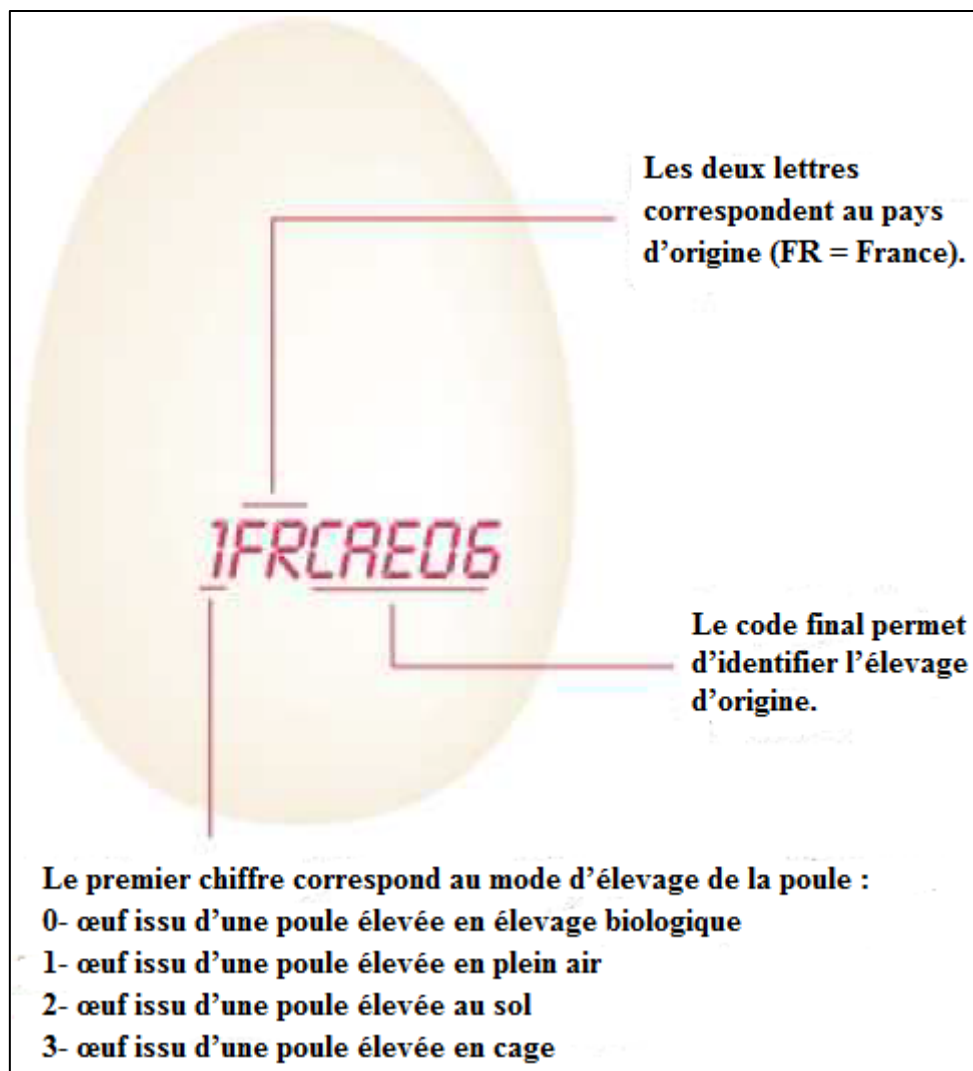


Figure 15 : Exemple de codage d'un œuf de table (Corpet, 2013).

- Œufs de poules élevées en cage :

Dans ce mode d'élevage, les œufs sont produits dans des cages dites «conventionnelles». Il permet de produire des œufs dans les meilleures conditions d'hygiène.

- Œufs de poules élevées au sol :

Les œufs sont issus d'élevage où les poules sont élevées dans un bâtiment. Un tiers de la surface du poulailler est sous forme de litière. Dans ce mode d'élevage la densité est de 07 poules /m² au maximum.

- Œufs de poules élevées en plein air :

Ces œufs sont issus d'élevage où les poules sont élevées dans des poulaillers comparables à ceux des poules élevées au sol mais avec un accès à un parcours en plein air.

- Œufs biologiques :

Les œufs biologiques sont produits sans utilisation des produits ou chimiques synthétiques. Dans le cas de la production des œufs, l'alimentation des poules pondeuses doit être d'origine biologique à 80% au minimum et doit y avoir suffisamment de fourrage grossier.

4.2. Qualité externe et interne :

Pendant la commercialisation, le consommateur cherche toujours des œufs qui répondent visuellement à certains critères telles que l'uniformité de la couleur et de la surface de la coquille et son intégrité, ainsi que l'absence des anomalies de taille et de forme, ce qui peut représenter la qualité externe.

4.2.1. Qualité externe :

L'intégrité de l'œuf et la qualité de la coquille sont des éléments de garantie pour la sécurité des consommateurs. Elle regroupe la taille et la forme de l'œuf ainsi que la qualité de l'œuf.

4.2.1.1. Taille et forme :

La forme de l'œuf est déterminée par la tonicité musculaire de la glande coquillère (Sauveur, 1988). Différentes anomalies de taille et de forme peuvent être observées au cours la période de production de poules pondeuses (figure 16). Des œufs à doubles jaunes sont quelques fois obtenus en début de ponte d'une taille anormale et d'une forme allongée, mais ils disparaissent après le pic de ponte. Autres anomalies de taille et de forme peuvent être observées, des œufs très petits ne contenant que du jaune, lorsque l'alimentation et le programme lumineux appliqué n'étaient pas maîtrisés pendant la

période d'élevage des poulettes, ce qui influence la maturité sexuelle entraînant l'apparition du défaut cité précédemment (Rose, 1997).

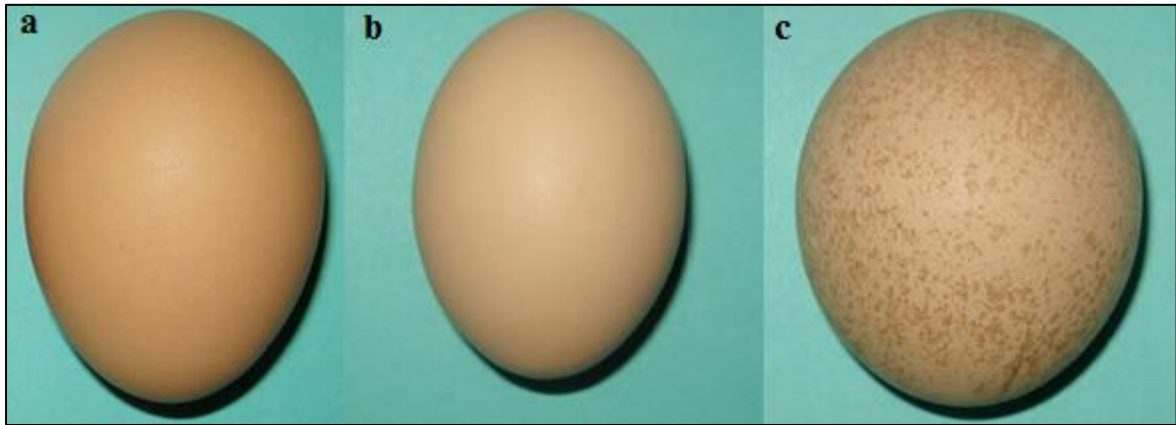


Figure 16 : Différentes formes et tailles d'œufs : (a) œuf normal, (b) œuf allongé, œuf rond (Hubbard, 2011).

4.2.1.2. Qualité de la coquille :

Le risque pour un œuf d'être fêlé est fonction d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels l'importance de la charge subie et la résistance mécanique de sa coquille (Mertens et al., 2010). Selon le même auteur, la fissuration de la coquille est le résultat des impacts des œufs entre eux et de la collision des œufs pendant la période de collecte, et pendant la période de transit. Selon Mertens et al. (2010), Les principales anomalies des coquilles de l'œuf sont :

- Œufs « pré-fêlés in vivo » :

Ce type d'anomalie est liée aux changements de tonicité musculaire au niveau de l'oviducte durant le stade initial de formation de la coquille qui est progressivement renforcée au cours du processus de calcification.

Cette anomalie est plus prononcée chez les poules qui sont trop actives ou qui ont été perturbées pendant les premières heures d'obscurité (le début de la calcification).

- Œufs auréolés :

Dans ce type d'anomalie, une partie de la coquille est aplatie ou entaillée. Ils sont souvent observés chez les jeunes poules qui pondent pour la première fois, mais cela peut être aussi observé chez les poules âgées.

- Œufs à coquille ondulée :

Ils présentent une surface rugueuse et ondulée. Ces défauts surviennent lorsqu'il y a un dysfonctionnement du magnum causé par une maladie, telle que la bronchite infectieuse. La modification de consistance de l'albumen d'origine pathologique, a une répercussion sur la formation de la coquille d'où les œufs apparaissent ridés avec coquilles rugueuses et ondulées (figure 17).



Figure 17 : Œuf ridé (Hubbard, 2011).

- Œufs à coquille molle ou sans coquille :

Ces anomalies apparaissent lorsque la calcification de la coquille n'est pas complète. Ils sont généralement produits par les jeunes poules en début de ponte, et notamment lorsqu'elles ont été soumises trop à des durées d'éclairage trop importantes, ce qui stimule de manière trop précoce le système hormonal. Certaines maladies et contraintes environnementales peuvent être à l'origine de ce défaut (figure 18).



Figure 18 : Œufs à coquille molle ((Bernardi, 2008).

- Œufs mauves, roses et tachetés de calcium :

L'apparition de ces anomalies peut être la conséquence d'un stress d'où une partie de la coquille est enduite d'un résidu poussiéreux ou de dépôts superficiels blancs (figure 19).



Figure 19 : Œuf tacheté de calcium (Bernardi, 2008).

- Œufs à coquille rugueuse :

Ces anomalies interviennent lorsque les parties rugueuses sont soit distribuées sur les œufs de manière irrégulière sur toute la surface de la coquille, soit concentrées sur une des extrémités de l'œuf. L'apparition de ce type d'œufs est associée aux troupeaux âgés, mais certaines maladies, telle que la bronchite infectieuse, peuvent provoquer ce genre de défaut.

- Œufs présentant des aspérités :

Ces aspérités sont produites pendant le processus de formation de la coquille, en raison d'un défaut de la membrane coquillière, ou de fragments d'oviducte incorporé dans celle-ci.

- Œuf à « fenêtres » translucides :

Ce défaut est la conséquence de la présence, dans la coquille, d'eau provenant de l'intérieur de l'œuf. Le phénomène peut être accru par l'existence d'imperfections de la trame protéique coquillière.

- Autres défauts :

Ce sont surtout des défauts ultrastructurels de la coquille, lors du processus de formation de la coquille (figure 20), au niveau de la couche mamillaire à partir de laquelle est déposée (Nys et al., 1999).



Figure 20 : Œufs présentant des défauts ultrastructurels (Bernardi, 2008).

4.2.2. Qualité interne :

Le contenu de l'œuf, blanc d'œuf et jaune d'œuf, est la partie effectivement consommée par l'homme, et qui joue un rôle déterminant dans la qualité de l'œuf. Les principales anomalies sont comme suit (Mertens et al., 2010) :

- Blanc aqueux :

La qualité de l'albumen diminue au fur et à mesure du vieillissement du troupeau. Mais certaines maladies, telles que la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse, par l'attaque du magnum où sont secrétés les constituants de l'albumen, peuvent détériorer la qualité de l'albumen quel que soit l'âge des troupeaux. L'apparition du blanc très liquide peut aussi être la conséquence des températures environnementales élevées ou des conditions défavorables lors de stockage.

- Jaunes tachetés et décolorés :

Dans ces cas, des marques de tailles et de couleurs différentes, sont visibles à la surface du jaune, et peuvent être du translucide à l'orange brunâtre voire presque noire.

La prévention des taches sur le jaune est fortement liée à l'intégrité et à la résistance de la membrane vitelline et toutes imperfections de la membrane peuvent être la cause de l'apparition de ce type de défaut (Jacob et al., 2000).

- Œufs à double jaune :

Ce défaut est observé chez les poules en début de ponte (figure 21), mais une fois le programme de ponte est stabilisé, il disparaît.



Figure 21 : Œuf à double jaune (Corpet, 2013).

- Jaunes cassés :

Le jaune d'œuf se casse sous l'effet de la liquéfaction de l'albumen d'une part, et sous l'effet de l'évaporation de l'eau à travers la coquille d'autre part, où le jaune se déplace vers la périphérie de l'œuf. Ce déplacement pourrait résulter du transfert d'eau du blanc vers le jaune, ce qui a pour conséquence la diminution de la viscosité du jaune et l'endommagement de la membrane vitelline. Cette anomalie est surtout observée à la fin de la ponte : les œufs produits à la fin de cycle de production sont gros d'où la membrane vitelline devient fragile et n'est pas apte à maintenir son intégrité structurelle.

- Présence des inclusions :

Les taches de sang ou de viande présentes dans le blanc résultent de microhémorragies ovariennes ou de desquamation de l'oviducte dues à des infections virales ou à certaines contraintes environnementales (figure 22).

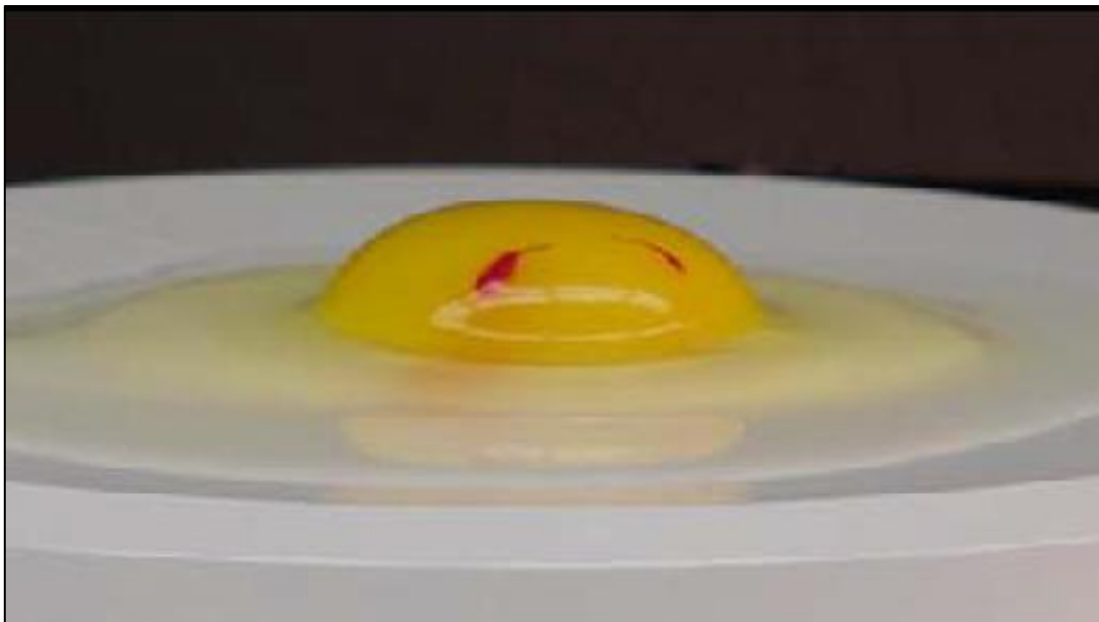


Figure 22 : Présence de taches de sang dans le contenu de l'œuf (Jacob et Pescatore, 2009).

4.3. Evaluation de la qualité interne et externe :**4.3.1. Evaluation de la qualité externe :****4.3.1.1. Poids de l'œuf :**

Pour le consommateur, le poids de l'œuf est un critère de qualité important d'où vient la nécessité de maîtriser cette caractéristique par les éleveurs. Les œufs sont vendus sous plusieurs formes qui se basent dans leur ensemble sur le poids.

4.3.1.2. Qualité de la coquille :

La propreté est mesurée par le pourcentage d'œufs sales, c'est-à-dire présentant des souillures d'origine intestinale ou urinaire (matières fécales), génitales (sang) ou autre (poussières). La coquille est en général considérée comme sale lorsque les salissures recouvrent plus de 1/32 de la surface, si celles-ci sont localisées, ou 1/16 si elles sont dispersées (Mertens et al., 2005).

La couleur de la coquille peut être mesurée par réflectométrie ou par spectrométrie de fluorescence (Mertens et al., 2010). Elle est due aux pigments localisés au niveau de la cuticule et au niveau de la coquille elle-même (Lang et Wells, 1987).

La solidité dépend de la nature, de la quantité et de la structure des matériaux déposés. Deux méthodes existent pour évaluer la solidité de la coquille : méthodes indirectes (mesure de l'épaisseur de la coquille, mesure de la densité de l'œuf, test de déformation non destructive de la coquille, analyse des vibrations) et méthodes directes (test de ponction, test de compression quasi statique) (Mertens et al., 2010).

4.3.2. Evaluation de la qualité interne :**4.3.2.1. Qualité de l'albumen :**

La qualité de l'albumen est principalement associée à la proportion de blanc épais, exprimée au travers des unités Haugh, grandeur internationalement reconnue (Haugh, 1937). Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un tripode après le cassage de l'œuf sur une surface plane. Cette unité permet de classer les œufs en termes de fraîcheur en quatre classes AA ($UH \geq 72$), A ($72 > UH \geq 55$), B ($55 > UH \geq 31$), C ($UH < 30$) (Sauveur, 1988).

Bien que les unités Haugh est la référence, d'autres méthodes ont été développées telles que la technique de la spectroscopie dans le visible (VIS) et le proche infrarouge (NIR), la résonance magnétique nucléaire (RMN) (Schwagele et al., 2001), la spectrométrie de fluorescence (Karoui et al., 2006).

4.3.2.2. Qualité du vitellus :

La couleur du jaune d'œuf est considérée comme un des principaux critères de qualité. Elle est mesurée visuellement en utilisant l'échelle Roche sur un éventail allant de 01 à 15 (Thapon et Bourgeois, 1994). Elle dépend essentiellement de la qualité des pigments ingérés par la poule. Elle est due à la présence de pigments jaunes d'origine naturelle (xanthophylles comme la lutéine de la luzerne ou la zéaxanthine du maïs) ou de

synthèse d'une part, et de pigments rouges (canthaxanthine, citraxanthine) d'autre part (Larbier et Leclercq, 1992).

4.3.2.3. Présence et détection des inclusions :

Classiquement, les inclusions de tache de sang et de viande sont détectées par le mirage. Actuellement des méthodes alternatives se caractérisent par l'exactitude, la rapidité et non destructives sont utilisées, notamment les techniques de spectroscopie visible et proche infrarouge (Mertens et al., 2010).

4.4. Facteurs de variation de la qualité externe et interne de l'œuf :

4.4.1. Effet de l'alimentation sur la qualité interne et externe de l'œuf :

4.4.1.1. Poids de l'œuf :

4.4.1.1.1. Influence de l'alimentation de la poulette :

Le poids de l'œuf dépend principalement de facteurs liés à la poule (origine génétique et surtout âge) mais aussi de son alimentation durant la période de ponte. L'alimentation de la poulette y contribue indirectement en influençant sa maturité sexuelle, son poids vif et sa composition corporelle lors de l'entrée en production (Bouvarel et al., 2010).

4.4.1.1.2. Alimentation de la poule pondeuse :

4.4.1.1.2.1. Effet de la concentration énergétique :

Les poules tendent à surconsommer les aliments les plus caloriques et à sous-consommer les moins énergétiques, ce qui a des conséquences sur le poids de l'œuf. En effet, lors d'une dilution ou d'un enrichissement de l'aliment en énergie, la variation de l'ingéré est une fonction linéaire de la variation de la concentration énergétique de l'aliment (Valkonen et al., 2008).

4.4.1.1.2.2. Effet de la teneur en protéines :

Le poids moyen de l'œuf est fonction de la quantité de protéines ingérées (Valkonen et al., 2008).

La méthionine est le premier acide aminé limitant dans les aliments destinés aux poules pondeuses (Narvaerz-Solarte et al., 2005).

4.4.1.1.2.3. Effet des acides gras :

Une grande part des liquides alimentaires est utilisée pour la synthèse des lipides du jaune, en agissant à la fois sur l'intensité de la vitellogenèse et la composition des dépôts. Les matières grasses alimentaires influencent le poids de l'œuf. L'effet le plus connu est celui de l'acide linoléique (Balnave et Weatherup, 1974). Les apports recommandés en acide linoléique dans l'aliment se situent autour de 1% (Grobas et al., 1999).

4.4.1.2. Proportions d'albumen et du jaune :

L'évolution des proportions du jaune et d'albumen est liée principalement à l'âge. Par exemple, chez la poule ISA Brown, entre les périodes 20-26 semaines et de 54-60 semaines, la proportion du jaune augmente de 23,1 à 28,1% tandis que la proportion d'albumen décroît de 63,8 à 59,2% (Zita et al., 2009). Les effets nutritionnels, quant à eux, sont beaucoup plus réduits.

Les proportions des constituants de l'œuf peuvent être légèrement modifiées par la teneur en protéines de l'aliment. Le pourcentage d'albumen est réduit au profit du jaune (0,4 point) avec un aliment moins riche en protéines (13 vs 16) (Penz et Jensen, 1991). L'enrichissement de l'aliment en acide linoléique entraîne une légère diminution de la proportion du jaune au profit de l'albumen (Grobas et al., 1999).

4.4.1.3. Couleur du jaune :

Chez la poule, l'efficacité de coloration pour le jaune d'œuf est très variable d'un caroténoïde à un autre, car elle est influencée par l'absorption intestinale, le transfert plasmatique, l'efficacité d'exportation dans les tissus et le métabolisme de dégradation des caroténoïdes (Nys, 2010) (figure 23).



Figure 23 : Jaunes d'œufs de différentes intensités de couleur (Jacob et Pescatore, 2009).

4.4.1.4. Qualité de la coquille :

Le calcium est un nutriment clé de la solidité de la coquille (Nys, 2010). Hartel (1990) indiquent que les besoins en calcium alimentaire sont de l'ordre de 0,9 à 1,2% de la ration pour la période de croissance durant la phase poulette, 2-2,5% pour le stockage l'os médullaire, environ deux semaines avant la ponte, et de 3,5-4% pour la formation de l'œuf en période de ponte.

Les acides gras peuvent s'associer au calcium et au magnésium dans le tractus gastro-intestinal et former des savons insolubles particulièrement lorsque ces acides gras sont saturés. Une augmentation du niveau de calcium alimentaire et l'incorporation de grandes quantités de graisses notamment désaturées (10%) provoquent chez la poule la formation de savon dans l'intestin et une diminution de la rétention calcique (Atteh et Leeson, 1985). Il est également bien établi qu'un excès de phosphore dans l'aliment pénalise la qualité de la coquille. C'est pourquoi les recommandations d'apport en phosphore (0,28% de phosphore non phytique) ont été réduites notablement il y a une vingtaine d'années, sous l'influence du groupe européen d'alimentation minérale de l'association mondiale d'aviculture (Nys, 2001).

Un kg d'aliment standard de poules pondeuses, à base de maïs et de soja, contient 30 mg de Zn, 6 mg de Cu et 20 mg de Mn. Ces niveaux évitent une carence provoquant des anomalies importantes de la coquille. Mais il est d'une pratique courante de supplémenter les poules avec ces trois éléments. La supplémentation en Mn (50 à 80 mg.kg⁻¹ d'aliment) est particulièrement intéressante, car elle améliore la solidité de la coquille. Cette supplémentation augmente le poids de coquille, mais aussi ses propriétés mécaniques, indépendamment de l'effet sur la quantité de matériau (Mabe et al., 2003).

4.4.2. Effet de l'âge de la poule :

4.4.2.1. Poids d'œuf et part des compartiments :

Le poids des œufs d'une jeune poule atteint 60 g à 26 semaines puis tend à se stabiliser à 65 g à partir de 50 semaines. Il s'élève à environ 68 g vers 80 semaines d'âge (Beaumont et al., 2010). L'évolution du poids de l'œuf avec l'âge de la poule est accompagnée de l'évolution de différents compartiments principaux de l'œuf (coquille, blanc et jaune) (Ternes et al., 1994). Les variations du poids de l'œuf au cours de l'année de ponte de la poule ainsi que de la part relative des différents compartiments affecte le rapport blanc/jaune (tableau 8). Cette proportion constitue la source la plus importante de variation de la composition d'œuf, du fait de la composition très différente de ces deux

compartiments. Cependant, la sélection génétique a réduit la variabilité de la part des compartiments de l'œuf en fonction de l'âge, comparé à des souches plus anciennes (Curtis et al., 2005).

Tableau 8 : Evolution du poids de l'œuf et des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production (Ternes et al., 1994).

Âge (semaines) Compartiments	34/35		50/51		70/71	
	(g)	%	(g)	%	(g)	%
Œuf	61	/	66	/	68	/
Jaune	16	26	19	29	20	29
Coquille	6,1	10	6,6	10	6,7	9,85
Blanc	39	63	41	61	41	61
Rapport blanc/ jaune	2,4		2,2		2,1	

4.4.2.2. Couleur du jaune :

La couleur de la coquille, notamment pour les œufs bruns, s'éclaircit avec le vieillissement des poules (Mills et al., 1991).

Des défauts de présentation de coquilles peuvent être observés chez des poules jeunes en début de production malgré les efforts en sélection (Sauveur, 1988).

4.4.2.3. Solidité de la coquille :

Le taux d'œufs cassés et fêlés est faible en début de production puis augmente au cours du cycle de ponte, pour atteindre à la fin d'une année de production des valeurs autour de 12% voire 20% de certains élevages, selon les conditions de management, d'alimentation et d'environnement (sauveur, 1988).

A un âge donné lorsque le poids de l'œuf augmente, la part de coquille diminue également : à 37 semaines, la coquille augmente de 5,3 à 6,1 g si le poids de l'œuf varie de 56 à 66 g. Il est noté cependant que la durée de dépôt de la coquille ne varie pas avec l'âge de la poule, alors que l'intervalle entre deux ovipositions s'accroît notablement au fur et à mesure que l'intensité de ponte diminue (Nys, 1986).

4.4.2.4. Qualité physique et caractéristiques fonctionnelles :

Parallèlement à l'augmentation du poids de l'œuf au cours du cycle de ponte, la part du blanc épais s'accroît au détriment du blanc liquide interne. La qualité moyenne de

l'albumen (unité Haugh qui reflète la part du blanc épais) régresse avec le vieillissement du troupeau (Sauveur, 1988 ; Curtis et al., 2005).

La structure de la membrane périvitelline se change également avec l'augmentation de la taille de follicule. En fin de ponte, sur de gros œufs, la capacité de cette membrane à garder son intégrité peut alors être réduite induisant une détérioration plus rapide du jaune d'œuf. Par conséquence, le jaune d'œuf se casse facilement lors de sa séparation du blanc. Curtis et ses collaborateurs en 2005 ont observé une diminution de la résistance de la membrane vitelline de 2,33 à 1,2 g entre le début et la fin de ponte.

4.4.3. Effet de la mue :

En cas de mue forcée après environ un an de production, le poids des premiers œufs pondus lors du second cycle est élevé dès le début de ponte (63-65g environ). Il est moyen en premier cycle de ponte et plafonne à partir du 4^{ème} mois du deuxième cycle de ponte (Sauveur, 1988 ; Ahmed et al., 2005).

4.4.3.1. Qualité interne de l'œuf :

De même que pour un 1^{er} cycle de ponte, les changements de proportion des compartiments d'œuf sont accentués après une mue. La réduction du rapport blanc/jaune est davantage accentuée lors d'un 2^{ème} cycle de ponte. Les œufs de 2^{ème} cycle de ponte relativement plus riches en jaune, sont donc très intéressants pour l'extraction et/ou le traitement du vitellus. La qualité de l'albumen se révèle également améliorée après une mue mais se dégrade plus rapidement au cours du deuxième cycle (Sauveur, 1988).

4.4.3.2. Solidité et forme de la coquille :

De nombreuses publications démontrent une amélioration de la qualité des coquilles d'œufs après la mue et notamment, après une mue artificielle (Bell, 2003). Selon certains auteurs cette amélioration après la mue est associée à celle de l'épaisseur de la coquille (Garlichet al., 1984). Par contre, Ahmed et al. (2005) ont montré, en comparant un échantillon d'œuf de même taille et de même poids de coquille, que la mue améliore les propriétés mécaniques de la coquille indépendamment de son épaisseur.

4.4.4. Impact de la température :**4.4.4.1. Poids de l'œuf :**

Une élévation de la température d'élevage au-delà de 16°C se traduit par une réduction du poids d'œuf qui est curvilinéaire. La diminution varie de 0,4g/°C à près d'1g/°C pour des températures supérieures à 25°C (Travel et al., 2010).

4.4.4.2. Part des compartiments d'œuf :

Lorsque la température ambiante augmente le poids de l'œuf mais également ceux de ses constituants sont affectés : le poids du blanc est immédiatement diminué alors que la réduction de celui du jaune apparaît progressivement 6 à 7 jours après l'introduction du stress thermique compte tenu de la durée de dépôt du vitellus. Après quelques jours, la part du jaune semble être aussi affectée que celle de blanc (Sauveur et Picard, 1987).

La qualité initiale de l'albumen (unité Haugh) est peu altérée par une forte température ambiante. Néanmoins, la hauteur du blanc diminue rapidement après la ponte si l'œuf reste trop longtemps stocké dans cet environnement chaud : c'est donc un effet direct de fortes températures sur l'œuf après la ponte (Sauveur et Picard, 1987).

4.4.4.3. Qualité de la coquille :

Des poules soumises à de fortes température (32-35°C) réduisent de 6 à 30% leur quantité de coquille, de 17 à 34% leur consommation alimentaire et de 6 à 13% leur poids d'œuf (Nys, 1995). La chaleur entraîne une diminution de l'épaisseur de coquille et, par conséquent, augmente le risque de casse. La dégradation de la qualité de coquille est moindre lorsque la chaleur est cyclique comparée à une forte chaleur constante (Balnave et Brake, 2005).

4.4.5. Influence des programmes lumineux :

Les principaux éléments décrivant l'influence des programmes lumineux sur la qualité de l'œuf sont la maturité sexuelle, la photopériode et les cycles ahéméraux.

- Maturité sexuelle :

La fonction sexuelle et la mise en place du cycle reproducteur des poulettes sont stimulées par les programmes lumineux appliqués durant la période d'élevage.

En élevage des poules pondeuses, une maturité sexuelle trop précoce induit la ponte de petits œufs, une plus grande fragilité de coquille, des troubles de l'oviposition ainsi que l'apparition de doubles ovulations (Sauveur, 1996).

- Photopériode :

L'utilisation d'un programme d'une seule photopériode/jour, cas des programmes classiques, la durée de la photopériode affecte principalement la fréquence des œufs pré-fêlés *in utero* et des œufs déformés. L'utilisation de périodes claires de 15 h plutôt que 18 h réduit de moitié la fréquence des œufs pré-fêlés *in utero*. En effet, un programme de 15 h plonge les poules dans l'obscurité en fin de journée, ce qui réduit leur activité durant les premières heures de calcification, au cours desquelles la coquille en formation se révèle encore très fragile (Sauveur et Picard, 1987).

- Cycles ahéméraux :

Ces cycles correspondent à des cycles jour/nuit qui ne durent pas 24 h (Kouba et al., 2010). Ils correspondent à une photopériode quotidienne distribuée en une seule fois mais dont la durée « jour + nuit » est légèrement inférieure ou supérieure à 24 h. Deux types de cycles ahéméraux sont distingués (Sauveur et Picard., 1987 ; Shanawany, 1990 ; Sauveur, 1996) :

- Cycles ahéméraux supérieurs à 24 h :

Ces cycles correspondent à une durée (jour + nuit) supérieure à 24 h. Dans ces cycles, le poids d'œuf s'accroît du fait de l'augmentation du temps passé dans l'oviducte : de 4-5% pour les cycles de 26 h, 6-8% pour 27 h et jusqu'à 11% pour ceux de 28 h ; le poids du jaune et du blanc augmente simultanément alors que l'épaisseur de l'albumen (unités Haugh) diminue. Ces longs nycthémères augmentent le poids de coquille en raison de l'accroissement du temps de séjour de l'œuf en formation dans l'utérus.

- Cycles ahéméraux inférieurs à 24 h :

Ces cycles courts améliorent la coïncidence entre la période claire pendant laquelle les poules consomment l'aliment contenant le calcium et la période sombre pendant laquelle se forme la coquille. L'épaisseur de la coquille est améliorée de 5% avec ce type de cycle court (< 24 h) qui ne désynchronise pas les ovipositions du troupeau.

4.4.6. Effet de l'héritabilité :

La perspective de l'abandon de la cage conventionnelle en 2012 dans l'Union européenne et le développement de modes de production alternatifs suscitent des questions sur la pertinence des paramètres génétiques estimés sur des animaux élevés en cages individuelles. La sélection des pondeuses au sol représente actuellement un nouvel enjeu pour le sélectionneur : avec les techniques actuelles, l'utilisation de nids- trappe induit une

perte d'information et réduit la valeur des héritabilités. La définition de méthodes et de critères de sélection pour la ponte au sol suscite de nouveaux travaux où la qualité de l'œuf, en particulier sanitaire, devra également être prise en compte (Beaumont et al., 2010).

4.4.6.1. Solidité de la coquille :

Présente une héritabilité élevée (0,53) et une forte corrélation favorable avec les mesures classiques de résistance de la coquille. De plus, elle peut être utilisée comme un prédicteur de la probabilité de casse à l'emballage (Bain et al., 2006).

4.4.6.2. Composantes quantitatives de l'œuf :

Le poids moyen de l'œuf est réparti en trois composantes : la coquille (9,5%), le vitellus (26,5%) et l'albumen (63%). Cette répartition peut varier en fonction de l'origine génétique de la poule, de son âge et de facteurs du milieu. Le croisement peut avoir un effet significatif sur les taux d'albumen et de vitellus mais pas sur le pourcentage de coquille ni sur la force de rupture (Tixier-Boichard et al., 2006).

4.4.6.3. Qualité technologique :

L'une des exigences technologiques des entreprises agroalimentaires est d'avoir des valeurs d'unités d'Haugh élevées pour éviter toute erreur liée à la fraîcheur des œufs. Ce caractère présente une héritabilité moyenne quel que soit le type de souche. Les autres critères de qualité notés en même temps que les unités Haugh sont la présence de taches de sang et d'inclusions dites « de viande ». Ces caractères ont une héritabilité faible, de l'ordre de 0,09. La qualité du jaune peut se traduire par la mesure de la couleur. Ce critère n'est que très peu héritable, il dépend surtout de la quantité et de la couleur des pigments ingérés par la poule, ce qui n'en fait pas un critère intéressant pour les sélectionneurs (Beaumont et al., 2010).

Chapitre II

MATERIEL ET METHODES

Matériel et méthodes

1. Zone et période d'étude :

L'étude s'est déroulée dans onze communes (Arris, Batna, Merouana, El Madher, N'Gaous, Aïn Djasser, Aïn Yagout, Ichmoul, Aïn Touta, Timgad, Seriana) de la wilaya de Batna durant la période d'Avril 2015 à Avril 2016. Cette région se situe au Nord-Est de l'Algérie, s'étend sur une surface de 1201947 ha. Elle appartient à un étage bioclimatique semi-aride. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (janvier) est de 0,9°C et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (juillet) est de 35,4°C. Le couvert végétal de la région se caractérise par des forêts de *Cedrus atlantica* mêlées au chêne vert *Quercus ilex* (Guettala, 2009).

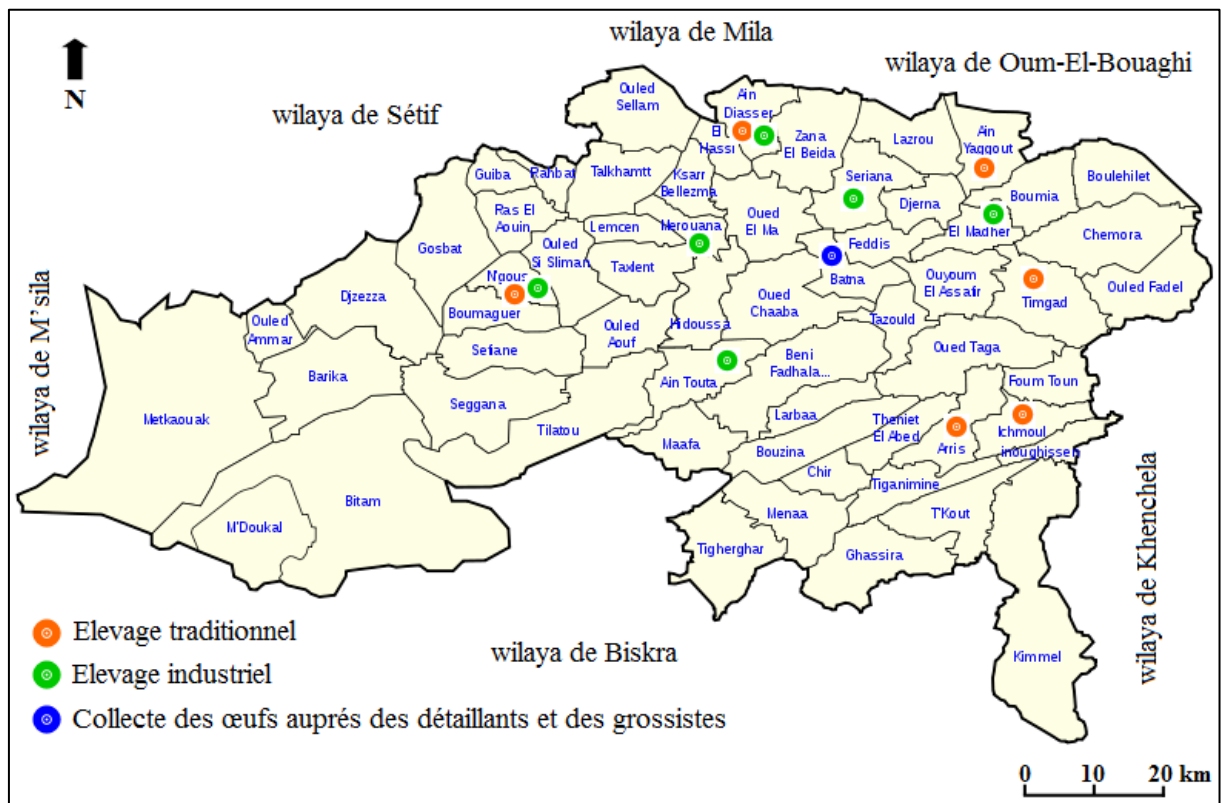


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude (Wikimedia commons, 2011).

2. Etude descriptive des modes d'élevage dans la région de Batna :

Notre étude a porté sur 91 élevages appartenant à deux modes d'élevage différents : élevage traditionnel (élevage fermier) et élevage industriel (élevage en batterie). Ces élevages sont répartis comme suit : élevage traditionnel (76 élevages) et élevage industriel (15 élevages). Ils sont répartis sur onze communes de la wilaya de Batna (tableau 1).

Tableau 1 : Répartition des élevages par mode d'élevage et par commune.

Commune	Nombre des élevages industriels	Nombre des élevages locaux	Total
Aïn Djasser	03	14	17
Aïn Touta	03	00	03
Aïn Yagout	00	01	01
Arris	00	13	13
El Madher	02	00	02
Ichmoul	00	12	12
Merouana	03	08	11
N'Gaous	02	11	13
Seriana	02	00	02
Timgad	00	17	17
Total	15	76	91

Pendant notre visite aux sites d'élevage pour s'approvisionner en œufs frais récemment pondus et qui feront l'objet d'une analyse qualitative, des enquêtes de terrain ont été menées dont l'objectif est de montrer l'effet de différentes conditions de production sur la qualité du produit de chaque mode d'élevage. Autrement dit, il s'agit de retenir les facteurs qu'on l'ignore le plus souvent lorsque on parle des problèmes de qualité d'œufs, c'est-à-dire l'alimentation, l'habitat, l'état sanitaire des animaux, ainsi que les conditions de stockage, de conditionnement et de transport, et leurs influences sur la qualité. C'est pourquoi notre investigation est étendue à des enquêtes de terrain.

Pour le premier mode d'élevage (élevage traditionnel), des enquêtes de terrain ont été menées auprès des familles pratiquant l'aviculture familiale traditionnelle. La collecte des données a été réalisée auprès des fermiers avec remplissage d'un questionnaire rédigé selon la méthode de Fotsa (2008). Au total 76 agriculteurs choisis au hasard pratiquant l'élevage traditionnel des poules ont accepté la collaboration et participent à notre questionnaire. Les questionnaires utilisés durant cette enquête portent sur la description de la situation socio-économique de l'éleveur, les activités de l'éleveur, le système de production de la poule locale, l'utilisation et la commercialisation des produits de l'élevage et enfin les principales contraintes rencontrées et les perspectives de développement proposées par les éleveurs (annexe 01).

Pour l'élevage industriel, au total 15 exploitations ont été enquêtées durant notre étude. Les exploitations étudiées ont été choisies sur le critère de la collaboration de l'éleveur. Des entretiens avec les éleveurs ont été réalisés sur la base d'un questionnaire qui a été remplis lors de notre visites aux élevages. Ces questionnaires portent sur l'identification des caractéristiques socioprofessionnels des éleveurs et celles des élevages, les conditions de la conduite des élevages, aspect prophylactique et médical et enfin les conditions de conditionnement, de stockage et de transport (annexe 02).

3. Etude de la qualité des œufs :

Un total de 1137 œufs répartis en 574 œufs issus d'élevages traditionnels et 563 œufs issus d'élevages industriels ont été analysés dans le but de mettre en relief les caractéristiques de la qualité des œufs issus de différents modes d'élevage dans la région de Batna. Pour cela trois niveaux d'étude ont été ciblés à savoir les sites d'élevage, les grossistes et les collecteurs des œufs locaux et en fin les détaillants (Tableau 2).

Tableau 2 : Nombre d'œufs et zone d'approvisionnement en œufs.

Niveau d'étude	Nombre d'œufs	Zone (communes)
Site d'élevage industriel	188 œufs	Aïn Djasser, Aïn Touta, El Madher, Merouana, N'Gaous
Grossistes	187 œufs	Batna
Détaillants	188 œufs	Batna : épicerie, superettes et boucheries
Site d'élevage traditionnel des poules locales	189 œufs	Aïn Djasser, AïnYagout, Ichmoul, N'Gaous, Timgad, Arris.
Collecteurs	195 œufs	Aïn Djasser, Timgad, Arris
Détaillants des œufs locaux	190 œufs	Aïn Djasser, Batna, Seriana.

4. Matériels :

Le matériel utilisé pour l'étude des conditions de stockage et la détermination de la qualité interne et externe des œufs est le suivant (figure 2, 3, 4) :

- Un thermomètre infrarouge (TIA 101) a été utilisé pour mesurer la température des œufs.
- Une balance électronique (KERN) a été utilisée pour les différentes pesées.

- Une balance électronique (KERN) de haute précision a été utilisée dans certaines pesées.
- Bêchers de 50 ml ont été utilisés lors de la pesée de certains constituants de l'œuf.
- Un pied à coulisse digital (Mitutoyo) a été utilisé pour mesurer certaines dimensions (longueur, largeur, épaisseur).
- Un appareil de mesure d'unités Haugh (Compact Haugh Unit Meter 2.0).
- Un éventail colorimétrique DSM a été utilisé pour déterminer la couleur du jaune d'œuf.
- Table en verre sur laquelle l'œuf est cassé pour faire les différentes mesures à étudier.
- Une raclette a été utilisée pour nettoyer la table en verre de l'œuf après l'achèvement de la mesure de la qualité.
- Une étuve (Esco) a été utilisée pour sécher les coquilles d'œufs.



Figure 2 : Matériels utilisés dans l'étude de la qualité des œufs.

(1-Balance, 2- Compact Haugh Unit Meter, 3- Micromètre tripode, 4- Table en verre, 5- Récipient, 6- Raclette, 7- Eventail colorimétrique DSM, 8- Pied à coulisse).



Figure 3 : Etuve utilisée pour le séchage de la coquille.



Figure 4 : Thermomètre infrarouge pour mesurer la température des œufs.

5. Méthodes d'analyse :

Les œufs récoltés issus de deux modes d'élevage ont été transportés et analysés au laboratoire de nutrition et biochimie alimentaire au niveau du département de technologie alimentaire et ils ont fait l'objet d'un certain nombre d'analyses pour déterminer les caractéristiques de leur qualité interne et externe.

5.1. Poids de l'œuf :

Après numérotation, les œufs ont été pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique (Kern 400) avec une précision de $\pm 0,1\text{g}$ (figure 5).



Figure 5 : Numérotation et pesée des œufs.

5.2. Index de forme :

L'index de forme est une caractéristique physique ayant pour objectif la caractérisation de la géométrie de l'œuf (Nys, 2010). La longueur et la largeur des œufs ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse (Mitutoyo) avec une précision de $\pm 0,01\text{ mm}$ (figure 6).

L'index de forme de chaque œuf a été calculé en utilisant la largeur et la longueur d'œuf à l'aide de la formule telle que décrite ci-dessous (Monira et al., 2003 ; Anderson et al., 2004 ; Egahi et al., 2013 ; Xiao et al., 2014 ; Hanusová et al., 2015) :

$$\text{IF} = D/L$$

IF = index de forme.

D = largeur de l'œuf (diamètre petit axe : mesuré à l'équateur) (mm).

L = longueur de l'œuf (grand axe) (mm).

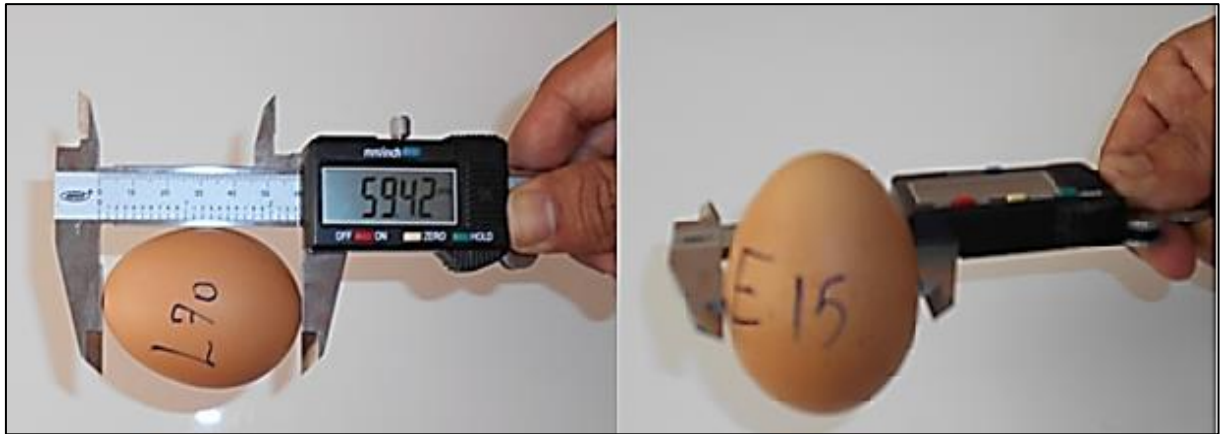


Figure 6 : Mesure de l'index de forme des œufs à l'aide du pied à coulisse.

5.3. Poids de la coquille :

Après le cassage des œufs, les coquilles ont été lavées par l'eau, séchées à température ambiante puis séchées à 100 °C pendant 4 heures dans l'étuve et pesées dans une balance de haute précision selon la méthode décrite par Silversides et Budgell (2004) (figure 7).



Figure 7 : Pesée de la coquille à l'aide d'une balance de haute précision.

5.4. Epaisseur de la coquille :

L'épaisseur de la coquille avec les membranes coquillières a été mesuré à l'aide du pied à coulisse au niveau de trois endroits : une mesure à l'extrémité pointue, une deuxième à l'extrémité arrondie et une dernière à l'équateur (figure 8). La valeur de l'épaisseur est obtenue par la moyenne de ces trois mesures (Çağlayan et al., 2009 ; Moula et al., 2010 ; Menezes et al., 2012 ; Hanusová et al., 2015).



Figure 8 : Mesure de l'épaisseur de la coquille.

5.5. Index de coquille :

La mesure de l'index se ramène à deux pesées : celle de l'œuf et celle de la coquille, dont la formule est la suivante (Sauveur, 1988 ; Protais, 1994) :

$$I = (C / S) 100 \text{ (g/100 cm}^2\text{)}$$

I = index de coquille (g/100 cm²).

C = le poids de la coquille (g).

S = surface de l'œuf (cm²) où S est évalué à partir de la formule : $S = KP^{2/3}$.

P = poids de l'œuf (g).

K = 4,67 pour les œufs inférieurs à 60 g.

K = 4,68 pour les œufs compris entre 60 et 70 g.

K = 4,67 pour les œufs supérieurs à 70 g.

5.6. Unités Haugh :

C'est un critère qui permet d'apprécier la fraîcheur des œufs (Buffet, 2010). Pour calculer les unités Haugh, chaque œuf a été individuellement cassé sur une table en verre, puis la hauteur d'albumen épais a été mesurée à l'aide d'un micromètre tripode (figure 9) immédiatement après l'ouverture de l'œuf, à mi-chemin entre le jaune et le bord externe du blanc épais selon la méthode de Mertens et al. (2010).

La valeur de la mesure est lue à partir de l'afficheur de l'appareil de mesure d'unités Haugh (figure 10). Les unités Haugh ont été calculées en utilisant la formule donnée ci-dessous (Silversides, 1994) :

$$\text{Unités Haugh (UH)} = 100 \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)$$

P : le poids de l'œuf (g).

H : la hauteur de l'albumen (mm).

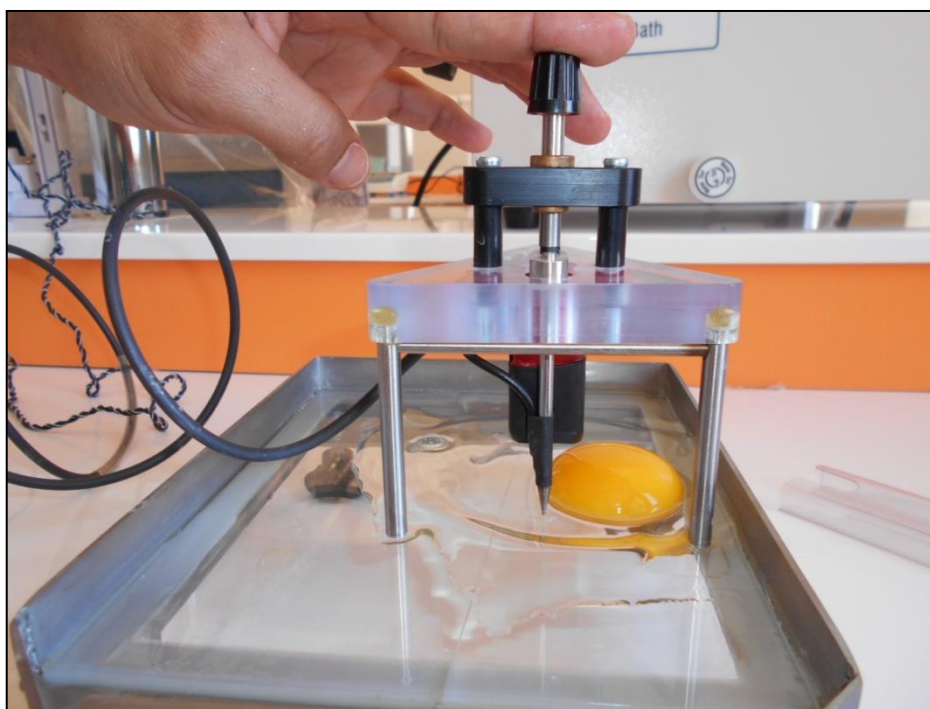


Figure 9 : Mesure de la hauteur d'albumen épais à l'aide d'un appareil de mesure d'unités Haugh.



Figure 10 : Afficheur de la valeur de l'hauteur de l'albumen épais.

5.7. Couleur du jaune :

La couleur du jaune a été mesurée en utilisant un éventail colorimétrique « Echelle DSM » qui comporte 15 intensités de la couleur jaune variant du jaune clair au jaune orangé (figure 11,12) (Mertens et al., 2010).



Figure 11 : Eventail colorimétrique « échelle DSM ».



Figure 12 : Détermination de la couleur du jaune d'œuf à l'aide d'un éventail colorimétrique « échelle DSM ».

5.8. Poids du vitellus :

Le vitellus a été soigneusement séparé de l'albumen et pesé à l'aide d'une balance électronique (figure 13) selon la méthode décrite par Silversides et Budgell (2004).



Figure 13 : Pesée du jaune d'œuf.

5.9. Poids d'albumen :

Le poids d'albumen a été calculé indirectement par différence entre le poids de l'œuf et le poids du vitellus selon la méthode décrite par plusieurs auteurs (Scott et Silversides, 2000 ; Silversides et Budgell, 2004 ; Moula et al., 2010).

5.10. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus :

Ces trois critères ont été mesurés selon les formules suivantes (Silversides et Scott, 2001 ; Çağlayan et al., 2009) :

$$\text{Pourcentage de la coquille (\%)} = \text{poids de coquille} / \text{poids d'œuf} \times 100$$

$$\text{Pourcentage d'albumen (\%)} = \text{poids d'albumen} / \text{poids d'œuf} \times 100$$

$$\text{Pourcentage du vitellus (\%)} = \text{poids de vitellus} / \text{poids d'œuf} \times 100$$

5.11. Rapport jaune / blanc :

Le calcul de ce rapport permet d'évaluer la variation de la composition des œufs dont il s'agit essentiellement la variation des deux compartiments respectifs du jaune et du blanc (Sauveur, 1988, 1994 ; Nys, 2010). Il a été calculé selon la formule suivante (Çağlayan et al., 2009) :

$$\text{Rap Jaune/Blanc} = \text{poids du jaune} / \text{poids du vitellus} \times 100$$

5.12. Index du vitellus :

La qualité physique du jaune d'œuf peut être évaluée à travers l'index du jaune, défini par le rapport entre la hauteur et la largeur du jaune (Mertens et al., 2010).

Il a été mesuré sans séparation préalable du blanc et du jaune selon la méthode décrite par Mertens et al. (2010). La hauteur du jaune a été déterminée en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci (Angrand, 1986) (figure 14) et la largeur du vitellus a été mesurée à l'aide de pied à coulisse (figure 15).

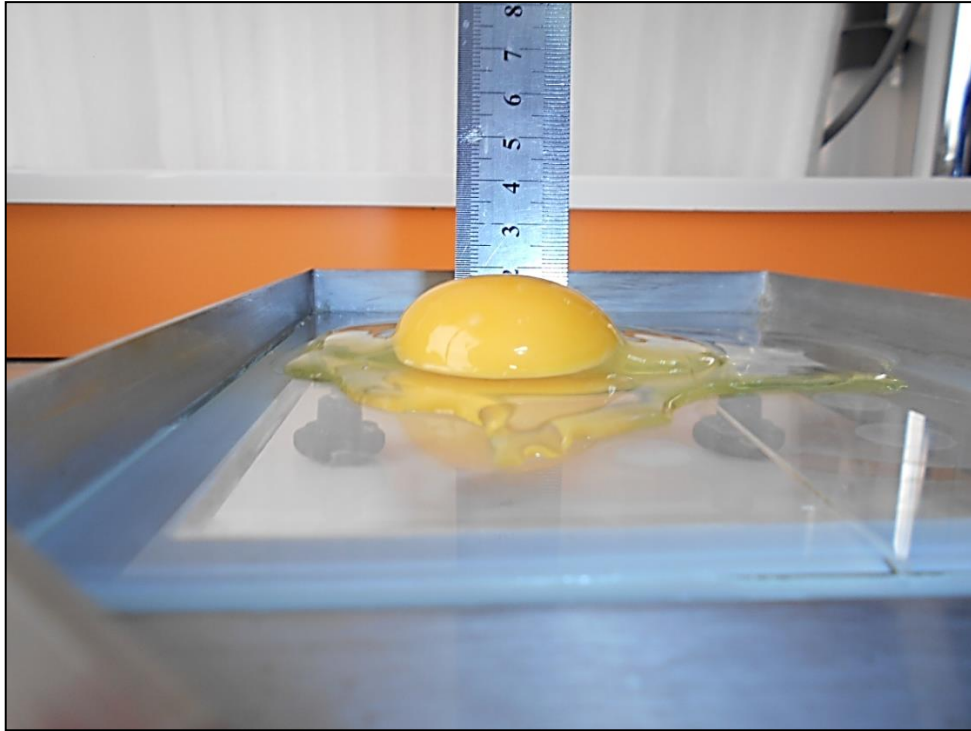


Figure 14 : Mesure de la hauteur du vitellus selon la méthode d'Angrand (1986).

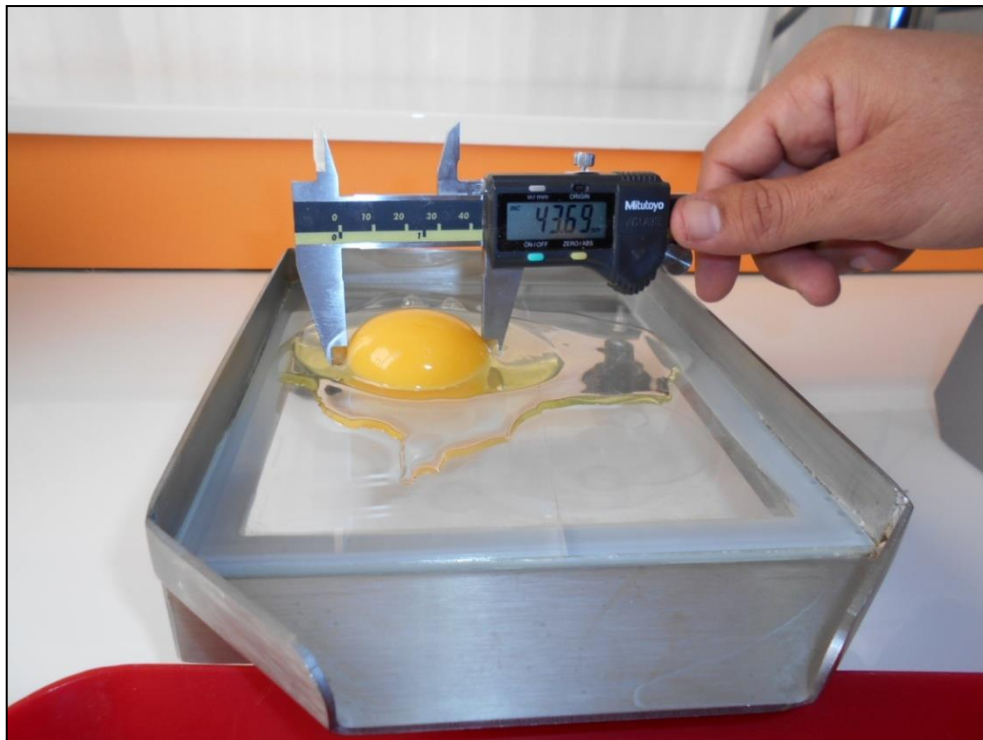


Figure 15 : Mesure de la largeur du vitellus.

L'index du vitellus a été calculé selon la formule suivante (Çağlayan et al., 2009 ; Mertens et al., 2010) :

$$\text{Index du vitellus (\%)} = [\text{hauteur du vitellus (mm)} / \text{largeur du vitellus (mm)}] \times 100$$

5.13. Index d'albumen :

C'est l'une des mesures qui permet d'apprécier les propriétés physiques du blanc (Sauveur, 1988). La mesure de l'index d'albumen se ramène à trois mesures : celle de la hauteur d'albumine (figure 9), la longueur d'albumine (figure 16) et la largeur d'albumine (figure 17). Il a été calculé selon la formule décrite par plusieurs auteurs (Şekeroğlu et Altuntaş, 2008 ; Çağlayan et al., 2009 ; Hanusová et al., 2015) :

$$\text{Index d'albumen (\%)} = [\text{hauteur d'albumen (mm)}] / [(\text{longueur d'albumen (mm)} + \text{largeur d'albumen (mm)}) / 2] \times 100$$

Il a été obtenu en divisant l'épaisseur du blanc qui a été mesuré à l'aide de l'appareil de mesure des unités Haugh par la largeur moyenne du blanc qui a été mesuré à l'aide du pied à coulisse digital (figure 16, 17).



Figure 16 : Mesure de la longueur de l'albumen.

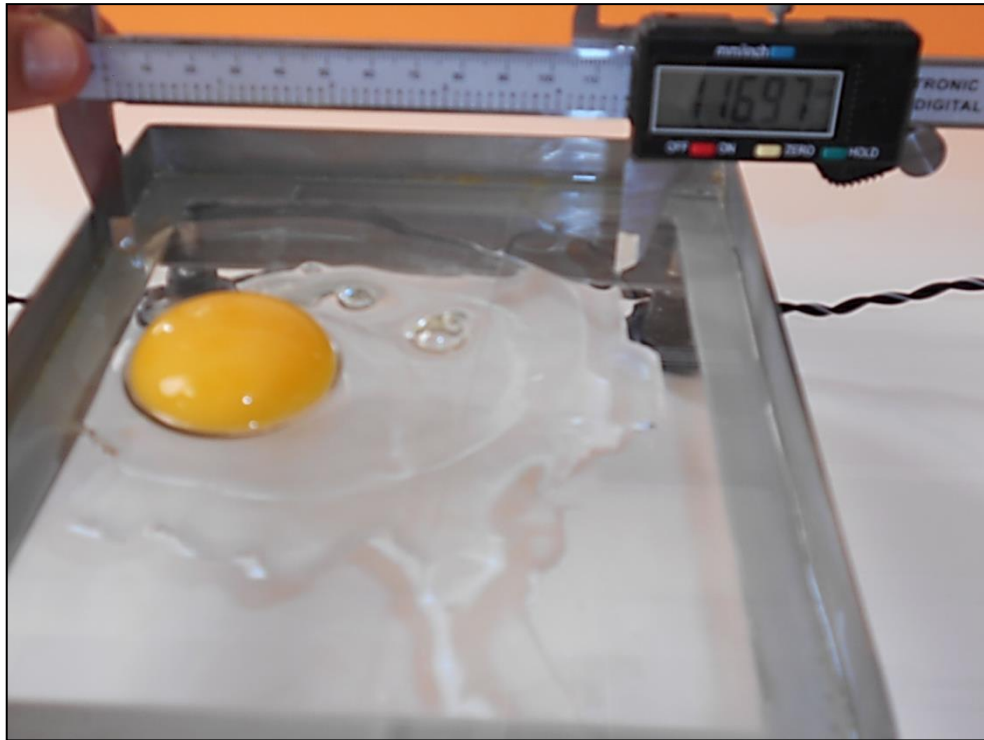


Figure 17 : Mesure de la largeur d'albumen.

5.14. Anomalies des œufs :

Présence des inclusions :

La présence des inclusions, telles que les taches de sang et de viande a été déterminée visuellement après le cassage des œufs (figure 18).

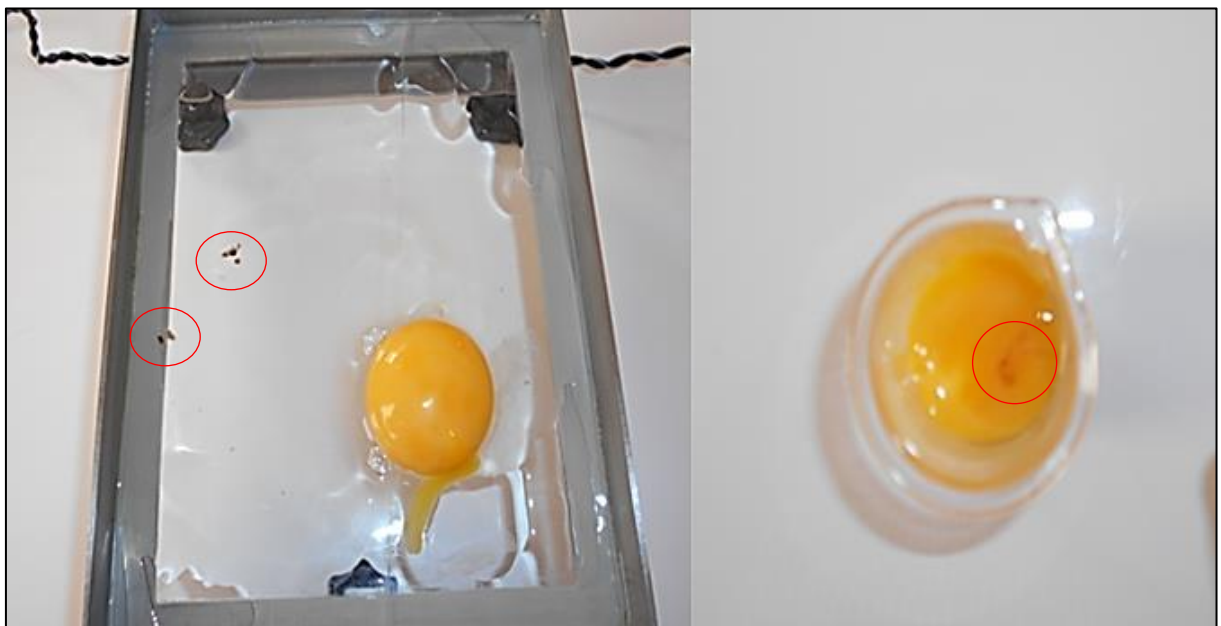


Figure 18 : Présence des tâches de sang (cercles rouges).

5.15. Propreté des œufs :

- **Présence de salissure**

L'un de critère de la qualité le plus important pour le consommateur est l'aspect extérieur de l'œuf, c'est pourquoi les coquilles des œufs doivent être propres et intactes (Buffet, 2010 ; Mertens et al., 2010). Des défauts tels que la présence des taches de sang sur la coquille ou la présence de matières fécales ont été observés et comptabilisés durant notre étude (figure 19).



Figure 19 : Présence de salissure sur la coquille des œufs (matières fécales ou taches de sang).

5.16. Répartition des catégories de poids : classification des œufs selon la taille

Les œufs ont été classés en quatre catégorie de taille selon leurs poids en se basant sur la classification de l'Union européenne (Mertens et al., 2010).

5.17. Mesure de la température au moment de la récupération des œufs :

Afin de déterminer la température de chaque œuf, un thermomètre infrarouge a été utilisé au moment de la collecte des œufs.

6. Analyse des résultats :

Les résultats de l'enquête ont été analysés en utilisant le pourcentage descriptif. Les résultats obtenus ont été traités à l'aide d'un logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), version 20. Les tests qui ont été utilisés sont l'analyse de la variance (ANOVA) et le test « t » de STUDENT.

Chapitre III

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats et discussion

1. ETUDE DESCRIPTIVE DES MODES D'ELEVAGE DANS LA REGION DE BATNA :

1.1. Etude descriptive du mode d'élevage industriel :

1.1.1. Caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs :

Les caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs pratiquant l'élevage industriel des poules pondeuses dans la région de Batna sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Caractéristiques socioprofessionnelles des éleveurs pratiquant l'élevage industriel des poules pondeuses dans la région de Batna.

Caractéristiques	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Niveau de scolarisation		
Sans scolarisation	00	00
Primaire	01	6,67
Fondamentale	05	33,33
Secondaire	07	46,67
Universitaire	02	13,33
Ancienneté		
1-5 ans	08	53,34
6-10 ans	05	33,33
11-15 ans	02	13,33
Formation en aviculture		
Oui	00	00
Non	15	100
Apprentissage de l'activité		
Par soi-même	12	80
Par proches	3	20

Les résultats obtenus de l'enquête réalisé au niveau de 15 élevages industriels des poules pondeuses dans la région de Batna montrent qu'une grande catégorie des éleveurs 46,67% ont un niveau de scolarisation secondaire suivie par la catégorie des éleveurs qui ont un niveau de scolarisation fondamentale 33,33%. Les éleveurs ayant un niveau de scolarisation primaire représentent le pourcentage le moins élevé 6,67% alors que ceux qui

ont un niveau de scolarisation universitaire représente uniquement 13,33%. Pour l'ancienneté, 53,34% des éleveurs ont une ancienneté comprise entre 1 et 5 ans, 33,33% des éleveurs ont une ancienneté comprise entre 6 et 10 ans et 13,33% des éleveurs ont une ancienneté comprise entre 11 et 15 ans. Tous les éleveurs enquêtés conduisent leurs élevages sans formation en aviculture et conduisent leurs élevages en se basant sur leur propre savoir-faire, leurs expériences et sur les orientations et les conseils des vétérinaires privés de la région. L'enquête fait ressortir que 80% des éleveurs enquêtés ont appris cette activité d'élevage des poules pondeuses par eux même et 20% des éleveur ont déclaré que cette activité est transmise par leurs proches (parents et membres de la famille).

1.1.2. Description des caractéristiques des élevages :

Les résultats des différentes caractéristiques étudiées dans la présente enquête sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Caractéristiques des élevages industriels des poules pondeuses dans la région de Batna.

Caractéristiques	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Type d'élevage		
Au sol	00	00
En batteries	15	100
Effectif d'élevage		
Moins de 8000	3	20
8000-12000	8	53,33
13000-15000	4	26,67
Souches		
ISA Brown	11	73,33
Lohmann Brown	4	26,67
Durée de production		
Moins de 50 semaines	00	00
Plus de 50 semaines	15	100

1.1.2.1. Type d'élevage :

Le type d'élevage constaté en élevage industriel des poules pondeuses dans la région de Batna est l'élevage en cages conventionnelles dites « élevages en batteries ».

1.1.2.2. Capacité d'élevage :

Les effectifs des poules pondeuses, au sein des bâtiments d'élevage, sont compris entre 4200 et 15 400 poules pondeuses. Ces effectifs sont inférieurs à ceux rapportés par Alloui et al. (2003) et compris entre 10 000 et 30 000 poules pondeuses, et moyens à ceux rapportés par Heleili (2011) qui a rapporté un effectif qui varie entre 2400 et 50 000 poules pondeuses dans la région de Batna. La différence observée entre les effectifs, enregistrés dans notre étude et ceux enregistrés dans les autres études (Alloui et al., 2003 ; Heleili, 2011), peut être expliquée par le nombre réduit des élevages sélectionnés pour notre étude et suite à une régression de l'élevage industriel. Cette régression peut être due à la baisse de l'investissement dans le domaine de l'aviculture en raison de la suppression de la subvention à la filière par l'état, de la faiblesse des capacités financières des éleveurs et des différents obstacles rencontrés au niveau bancaire (Mahmoudi et al., 2015).

1.1.2.3. Souche de poules pondeuses :

Notre enquête montre que la souche la plus utilisée en élevage des poules pondeuses est la souche ISA Brown (73,33%) suivie par la souche Lohmann Brown (26,67%) (tableau 3). Ferrah (1997) a cité que la souche ISA Brown est la souche la plus répandue en Algérie.

Tableau 3 : Souches utilisées en élevages industriels des poules pondeuses dans la région de Batna.

Souche	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
ISA Brown	11	73,33
Lohmann Brown	4	26,67

1.1.2.4. Durée de production :

Tous les éleveurs enquêtés ont déclaré que la durée de production de leurs élevages des poules pondeuses dans les années passées est comprise entre 52 et 60 semaines et dépend en premier lieu de la rentabilité de l'élevage. Un des éleveurs a rapporté qu'il était obligé de réformer son élevage l'année précédente à l'âge de la trente-neuvième semaine de production en raison de la non rentabilité de l'élevage. Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de la non rentabilité des élevages tels que l'état sanitaire des troupeaux, le coût de l'aliment, les différentes charges et le prix bas de vente au marché.

1.1.3. Conduite d'élevage :

1.1.3.1. Bâtiments :

La description des bâtiments utilisés pour les élevages industriels dans la région de Batna est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Description des bâtiments des élevages industriels dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre	Pourcentage (%)
Matières de construction des murs		
Parpaings	10	66,67
Briques	5	33,33
Matières de construction du sol		
Béton	15	100
Autres	00	00
Matières de construction de la toiture		
Plaques de tôle, de zinc ou de ténit		
Oui	15	100
Non	00	00
Présence de matières isolantes		
Au niveau de toiture		
Oui	00	00
Non	15	100
Au niveau des murs		
Oui	00	00
Non	15	100

Dans tous les élevages enquêtés, les bâtiments d'élevage sont structurés d'une toiture fixée sur une charpente métallique et recouverte de plaques de tôles, de zinc ou d'éternit. Les murs sont construits dans 66,67% des élevages enquêtés par des parpaings et 33,33% par des briques recouverts d'une couche de ciment. Aucune matière isolante au niveau des toitures ou des murs est utilisée pour assurer une bonne isolation thermique. Dans tous les élevages le sol est conçu en béton. Les dimensions des fenêtres et leurs nombres sont différents d'un élevage à un autre.

1.1.3.2. Equipements :

Les différents équipements utilisés en élevages industriels des poules pondeuses sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Description des équipements des bâtiments en élevages industriels dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Type de batterie		
Conventionnelle de type « californienne »	15	100
Autre	00	00
Présence d'extracteurs d'air		
Oui	15	100
Non	00	00
État de fonctionnement (extracteurs)		
Fonctionnel	24	80
Non fonctionnel	6	20
Présence de système de refroidissement		
Oui	15	100
Non	00	00
État de fonctionnement (système de refroidissement)		
Fonctionnel	8	53,33
Non fonctionnel	7	46,67
Présence de racleur de fiente		
Oui	15	100
Non	00	00

Tous les bâtiments sont disposés de batteries conventionnelles de type «californienne», équipées d'un système d'abreuvement et de mangeoires d'alimentation. En dessous de chaque batterie il existe une fosse à fiente. Dans tous les élevages enquêtés les fosses à fiente sont munies des racleurs automatiques qui assurent l'évacuation des déjections des poules dans des fosses collectrices à l'extérieur des bâtiments d'élevage. Tous les élevages enquêtés sont équipés des extracteurs d'air pour assurer le renouvellement de l'air

dont 20% sont non fonctionnels. Seulement 53,33% des élevages sont munis d'un système de refroidissement fonctionnel.

1.1.3.3. Densité :

Dans tous les élevages, la densité est de 4 à 5 sujets par cage ce qui correspond à une surface de 500 cm² pour chaque poule. Cette surface est supérieure à celle recommandée par les directives européenne (450 cm² pour chaque poule) mais inférieure à celle recommandée en 2003 qui a alloué 550 cm² pour chaque poule (Kouba et al., 2010).

1.1.3.4. Alimentation :

L'aliment est acheté préparé du commerce dans 86,67% des élevages alors que dans 13,33% des élevages, il est préparé au niveau de l'exploitation (tableau 6) où la formulation est préinscrite par le vétérinaire. D'après les déclarations des éleveurs, la quantité moyenne d'aliment distribuée quotidiennement est de 112,2 g/sujet. Cette dernière est recommandée à la souche Lohmann Brown et ceci selon le guide d'élevage de cette souche (110 à 120 g/sujet) (Lohmann Brown, 2016). Cependant, elle est supérieure aux recommandations alimentaires déterminées à 109 g/sujet pour la souche ISA Brown (ISA, 2014). A signaler que la quantité journalière recommandée en élevages industriels des poules pondeuses est comprise entre 115 à 127 g/sujet (INRA, 1989 ; Drogoul et al., 2004). La distribution de l'aliment, dans tous les élevages, est manuelle avec une fréquence d'une fois par jour.

Tableau 6 : Sources d'approvisionnement en aliments en élevages industriels dans la région de Batna.

Source d'approvisionnement en aliment	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Acheté du commerce	13	86,67
Fabriqué au niveau de l'exploitation	2	13,33

1.1.3.5. Facteurs d'ambiance :

La description des différents facteurs d'ambiance des élevages industriels sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Description des facteurs d'ambiance en élevages industriels dans la région de Batna.

Facteurs	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Température		
Présence de thermomètre		
Oui	12	80
Non	03	20
État de fonctionnement		
Fonctionnel	09	75
Non fonctionnel	03	25
Hygrométrie		
Présence d'hygromètre		
Oui	00	00
Non	15	100
Éclairage		
Lampe à incandescence	15	100
Lampe type Nyon	0	0

1.1.3.5.1. Température :

D'après les résultats de notre enquête, les éleveurs n'accordent pas une grande importance à ce facteur. Cela est justifié par l'état du contrôle et de suivi de ce facteur. La présence du thermomètre était enregistrée dans 80% des élevages enquêtés dont 25% d'entre eux ne sont pas fonctionnels (tableau 7).

1.1.3.5.2. Hygrométrie :

Ce facteur est non contrôlé dans tous les élevages du fait de l'absence d'un hygromètre au niveau de tous les bâtiments (tableau 7).

En élevage, une température supérieure à 29 °C réduit l'ingéré alimentaire et entraîne des effets néfastes sur la production et la qualité des œufs (Sauveur, 1988). Cet effet de la température est accentué par un haut degré d'humidité (Balnave et Brake, 2005).

1.1.3.5.3. Eclairage :

Dans tous les élevages l'éclairage dans les bâtiments est assuré par des lampes à incandescence de 40 W dont le système d'éclairage est doté d'une armoire électrique qui permet d'augmenter ou de diminuer l'intensité d'éclairage. S'ajoute à cela la lumière naturelle provenant des fenêtres. La présence des lampes à incandescence non éteintes pendant le jour était constatée dans tous les élevages. En effet, cette pratique est déconseillée du fait que l'éclairement des bâtiments doit être géré en termes de durée et d'intensité lumineuse afin d'éviter les problèmes liés à l'alimentation du fait que la consommation d'aliment est largement influencée par la durée d'éclairement ce qui peut avoir des conséquences négatives sur le poids de l'œuf et la qualité de la coquille ce qui est en accord avec Kouba et al. (2010).

Le luxmètre est absent dans l'ensemble des bâtiments ce qui se traduit par des difficultés de contrôle de l'intensité lumineuse. Une forte intensité lumineuse a été constatée durant notre enquête. Cette constatation a été également enregistré par Heleili (2011). En effet, une forte intensité lumineuse peut être à l'origine de la nervosité des animaux et du picage, ainsi que d'autres problèmes tel que l'accroissement des dépenses d'activité, et donc conduit à une consommation alimentaire excessive (Kouba et al., 2010).

L'insuffisance constatée de l'investissement dans le matériel de maîtrise de l'ambiance (système de refroidissement et d'aération) et de contrôle (sondes de contrôle de la température, de l'hygrométrie et de l'intensité lumineuse) se traduit par des problèmes de maîtrise des facteurs d'ambiance ce qui peut avoir des conséquences négatives sur les performances de ces élevages.

1.1.3.6. Conduite sanitaire :

Les différents paramètres liés à la conduite sanitaire des élevages industriels des poules pondeuses sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Conduite sanitaire des élevages industriels des poules pondeuses.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Présence de barrière autour de l'exploitation		
Oui	12	80
Non	03	20
Présence de pédiluve		
Oui	00	00
Non	15	100
Matières de nettoyage et de désinfection		
Eau de javel + chaux	15	100
Autres matières désinfectantes	4	26,67
Présence d'une zone de mise en quarantaine		
Oui	00	00
Non	15	100
Méthode d'élimination des cadavres		
Incinération et enterrement	15	100
Autres méthodes	00	00
Vaccinateur		
Vétérinaire	08	53,33
Éleveur	07	46,67
Pathologies dominantes		
Maladie de Newcastle	10	66,67
Maladie de Gumboro	06	40
Maladie de Marek	07	46,67

1.1.3.6.1. Prophylaxie sanitaire :

La présence de barrière autour des élevages est enregistrée dans 80% des élevages (tableau 8). La présence de pédiluve n'est pas enregistrée en aucun élevage. Ainsi, dans la plupart des cas, les éleveurs mettent des bacs remplis en eau javellisée mais ils sont souillés.

Les matières utilisées pour le nettoyage et la désinfection des bâtiments sont dans tous les élevages enquêtés la chaux et l'eau de javel. L'utilisation des produits de désinfections tels que les antiseptiques, les composés iodés et les détergents a été enregistrée au niveau de 26,67% des élevages enquêtés (tableau 8).

Durant notre enquête la plupart des éleveurs ont exprimé leur envie de coïncider le début de leurs élevages aux saisons froides pour éviter les différents problèmes liés aux périodes chaudes. Cette situation rend la durée du vide sanitaire tributaire de la décision de l'éleveur et n'est pas celle recommandée par les bonnes pratiques en élevages avicoles. C'est pourquoi la durée du vide sanitaire appliquée dans les différents élevages enquêtés est différentes d'un élevage à un autre. Cette durée est généralement comprise entre 30 et 90 jours.

L'absence d'une zone spécifique consacrée pour la mise en quarantaine des animaux malades est signalée au niveau de tous les élevages enquêtés. Dans tous les élevages, la seule méthode utilisée pour éliminer les cadavres est l'incinération et l'enterrement.

1.1.3.6.2. Prophylaxie médicale :

En aviculture la prophylaxie médicale se fait par des procédés d'immunisation des animaux (vaccination). Dans 53,33% des élevages enquêtés la pratique de la vaccination contre les maladies infectieuses est confiée aux vétérinaires chargés de suivi de leurs troupeaux et 46,67% des éleveurs pratiquent la vaccination par eux même (tableau 8).

1.1.3.6.3. Pathologies dominantes :

Les principales pathologies citées par les éleveurs sont la maladie de Newcastle (66,67%), la maladie de Marek (46,67%) et la maladie de Gumboro (40%). L'ensemble de ces maladies ont également fait l'objet d'une étude qui porte sur les dominantes pathologies aviaires dans la wilaya de Batna (Belkhiri et Amir, 2012).

La prévalence de ces maladies peut être expliquée par l'absence du respect des règles d'hygiène (Alloui et al., 2003) et aux mauvaises pratiques vaccinales (Bennoune et al., 2012).

L'analyse de la conduite sanitaire nous permet de retenir la faiblesse du statut sanitaire des élevages des poules pondeuses dans la zone d'étude en raison de l'absence du respect des normes d'hygiène et du prophylaxie (absence de barrières sanitaires efficaces, non-respect du vide sanitaire, absence de la maîtrise de la vaccination).

La défaillance remarquée dans l'application des règles d'hygiène rend le statut hygiénique des élevages industriels des poules pondeuses dans la zone d'étude très précaire ce

qui peut, par conséquence, être un facteur d'affaiblissement de la santé des animaux et de la réduction de leurs performances. Ce constat a été également fait par Heleili (2011) durant son investigation menée au niveau des élevages de poulet de chair et de poules pondeuses dans la région de Batna. Selon Alloui (2011), le manque d'hygiène peut entraîner des pertes dans les troupeaux de volailles dues en partie à des maladies infectieuses.

1.1.4. Commercialisation des œufs :

Dans tous les élevages industriels le ramassage des œufs est réalisé manuellement le matin une fois par jour. Les œufs ramassés sont déposés dans des alvéoles en carton d'une capacité de 30 œufs. La réutilisation des alvéoles n'est pas soulevée en aucun élevage. La raison de la non réutilisation des alvéoles citée par les éleveurs est la peur de la transmission des maladies.

Au niveau de tous les élevages enquêtés, on a enregistré l'absence d'une zone spécifique à température contrôlée consacrée au stockage des œufs. Au contraire les œufs sont stockés à l'ombre des bâtiments et souvent à l'entrée des bâtiments ou à proximité de ceux-ci exposés à l'air libre. Le transport dans tous les élevages est assuré par des moyens de transport non frigorifiques.

L'ensemble des conditions dans lesquelles les œufs sont conservés ne sont pas conformes aux normes de conservation et des bonnes pratiques en termes de température qui doit être comprise entre 5 et 20 °C, la nécessité de la présence des locaux consacrés pour le stockage des œufs avant leurs livraisons et le transport qui doit être assuré dans des moyens de transport frigorifiques ce qui est conforme aux observations et recommandations de Buffet (2010).

1.2. Etude descriptive du mode d'élevage traditionnel :

1.2.1. Description des caractéristiques socio-économiques de l'éleveur :

La description des caractéristiques des éleveurs exerçant l'élevage traditionnel est représentée dans le tableau 9. La caractérisation des éleveurs par catégorie d'âge montre que les éleveurs ayant un âge compris entre 50 et 60 ans représente le pourcentage le plus élevé (40,79%) suivi par la catégorie d'âge située entre 40 et 50 ans (27,63%). Dans ce mode d'élevage la femme occupe une place importante représentant un pourcentage plus élevé (55,26%) comparativement avec l'homme (44,74%). Les résultats obtenus dans notre étude sont conformes aux résultats obtenus par Keambou et al. (2007) qui ont confirmé que l'élevage traditionnel des poules locales est une activité dominée par les femmes.

Le niveau de scolarisation des personnes enquêtées est faible avec un taux d'analphabétisme important (56,58%), niveau d'enseignement primaire (36,84%), enseignement fondamental (5,26%) et niveau d'enseignement secondaire (1,32%). Aucune formation en élevage avicole par les personnes enquêtées n'a été enregistrée durant cette étude. Les résultats obtenus montrent un niveau de scolarisation assez modeste voire faible ainsi que l'absence de formation spécifique dans le domaine avicole ont été également constatés en aviculture rurale au Sénégal (Missohou et al., 2002).

Tableau 9 : Caractéristiques des éleveurs pratiquant l'élevage traditionnel dans la région de Batna.

Caractéristiques	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Catégorie d'âge		
20-30	6	7,90
31-40	14	18,42
41-50	21	27,63
51-60	31	40,79
Plus de 61	4	5,26
Sexe		
Homme	34	44,74
Femme	42	55,26
Niveau de scolarisation		
Non scolarisé	43	56,58
Primaire	28	36,84
Fondamentale	4	5,26
Secondaire	1	1,32
Universitaire	00	00
Formation en élevage avicole		
Oui	00	00
Non	76	100

1.2.2. Activités de l'éleveur :

Les principales activités pratiquées par les éleveurs en élevage traditionnel des poules dans la région de Batna sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Activités pratiquées par l'éleveur.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Cultures pratiquées		
Arboriculture	17	22,37
Céréaliculture	27	35,53
Maraichage	09	11,84
Aucune culture	23	30,26
Présence d'une autre espèce avicole (canard, dindon et oie)		
Oui	37	48,68
Non	39	51,32
Présence d'autres types d'élevage		
Bovin	07	9,21
Ovin	26	34,21
Caprin	13	17,11
Aucun élevage	30	39,47
Motivations pour l'élevage des poules locales		
Valeur gustative	12	15,79
Quantité des œufs	17	22,37
Adaptation au milieu	27	35,53
Motivation financière	20	26,31

Les principales cultures pratiquées au niveau des élevages enquêtés sont la céréaliculture (35,53%), l'arboriculture (22,37%) et les cultures maraichères (11,84%). La présence d'une autre espèce avicole (canard, dindon et oie) a été enregistrée dans 48,68% des élevages enquêtés. En tenant compte d'autres types d'élevage, la présence d'autres types d'élevage au niveau des élevages enquêtés a été enregistrée (élevage bovin 9,21%, élevage ovin 34,21% et élevage caprin 17,11%). Le ratio coq/poules est le rapport entre le nombre des coqs et le nombre des poules. Dans notre étude le ratio moyen est d'un coq pour neuf poules cependant un ratio moins élevé (coq pour trois poules) a été rapporté par Fotsa et al. (2008).

La majorité des femmes sont des femmes aux foyers et ne pratiquent pas d'autres activités hors le domaine agricole représentant 55,26% des éleveurs enquêtés, alors que ce n'est pas le cas chez les hommes où d'autres activités telles que le commerce, le travail salarié, la maçonnerie et l'artisanat sont pratiquées.

Les motivations pour l'élevage traditionnel sont nombreuses et varient selon l'objectif de chaque éleveur. Dans notre étude, les différentes motivations évoquées par les éleveurs sont regroupées en trois grandes motivations (l'adaptation au milieu, la motivation financière et l'alimentation). La motivation de l'alimentation regroupe deux autres motivations (la valeur gustative et la quantité des œufs produites) représente la motivation la plus citée 38,16% (quantité des œufs recueillies 22,37% et la valeur gustative 15,79%) suivie par l'adaptation au milieu 35,53% (rusticité des poules locales et la facilité de leur élevage) et la motivation d'origine financière (prix élevé à la vente) (26,31%).

1.2.3. Système de production de l'élevage traditionnel :

1.2.3.1. Mode de conduite :

Les différents aspects du mode de conduite étudiés dans la région d'étude sont représentés dans le tableau 11.

La divagation a été enregistrée dans l'ensemble des élevages. Dans ce mode de conduite les poules ne sont pas confinées et peuvent divaguer à la recherche de leur nourriture. Dans la région de l'enquête, les poules sont exploitées uniquement pour la production d'œufs dans 88,16% des élevages enquêtés alors que pour 11,84% des élevages les poules sont utilisées pour la production mixte (œufs et viande). La divagation des poules, en élevage traditionnel, pour rechercher une grande partie de leur propre nourriture, est constatée dans notre étude. Ce mode de conduite est le plus adopté dans 80% des élevages fermiers des volailles en Afrique, Asie et en Amérique latine (Sonaiya et Swan, 2004).

Tableau 11 : Mode de conduite de l'élevage traditionnel dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Divagation		
Oui	76	100
Non	00	00
Type de production		
Production mixte (œufs et viande)	09	11,84
Production d'œufs	67	88,16

1.2.3.2. Habitat :

Les caractéristiques de l'habitat en élevage traditionnel des poules sont représentées dans le tableau 12.

En élevage traditionnel, Les matériaux utilisés pour la construction de l'habitat sont les branches d'arbres et les matériaux locaux hétéroclites (bois, plastique, tôle de zinc,

grillage). Dans tous les élevages le sol est nu et sans litière (tableau 12). Les matériaux locaux et traditionnels utilisés dans la construction des poulaillers en élevage traditionnel des poules observés dans cette étude ont également rapportés par Fotsa et al. (2007) en élevage traditionnel des poules locales au Cameroun.

Tableau 12 : Caractéristiques de l'habitat en élevages traditionnels des poules pondeuses.

Matériaux utilisés	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Branches d'arbres et matériaux hétéroclites		
Oui	76	100
Non	00	00
Présence de litière		
Oui	00	00
Non	76	100

1.2.3.3. Equipement :

En élevage traditionnel, les poules reçoivent les grains d'orge ou de blé au sol et aucun matériel est disposé, alors que l'eau est distribuée dans des récipients et des flaques abandonnés. L'utilisation des abreuvoirs et mangeoires n'a pas été enregistrée en aucun élevage. Les équipements utilisés sont généralement des matériaux de cuisine abandonnés (assiettes et plats abandonnés). L'ignorance est la principale raison de la non utilisation des équipements nécessaires pour l'alimentation et l'abreuvement (67,11%) suivi par la négligence (32,89%) (tableau 13). La non utilisation des équipements adaptés en élevage traditionnel des poules constatée dans la présente étude était également la constatation de Agbédé et al. (1995) qui ont rapporté que aucun mangeoires ou abreuvoirs sont prévus en élevage traditionnel des volailles. Les raisons évoquées par les éleveurs dans la présente étude de la non utilisation des matériels adaptés sont conformes aux deux raisons : la négligence et l'ignorance citées par Fotsa et al. (2007).

Tableau 13 : Equipements utilisés en élevage traditionnel des poules dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Présence de mangeoires et des abreuvoirs		
Oui	00	00
Non	76	100
Raisons de non utilisation		
Ignorance	51	67,11
Négligence	25	32,89

1.2.3.4. Alimentation :

Pendant notre enquête, la fouille représente une source importante d'aliment (herbes, insectes, vers, sable, graines) dans tous les élevages enquêtés. S'ajoute à cela les restes de plats de la cuisine présentés par les femmes (couscous, pain, vermicelle...). Dans ce mode d'élevage, 78,95% des éleveurs supplémentent leurs poules en d'autres matières alimentaires. Ces supplémentations sont pratiquées, à la fin de la journée, une fois par jour dans 78,95% des élevages enquêtés. Cette supplémentation est pratiquée essentiellement par la distribution de l'orge (72,37%). Le supplément constaté dans la présente étude a été également constaté en élevage traditionnel des volailles au Zimbabwe (Mapiye et al., 2008).

Tableau 14 : Caractéristiques de l'alimentation des poules en élevages traditionnels dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Fouille et déchets de cuisine		
Oui	76	100
Non	00	00
Supplémentation		
Oui	60	78,95
Non	16	21,05
Temps de supplémentation		
Matin	00	00
Midi	00	00
Fin de la journée	60	78,95
Fréquence de supplémentation		
1	60	78,95
2	00	00
Plus de 2	00	00
Aliments supplémentés		
Orge	55	72,37
Blé	4	5,26
Achetés du commerce	1	1,32
Aucun aliment	16	21,05

1.2.3.5. Santé :

Les mortalités sont élevées (84,21%) avant l'âge de 6 mois alors qu'elles sont moins élevées après cette âge (15,79%). Les principales causes du taux important de mortalité sont liées aux maladies (93,42%) et à la prédation (chats, chiens...) (6,58%).

Les mortalités sont relativement plus élevées en hiver (39,47%) et en été (26,32%) par rapport au printemps (21,05%) et en automne (13,16%). Les résultats obtenus concernant la saison pendant laquelle les mortalités sont accentuées sont en accord avec ceux obtenus par Ekue et al. (2002) qui ont rapporté que l'incidence des maladies aviaires sont plus importantes en saisons tempérées qu'en saisons sèches, dans notre étude la saison pendant laquelle les maladies sont plus élevées est l'hiver (39,47%). Cependant les résultats obtenus dans la présente étude sont en désaccord avec les résultats obtenus par Alloui et Sellaoui (2015) qui ont rapporté que les saisons pendant lesquelles les maladies sont fréquentes sont l'automne et le printemps (65%) alors que dans notre étude les saisons pendant lesquelles les maladies sont accentuées sont l'hiver (39,47%) et l'été (26,32%) représentant ensemble (65,79%). Le pourcentage élevé des maladies enregistré durant la saison d'été et d'hiver (65,79 %) peut être expliqué par l'effet des conditions climatiques difficiles pendant ces deux saisons (Dessie et Ogle, 2001 ; Ekue et al., 2002 ; Fotsa et al., 2007).

Selon les éleveurs, les symptômes des maladies les plus fréquents sont les diarrhées (48,68%), la toux (32,90%) et les poux (10,53%). Face à cette situation, 9,21% des éleveurs fait souvent recours à l'automédication en utilisant la pharmacopée traditionnelle (feuille d'oignon, ail, poivre, vinaigre, huiles végétales) alors que le retour au vétérinaire n'était enregistré que chez deux éleveurs ce qui représente 2,63% de l'ensemble des éleveurs enquêtés. Le recours important à la pharmacopée traditionnelle en élevage traditionnel des poules observé durant notre étude a été également constaté, par plusieurs auteurs, en aviculture villageoise en raison de la facilité d'accès et le coût non onéreux des produits traditionnels utilisés dans la guérison des maladies (Ambali et al., 2003).

La vaccination contre les maladies, qui représente une pratique prophylactique importante voire obligatoire en élevage avicole, n'est pratiquée que par 7,89% des éleveurs. La raison pour laquelle ses éleveurs ont vacciné leurs troupeaux était la peur des épidémies. Pour les autres éleveurs les raisons évoquées de la non vaccination contre les maladies sont : l'ignorance (35,53%), la négligence (30,26%) et le coût de la vaccination (26,32%).

La précarité du statut sanitaire en élevage traditionnel des poules constatée dans notre étude (taux de mortalité important, absence de vaccination, manque d'intervention vétérinaire, recours à la pharmacopée traditionnelle) était également constatée dans plusieurs études (Dessie et Ogle, 2001 ; Fotsa et al., 2007).

Tableau 15 : Santé des poules en élevages traditionnels dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Mortalités		
Avant l'âge de 6 mois	64	84,21
Après l'âge de 6 mois	12	15,79
Causes de mortalité		
Prédation	5	6,58
Maladies	71	93,42
Saisons de mortalités		
Hiver	30	39,47
Printemps	16	21,05
Eté	20	26,32
Automne	10	13,16
Symptômes des maladies		
Diarrhées	37	48,68
Toux	25	32,90
Poux	8	10,53
Autres	6	7,89
Traitements des maladies		
Automédication	7	9,21
Intervention du vétérinaire	2	2,63
Aucune intervention	67	88,16
Vaccination des poules		
Oui	6	7,89
Non	70	92,11
Raisons de vaccination et de non vaccination		
Raisons de vaccination		
Peur d'épidémies	6	7,89
Intérêt de vaccination	0	0
Raisons de non vaccination		
Ignorance	27	35,53
Négligence	23	30,26
Coût de vaccination	20	26,32

1.2.4. Utilisation et commercialisation des œufs :

Les résultats relatifs à l'utilisation et la commercialisation des œufs sont représentés dans le tableau 16. Les œufs issus d'élevage traditionnel des poules sont utilisés pour plusieurs fins à la fois : l'autoconsommation (36,84%), la reproduction (26,32%), la vente (21,05%) et les dons (15,79%). La décision de vente des œufs revient souvent à l'homme (67,11%) et à moindre degrés à la femme (32,89%). Cela peut être expliqué par des

considérations sociologiques où chez les communautés rurales toutes les décisions sont souvent prises par l'homme. Le prix de vente des œufs dépend de plusieurs facteurs au moment de la vente. Dans 39,47% des cas de cette étude le prix de vente dépend de la taille et de la propreté des œufs, le prix au marché représente 35,53% de l'ensemble des critères qui peuvent déterminer le prix de vente et dans 25% des cas le prix de vente dépend de la négociation entre le vendeur et l'acheteur qui peut être un consommateur ou un collecteur des œufs qui, par la suite, vendre les œufs collectés en gros et en détail dans les marchés hebdomadaire (figure 1).

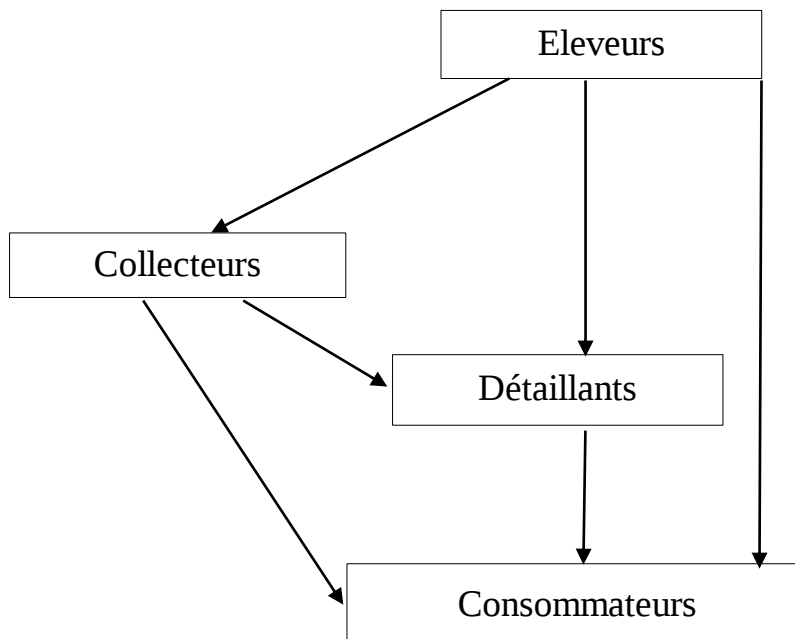


Figure 1 : Circuit de commercialisation des œufs issus d'élevages traditionnels dans la région de Batna.

En ce qui concerne la commercialisation des œufs, 39,47% des éleveurs commercialisent leurs productions dans les marchés hebdomadaires, 23,69% des éleveurs ont déclaré que leurs productions d'œufs sont achetées par les collecteurs, 21,05% des œufs produits sont achetés directement par les consommateurs et 15,79% des œufs sont achetés par les revendeurs détaillants. Le prix moyen de vente des œufs issus d'élevages traditionnels est 18,97 dinars algériens.

Tableau 16 : Utilisation et commercialisation des œufs issus d'élevages traditionnels des poules dans la région de Batna.

Paramètres	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Utilisation des œufs		
Autoconsommation	28	36,84
Vente	16	21,05
Reproduction	20	26,32
Dons	12	15,79
Décision de vente		
Homme	51	67,11
Femme	25	32,89
Détermination du prix de vente		
Taille et propreté des œufs	30	39,47
Prix aux marchés	27	35,53
Négociation	19	25
Commercialisation des œufs		
Marchés hebdomadaires	30	39,47
Collecteurs	18	23,69
Consommateurs	16	21,05
Vendeurs détaillants	12	15,79

1.2.5. Contraintes :

Les contraintes rencontrées en élevage traditionnel des poules sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Contraintes rencontrées en élevages traditionnels des poules dans la région de Batna.

Contraintes	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Maladies	36	47,37
Prédation	17	22,37
Coût d'aliment	13	17,10
Commercialisation	10	13,16

Les principales contraintes citées par les éleveurs des poules en élevage traditionnel des poules sont les maladies (47,37%), la prédation (22,37%), le coût élevé d'aliment (17,10%) et les difficultés de commercialisation (13,16%).

1.2.6. Perspectives d'amélioration :

Les perspectives proposées par les éleveurs pour améliorer l'élevage traditionnel des poules sont représentées dans le tableau 18.

La perspective de développement la plus importante pour 52,63% des éleveurs enquêtés est l'amélioration de l'état de santé de leurs poules en raison la forte mortalité enregistrée au niveau de leurs élevages. Pour eux cela n'est possible que par le renforcement de la disponibilité des vétérinaires au niveau de leurs zones.

Pour 47,37% des éleveurs enquêtés, le développement de l'élevage traditionnel des poules s'articule sur le développement de l'alimentation surtout pendant les saisons d'été et d'hiver qui représentent des périodes de pénurie alimentaire accentuées par les conditions climatiques difficiles pendant ces deux saisons, c'est pourquoi la subvention de l'état en ressources alimentaires était l'une des solutions proposées par les éleveurs. Dans ce sens, Alloui et Sellaoui en 2015 ont recommandé, dans leur étude réalisée dans la même localité, la nécessité de concevoir des programmes de développement rural qui prennent en compte les différentes contraintes de développement et de l'importance de l'amélioration de plusieurs aspects tels que l'éducation de l'éleveur, la biosécurité et la conduite d'élevage.

Tableau 18 : Perspectives proposées par les éleveurs pour l'amélioration de l'élevage traditionnel des poules dans la région de Batna.

Niveau de perspectives de développement	Nombre d'élevages	Pourcentage (%)
Alimentation	36	47,37
Santé	40	52,63

2. QUALITE DES ŒUFS :

2.1. Qualité des œufs issus des élevages industriels :

2.1.1. Qualité externe des œufs issus des élevages industriels :

Les résultats des critères de la qualité externe des œufs issus des élevages industriels sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Caractéristiques de la qualité externe des œufs issus des élevages industriels selon les différents niveaux de commercialisation (Moyenne $\pm$ écart-type).

Niveau de commercialisation Critères de la qualité	Œufs collectés auprès des élevages industriels (EIE) n = 170	Œufs collectés auprès des grossistes (EIG) n = 170	Œufs collectés auprès des détaillants (EID) n = 170
Poids de l'œuf (g)	60,72 $\pm$ 5,32 ^a	58,37 $\pm$ 6,90 ^b	58,51 $\pm$ 4,93 ^b
Index de forme (%)	77,51 $\pm$ 0,03 ^a	78,04 $\pm$ 0,03 ^a	76,14 $\pm$ 0,04 ^b
Poids de la coquille (g)	5,96 $\pm$ 0,68*	5,90 $\pm$ 0,74*	5,94 $\pm$ 0,95*
Epaisseur de la coquille (mm)	0,27 $\pm$ 0,04 ^a	0,31 $\pm$ 0,09 ^b	0,33 $\pm$ 0,09 ^c
Index de la coquille (g/100 cm ²)	0,10 $\pm$ 0,01 ^a	0,11 $\pm$ 0,02 ^b	0,12 $\pm$ 0,01 ^b
Pourcentage de la coquille (%)	9,85 $\pm$ 1,05*	10,15 $\pm$ 1,11*	10,15 $\pm$ 1,38*

(^{a,b,c}) : les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% ; (*) : différence non significative.

2.1.1.1. Poids de l'œuf :

Le poids moyen des œufs collectés directement auprès des élevages industriels (60,72g) est supérieur à celui des œufs collectés auprès des grossistes (58,37 g) et à celui des œufs collectés auprès des détaillants (58,51 g) (figure 2).

Dans cette étude, l'analyse statistique montre un effet significatif ($p < 0,05$) du niveau de commercialisation sur le poids moyen des œufs issus d'élevages industriels des poules pondeuses (tableau 19). Une différence significative a été observée entre le poids moyen des œufs collectés directement auprès des élevages industriels (EIE) et le poids moyen des œufs des deux autres groupes collectés auprès des grossistes (EIG) et des détaillants (EID).

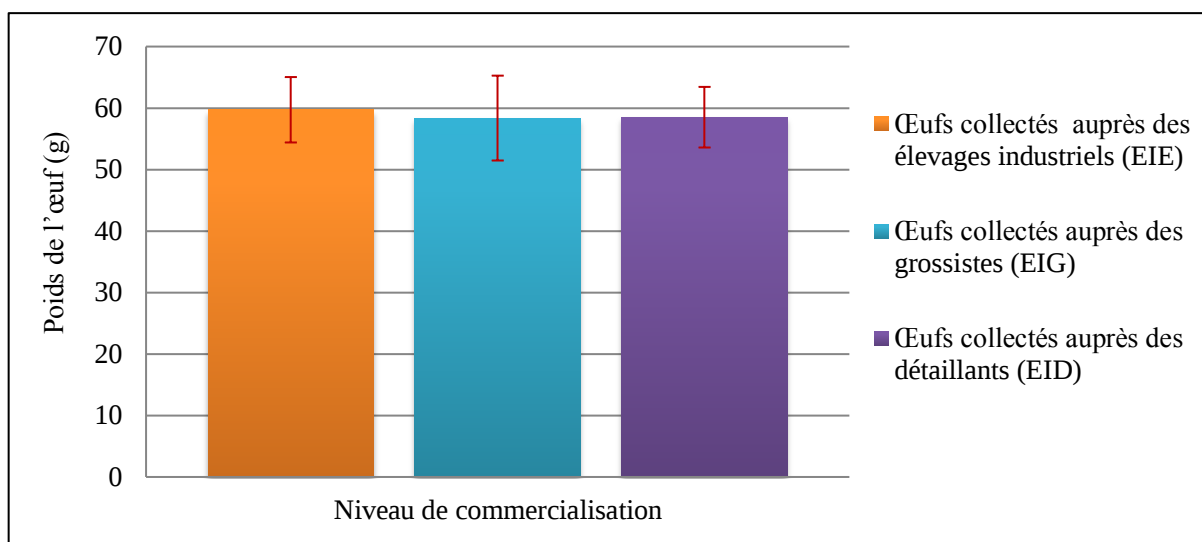


Figure 2 : Poids moyens des œufs issus des élevages industriels.

Les poids moyens des œufs issus d'élevages industriels obtenus dans cette étude compris entre 58,51 et 60,72 g sont inférieurs au poids moyen des œufs issus d'élevage industriel des poules pondeuses (62,42 g) obtenu par Benrahou et Zaaboub (2014), mais ils sont supérieurs au poids moyen (54,6 g) des œufs issus d'élevages industriels rapporté par Halbouche et al. (2009).

La différence observée dans cette étude entre le poids moyen des œufs de différents niveaux de commercialisation (éleveurs, grossistes et détaillants), peut être expliquée par l'effet des facteurs intrinsèques liés à la poule (la souche, la maturité sexuelle et l'âge) (Kouba et al., 2010) et par l'effet de stockage au cours de la commercialisation qui entraîne la perte en eau par évaporation au travers de la coquille sous l'effet de la température et de l'humidité relative (Sauveur, 1988 ; Mertens et al., 2010).

2.1.1.2. Index de forme :

Les index de forme des œufs issus d'élevages industriels collectés auprès des éleveurs et des grossistes (77,51 et 76,14%) sont significativement différents ($p < 0,05$) avec celui des œufs collectés auprès des détaillants (78,04%) (figure 3).

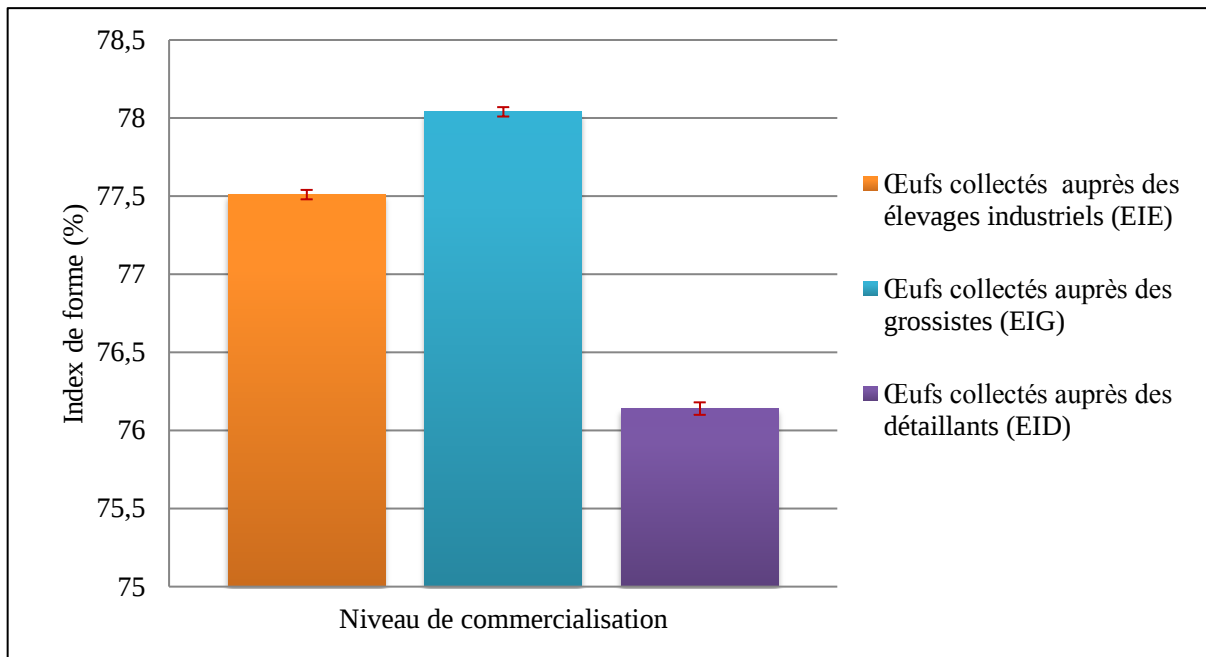


Figure 3 : Index de forme des œufs issus des élevages industriels.

Benrahou et Zaaboub (2014) ont rapporté une valeur d'index de forme (74,94%) chez les œufs issus d'élevage industriel inférieure à celles obtenues dans la présente étude. En revanche, les index de forme obtenus dans notre étude compris entre 76,14 et 78,04% sont inférieurs à ceux rapportés par Shabbir et al. (2013) qui ont rapporté des index de forme compris entre 80,21 et 81,20%.

La différence observée entre l'index de forme des œufs de différents groupes (EIE et EIG vs EID) peut être expliquée par l'effet de l'âge des poules et par l'effet de la période de cycle de ponte (Travel et al., 2010).

Les valeurs de l'index de forme obtenues dans la présente étude sont supérieures à la valeur de 75 qui représente la norme requise pour le conditionnement des œufs dans les emballages standardisés ce qui corrobore les travaux de Smith (1992).

2.1.1.3. Poids et pourcentage de la coquille :

Le poids de la coquille varie entre 5,90 et 5,96 g et sa proportion varie de 9,85 à 10,15% (tableau 19). Pour ces deux critères étudiés, aucune différence n'a été constatée entre les trois groupes étudiés ($p > 0,05$).

Dans cette étude, les poids moyens de la coquille des œufs issus d'élevages industriels sont plus élevés à ceux rapportés par Veena et al. (2015) qui ont rapporté un poids de coquille compris entre 4,19 et 4,51g g chez la coquille des œufs issus d'élevage des poules commerciales, mais ils sont comparables aux poids de la coquille des œufs compris entre 5,08

et 5,10 g obtenus par Shabbir et al. (2013). En revanche, des valeurs supérieures à celles obtenues dans la présente étude (6,4 et 8,1 g) sont rapportées dans le Nord-Ouest algérien chez les œufs issus d'élevage industriel des poules commerciales (Halbouche et al., 2009 ; Benrahou et Zaaboub, 2014).

Dans cette étude, l'effet de stockage qui peut intervenir au cours de la commercialisation des œufs (du site d'élevage jusqu'à la vente en détail) n'a aucune influence sur le poids de la coquille des œufs collectés dans les trois niveaux étudiés (élevages, grossistes et détaillants). Ces résultats sont en concordance avec les travaux de Ahn et son équipe en 1999 et de Scott et Silversides (2000) qui ont rapporté que le stockage n'a pas aucune influence sur le poids de la coquille des œufs.

2.1.1.4. Epaisseur de la coquille :

Dans la présente étude, des différences significatives ($p < 0,05$) sont observées entre l'épaisseur de la coquille des œufs issus d'élevages industriels collectés auprès des élevages, des grossistes et auprès des détaillants (0,27 vs 0,31 vs 0,33 mm respectivement) (figure 4).

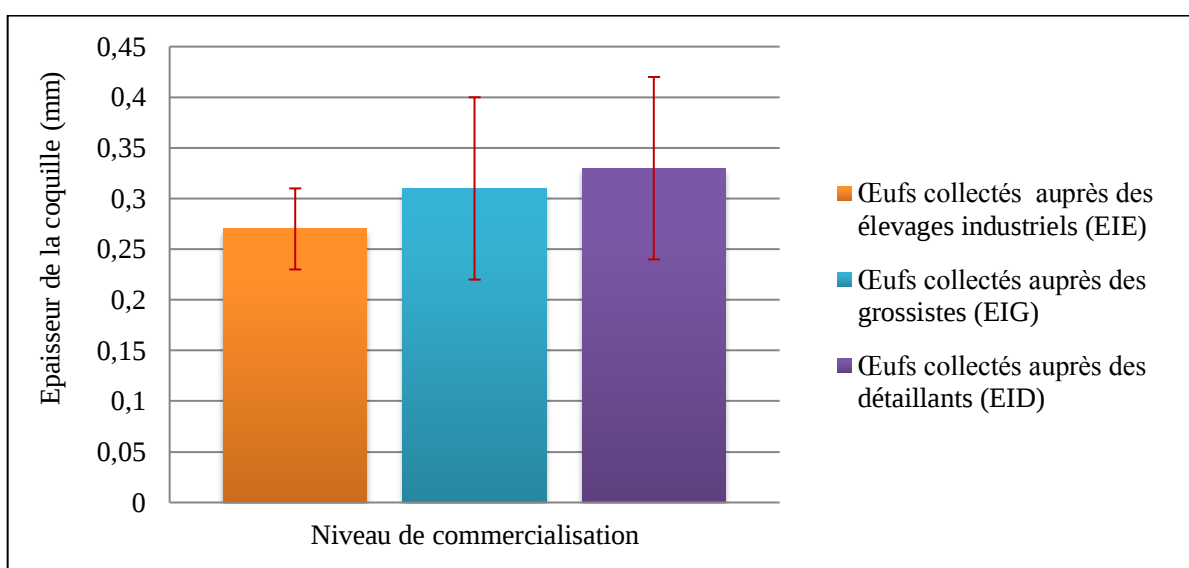


Figure 4 : Epaisseur de la coquille des œufs issus des élevages industriels.

Moula et al., (2010) ont rapporté que l'épaisseur de la coquille des poules commerciales ISA Brown et Coq Ard était respectivement 0,32 et 0,37 mm. Des épaisseurs plus élevées à celles obtenues dans la présente étude, comprises entre 0,33 et 0,37 mm, ont été relevés sur les œufs issus de la poule White leghorn (Sreenivas et al., 2013).

Les différences observées entre l'épaisseur de la coquille de différents groupes des œufs (éleveurs, grossistes et détaillants) et la variabilité des valeurs obtenues dans la présente étude

peuvent être dues à l'effet de stockage (Monira et al., 2003). Par ailleurs, Moula et al. (2013) ont rapporté un effet hautement significatif ($p < 0,01$) des canaux de commercialisation sur l'épaisseur de la coquille des œufs commercialisés issus d'élevage industriel des poules pondeuses.

2.1.1.5. Index de la coquille :

L'index de la coquille a été calculé afin d'apprécier la solidité de coquilles des œufs issus d'élevages industriels collectés auprès des éleveurs, auprès des grossistes et auprès des détaillants.

Aucune différence n'a été constatée entre la solidité de la coquille des œufs collectés auprès des grossistes et des détaillants alors qu'une différence significative ($p < 0,05$) est observée entre la solidité de la coquille des œufs collectés auprès des éleveurs (EIE) et les deux autres groupes (EIG et EID) (0,10 vs 0,11 et 0,12 g/100 cm² respectivement).

Etant donné que la solidité de la coquille d'un œuf est calculée à partir du poids de l'œuf et du poids de la coquille, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été constatée entre le poids de la coquille des différents groupes, alors que pour le poids de l'œuf n'était pas le cas où une différence significative ($p < 0,05$) a été constatée entre le premier groupe (EIE) et les deux autres groupes (EIG et EID) ce qui peut être à l'origine de la différence de la solidité de coquille constaté dans cette étude.

2.1.2. Qualité interne des œufs issus des élevages industriels :

Les résultats des critères de la qualité interne des œufs issus d'élevages industriels sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Caractéristiques de la qualité interne des œufs issus des élevages industriels selon les différents niveaux de commercialisation (Moyenne $\pm$ écart-type).

Critères de la qualité \ Niveau de commercialisation	Œufs collectés auprès des élevages industriels (EIE) n = 170	Œufs collectés auprès des grossistes (EIG) n = 170	Œufs collectés auprès des détaillants (EID) n = 170
Poids du jaune (g)	16,83 $\pm$ 1,72 ^a	16,49 $\pm$ 2,08 ^a	17,59 $\pm$ 2,09 ^b
Pourcentage du jaune (%)	27,82 $\pm$ 2,81 ^a	28,42 $\pm$ 3,45 ^a	30,12 $\pm$ 3,10 ^b
Poids d'albumen (g)	37,92 $\pm$ 4,51 ^a	35,97 $\pm$ 5,67 ^b	34,96 $\pm$ 3,81 ^c
Pourcentage d'albumen (%)	62,32 $\pm$ 2,99 ^a	61,40 $\pm$ 3,73 ^b	59,71 $\pm$ 3,44 ^c
Rapport J/B (%)	44,95 $\pm$ 6,74 ^a	46,82 $\pm$ 8,95 ^a	50,92 $\pm$ 8,62 ^b
Couleur du jaune (échelle DSM)	7,47 $\pm$ 0,95 ^a	7,22 $\pm$ 1,08 ^a	6,54 $\pm$ 1,20 ^b
Index du jaune (%)	0,41 $\pm$ 0,04 ^a	0,38 $\pm$ 0,06 ^b	0,36 $\pm$ 0,05 ^c
Index d'albumen (%)	7,09 $\pm$ 1,79 ^a	5,27 $\pm$ 2,54 ^b	4,61 $\pm$ 2,45 ^c
Unités Haugh (HU)	85,52 $\pm$ 7,01 ^a	68,94 $\pm$ 19,34 ^b	64,74 $\pm$ 17,85 ^c

(^{a,b,c}) : les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% ; (*) : différence non significative.

2.1.2.1. Poids et pourcentage du jaune :

Pour le poids et la proportion du jaune, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été constatée entre les deux premiers groupes des œufs (EIE et EIG) qui contiennent respectivement 16,83 et 16,49 g de vitellus correspondant à 27,82 et 28,42% du poids total de l'œuf, alors qu'une différence significative ($p < 0,05$) est constatée entre ces deux groupes et le groupe des œufs collectés auprès des détaillants (EID) qui contient 17,59 g de vitellus correspondant à 30,12% (figure 5, 6).

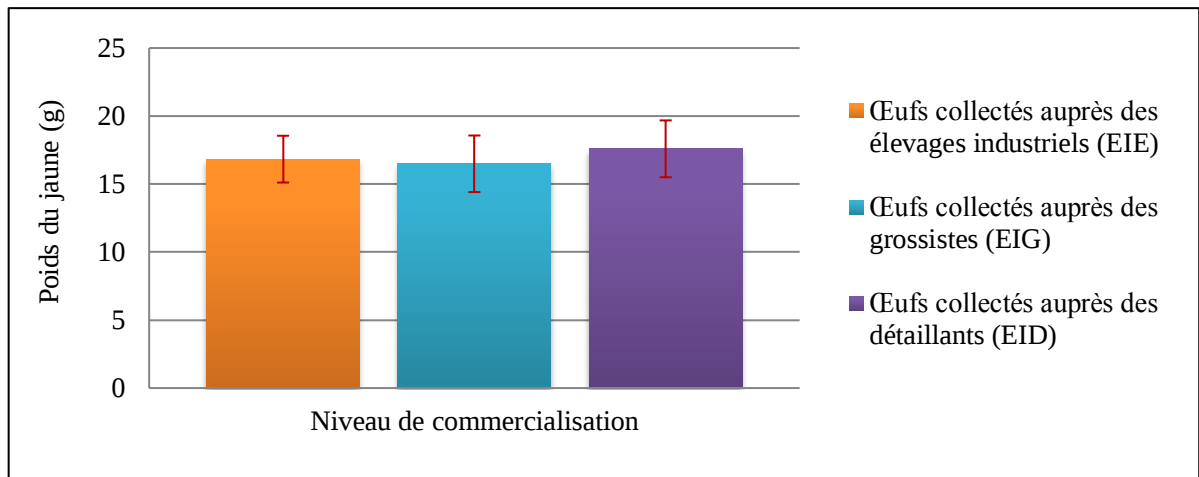


Figure 5 : Poids moyen du jaune des œufs issus des élevages industriels.

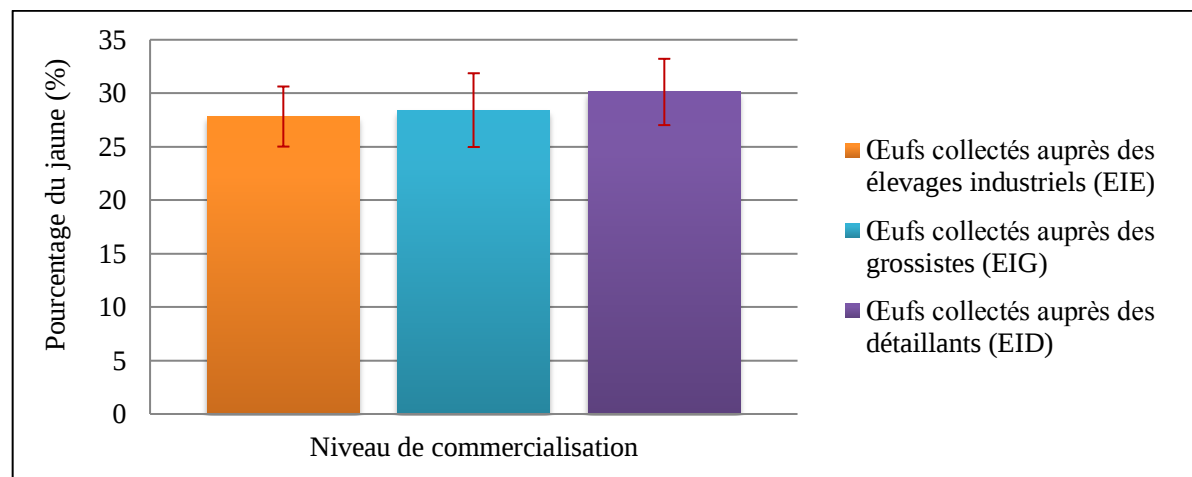


Figure 6 : Pourcentage du jaune des œufs issus des élevages industriels.

Dans cette étude, le poids moyen du jaune varie de 16,49 à 17,59 g et sa proportion varie de 27,82 à 30,12%. Une valeur du poids du jaune moyenne (16,78 g) et une proportion du jaune (25,14%) moins élevée ont été obtenus par Benrahou et Zaaboub (2014) sur les œufs de la poule commerciale Lohman Tradition. Sreenivas et al. (2013) ont rapporté des valeurs de poids du jaune inférieures à celles obtenues dans notre étude comprise entre 14,16 et 15,58g avec des proportion de 28,28 à 29,17% sur les œufs de la poule commerciale White Leghorn. Des poids plus élevés à ceux obtenus dans cette étude compris entre 17,96 et 18,34 g ont été relevés sur les œufs issus de poules commerciales White Leghorn (Tharrington et al., 1999).

Dans la présente étude le niveau de commercialisation des œufs issus d'élevages industriels a un effet significatif ($p < 0,05$) sur le poids et la proportion du jaune. Les résultats obtenus dans notre étude sont conformes aux résultats obtenus par Moula et al. (2014) qui ont rapporté que les canaux de commercialisation peuvent affecter de manière significative ($p < 0,01$) le poids du jaune des œufs. Le stockage pendant la période de commercialisation peut

être à l'origine de la différence observée dans notre étude et qui entraîne la migration de l'eau et de certains minéraux du blanc vers le jaune ce qui modifie la part relative du jaune (Silversides et Scott, 2001 ; Silversides et Budgell, 2004).

2.1.2.2. Poids et pourcentage d'albumen :

Dans la présente étude, les poids moyens des œufs varient de 35,97 à 37,92 g alors que ses proportions varient de 59,71 à 62,32% sur l'ensemble des groupes étudiés (Figure 7) et (figure 8).

Des différences significatives ($p < 0,05$) sont constatées entre le poids d'albumen des œufs collectés auprès des élevages (EIE), des grossistes (EIG) et auprès des détaillants (EID) (37,92 vs 35,92 vs 34,96 g respectivement) et entre leurs proportions (62,32 vs 61,40 vs 59,71% respectivement).

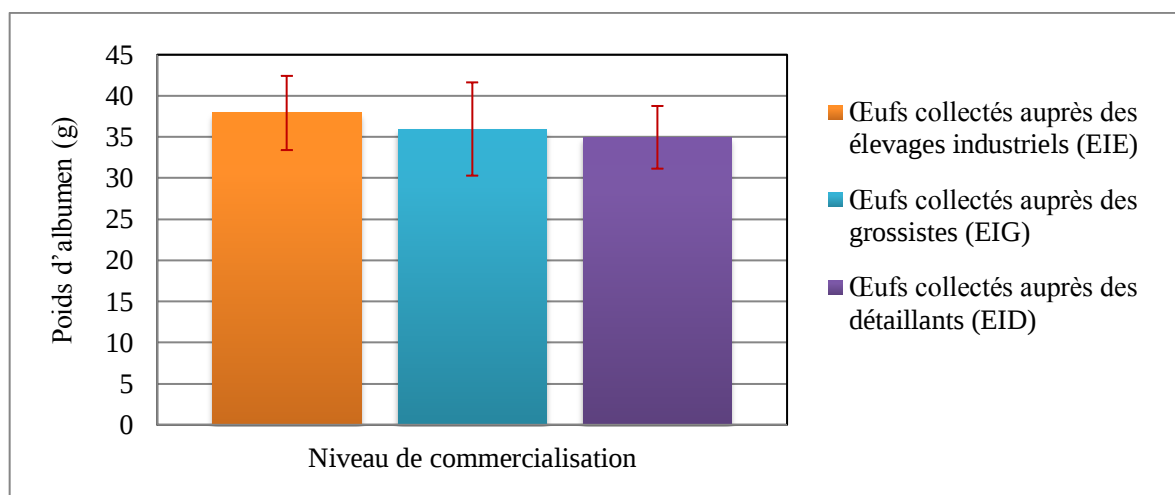


Figure 7 : Poids d'albumen des œufs issus des élevages industriels.

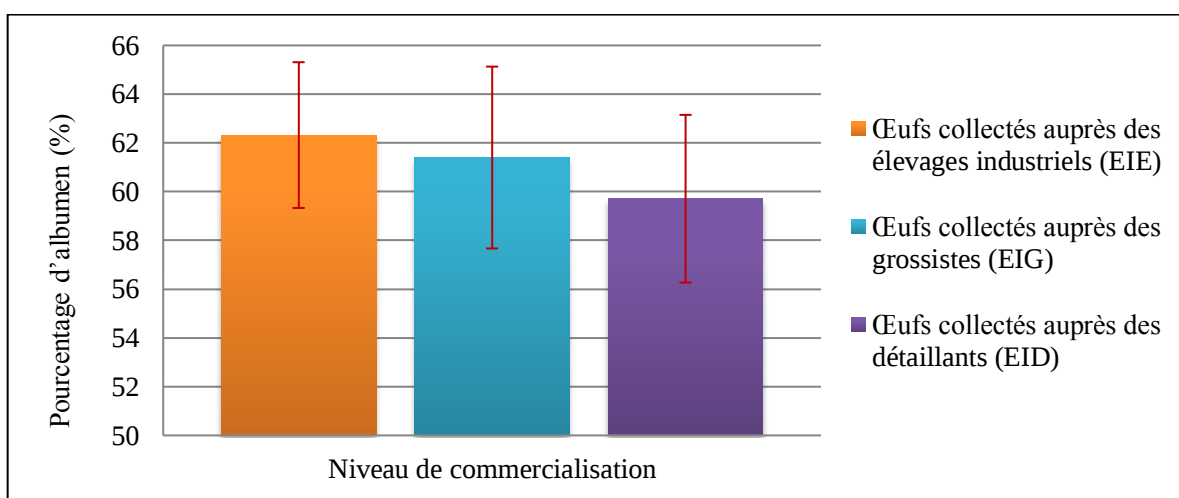


Figure 8 : Pourcentage d'albumen des œufs issus des élevages industriels.

Les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par Moula et al. (2014) qui ont rapporté une différence hautement significatif ($p < 0,0001$) entre les canaux de commercialisation sur le poids et la proportion d'albumen des œufs issus d'élevages industriels.

Sreenivas et al. (2013) ont rapporté des valeurs de poids d'albumen des œufs de la poule commerciale White Leghorn, comprises entre 30,92 et 33,18 g inférieures à celles obtenues dans notre étude. Dans une autre étude, Moula et al. (2010) rapportent des valeurs de poids supérieures à celles enregistrées dans la présente étude chez les œufs des poules commerciales ISA Brown et Coq Ard qui contiennent respectivement 41,8 et 36,2 g d'albumen. Un poids d'albumen plus élevé 37,3 g a été relevé sur les œufs de la poule commerciale Lohman Tradition (Benrahou et zaaboub, 2014).

Sur le plan qualitatif, les différences observées dans cette étude peuvent être expliquées par l'effet du stockage au cours de la période qui s'étend entre le site d'élevage (la production) et le dernier circuit de commercialisation (le détaillant), qui entraîne le transfert de l'eau accompagné de certains minéraux au travers la membrane vitelline du blanc vers le jaune ce qui est en accord avec l'étude de Mertens et al. (2010).

2.1.2.3. Rapport Jaune/Blanc :

Le rapport jaune/blanc a été calculé afin d'évaluer la composition des œufs et la variation des différents parts respectives du jaune et du blanc. Dans notre étude, le rapport jaune/blanc des œufs issus des élevages industriels est significativement influencé par le niveau de commercialisation. Cette différence est constatée entre les deux premiers groupes (EIE et EIG) et le groupe des œufs collectés auprès des détaillants (EID) (44,95 et 46,82 vs 50,92% respectivement) (figure 9).

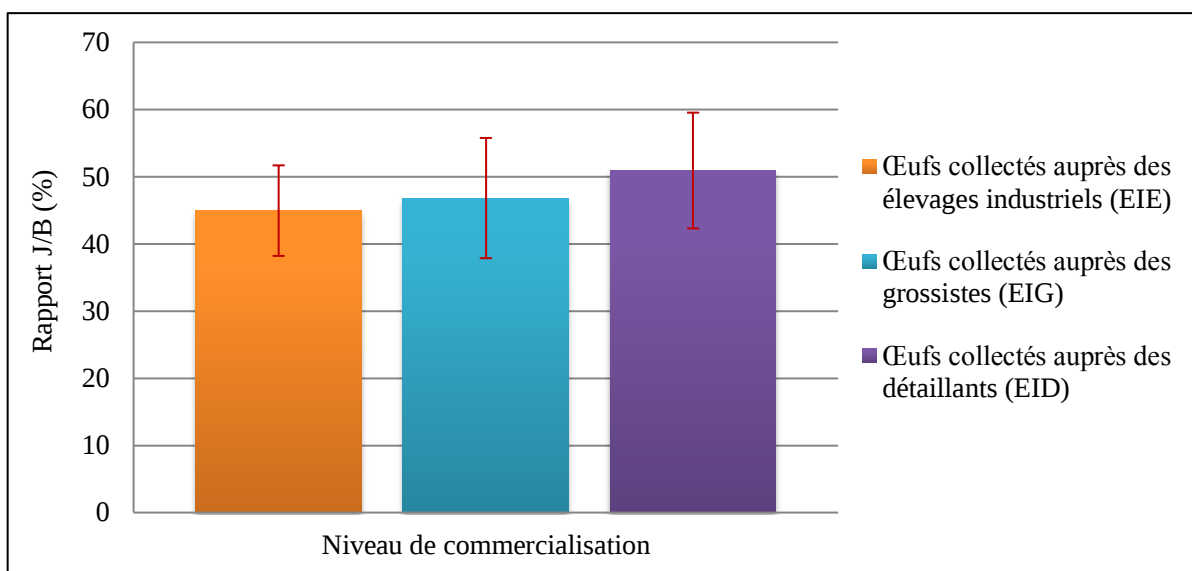


Figure 9 : Rapport J/B des œufs issus des élevages industriels.

Dans le Nord-Ouest algérien, plusieurs auteurs (Halbouche et al., 2009 ; Benrahou et Zaaboub, 2014) ont rapporté des valeurs du rapport J/B chez les œufs de consommation issus des élevages industriels, comprises entre 41 et 42%, inférieures à celles enregistrées dans notre étude.

Le rapport J/B des œufs collectés auprès des éleveurs (44,95%) est moins élevé comparativement avec ceux des œufs collectés auprès des grossistes et des détaillants qui ont enregistré respectivement des valeurs importantes (46,82 et 50,92%) (figure 32). Au niveau des deux derniers groupes des œufs étudiés (EIG et EID), on constate une augmentation importante du rapport J/B par rapport au premier groupe (EIE). Cette augmentation peut être expliquée par la perte de poids du blanc au profit du poids du jaune sous l'effet de stockage pendant la période de commercialisation. Cette constatation a été également enregistré par Moula et al. (2013) qui ont rapporté un effet significatif ($p < 0,05$) des canaux de commercialisation sur le rapport J/B et ont enregistré des valeurs importantes du rapport J/B de l'ordre de 48% au niveau des supérettes et environ 47,4% dans les autres points de vente (marchés publics et épiceries).

2.1.2.4. Couleur du jaune :

Dans la présente étude la valeur de la couleur du jaune sur l'échelle de couleur DSM est significativement différente entre les œufs collectés auprès des détaillants (EID) et les œufs des deux autres groupes (EIE et EIG) (6,54 vs 7,47 et 7,22 sur l'échelle de couleur DSM respectivement) (figure 10).

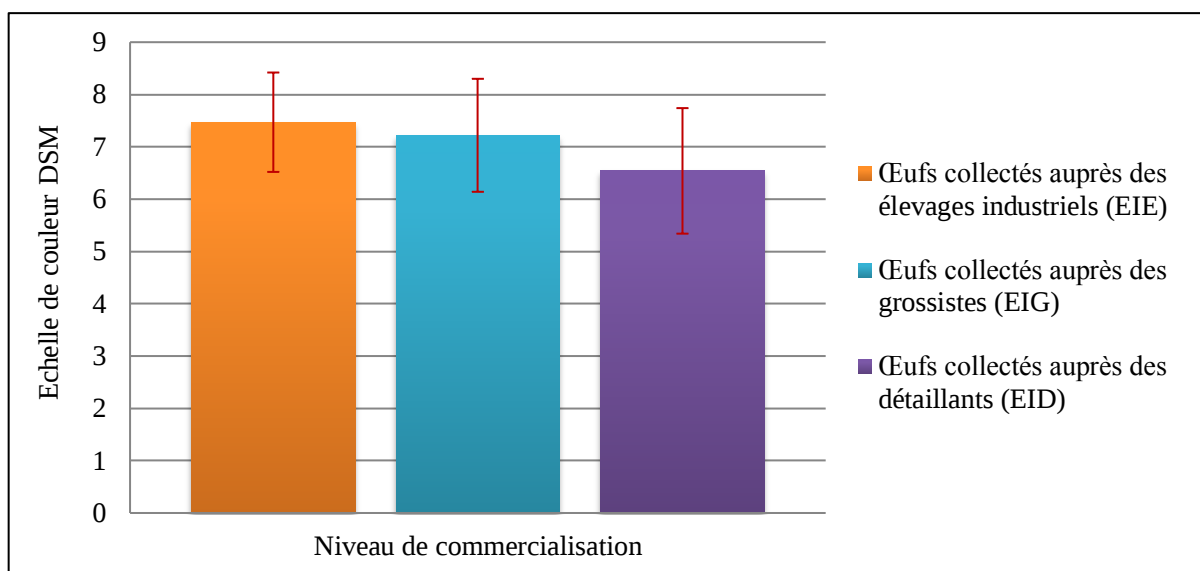


Figure 10 : Couleur du jaune des œufs issus des élevages industriels.

Les poules ne sont pas capables de synthétiser les caroténoïdes et leurs pigments c'est pourquoi la coloration du jaune d'œuf est tributaire de l'apport alimentaire en pigments, notamment en xanthophylles (Kouba et al., 2010).

Dans la présente étude, la valeur de la couleur du jaune était comprise entre 6,54 et 7,47 sur l'échelle « DSM », inférieure à la valeur du couleur du jaune d'œuf souhaitée estimée à 10 sur l'échelle « DSM » (Bouvarel et al., 2010). Ce résultat peut être expliqué par l'apport alimentaire insuffisant en caroténoïdes jaunes (inférieur à 12 mg/kg d'aliment) et en caroténoïdes rouges (inférieur à 1 mg/Kg d'aliment) (Bouvarel et al., 2010). Une autre cause peut être à l'origine du résultat obtenu est la variabilité de l'efficacité de la coloration du jaune d'un caroténoïde à un autre du fait que celle-ci est influencée par d'autres facteurs liés à la poule tels que l'absorption intestinale, le transfert plasmatique, l'efficacité d'exportation dans les tissus et le métabolisme de dégradation de caroténoïdes (Nys, 2010).

2.1.2.5. Index d'albumen :

Cet index est une mesure des propriétés physiques du blanc d'œuf, obtenu en divisant la hauteur du blanc épais par la largeur moyenne du blanc (Sauveur, 1988). Dans la présente étude, ce critère est significativement différent ($p < 0,05$) entre les œufs des trois groupes étudiés EIE, EIG et EID : 7,09 vs 5,27 vs 4,61% respectivement (figure 11).

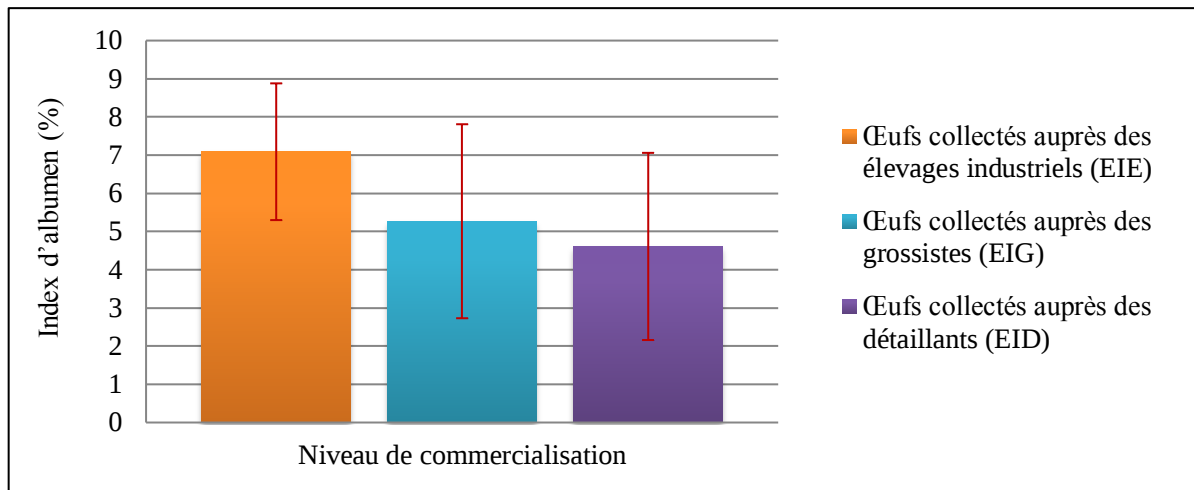


Figure 11 : Index d'albumen des œufs issus des élevages industriels.

Dans notre étude, l'index d'albumen est caractérisé par une régression importante selon les niveaux de commercialisation. La dégradation de cette propriété physique du blanc peut être expliquée par la modification de la structure du blanc due au phénomène de la liquéfaction progressive du blanc au cours la période de commercialisation ; La liquéfaction d'albumen est l'une des altérations évidentes au cours de la période de conservation des œufs : la proportion du blanc épais diminue au profit du blanc liquide ce qui entraîne une modification de la structure du blanc d'œuf (Sauveur, 1988 ; Mertens et al., 2010) et par conséquent la hauteur du blanc épais diminue alors que la largeur moyenne du blanc augmente (Mertens et al., 2010).

2.1.2.6. Index du jaune :

L'index du jaune est une évaluation physique de la qualité du jaune (Mertens et al., 2010). Ce critère est significativement différent ($p < 0,05$) entre les trois groupes des œufs étudiés EIE, EIG et EID (0,41 vs 0,38 vs 0,36%) (Figure 12).

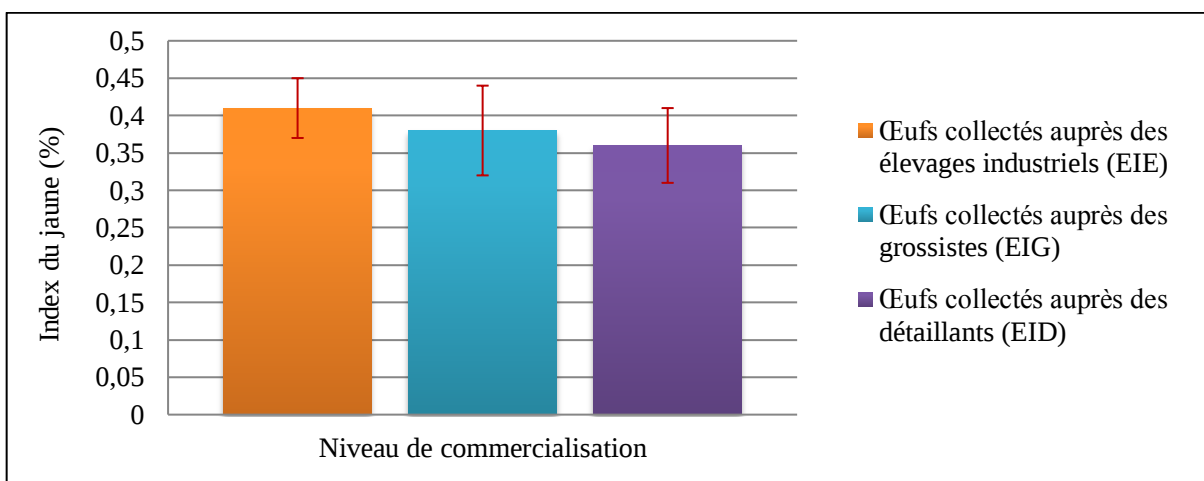


Figure 12 : Index du jaune des œufs issus des élevages industriels.

Des valeurs de l'index du jaune moins élevées comprises entre 0,34 et 0,35% ont été enregistrées sur les œufs de la poule commerciale White Leghorn (Sreenivas et al., 2013).

La régression de la valeur de l'index du jaune peut être expliquée par la modification de la forme du jaune d'œuf suite à l'aplatissement du jaune sous l'effet de la température au cours la période de commercialisation conduisant au transfert de l'eau du blanc vers le jaune sous l'effet de la différence de la pression osmotique qui exerce une attraction de l'eau du blanc vers le jaune d'une part, et de la moindre hydratation des protéines du jaune d'autre part ce qui est en accord avec les travaux de Sauveur (1988) et Mertens et al. (2010).

2.1.2.7. Unités Haugh :

Les unités Haugh représentent un critère potentiel qui permet d'apprécier la fraîcheur des œufs. Dans la présente étude, des différences significatives sont constatées entre les œufs collectés auprès des éleveurs, des grossistes et des détaillants (85,52 vs 68,94 vs 64,74 respectivement) (figure 13). Un écart important de l'ordre de 16,58 est observé entre les UH des œufs du premier groupe (EIE) et celles du deuxième groupe (EIG). Cet écart est plus nuancé entre le premier groupe des œufs (EIE) et le troisième groupe (EID) pour atteindre 20,74.

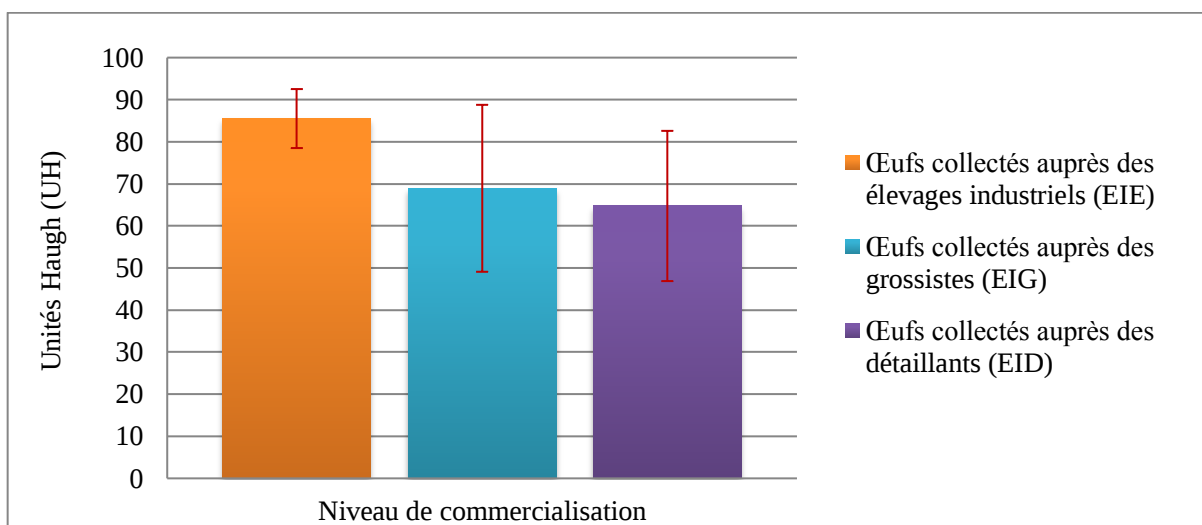


Figure 13 : Unités Haugh des œufs issus des élevages industriels.

Selon le classement du département de l'agriculture des Etats-Unis (U.S.D.A) applicables aux quatre classes d'œufs pour juger la fraîcheur des œufs, la valeur d'UH (85,52) des œufs collectés auprès des éleveurs (EIE) correspond à la catégorie des œufs extra-frais (AA). Les deux valeurs d'UH obtenues chez les œufs collectés auprès des grossistes (68,94) et auprès des détaillants (64,74) correspondent à une valeur d'UH d'un œuf frais (A) ce qui est conforme avec les études de Sauveur (1988).

Les œufs collectés directement auprès des éleveurs (EIE) sont des œufs extra-frais (AA) avec une valeur d'UH (85,52). Une valeur d'UH (92,00) plus élevée à celle obtenue au niveau du premier groupe (EIE) a été relevée sur les œufs issus de la Poule commerciale White Leghorn collectés directement auprès du site d'élevage (Rath et al., 2015). Les résultats obtenus dans notre étude sont en accord avec ceux obtenus par Moula et al. (2014) qui ont rapporté une valeur d'UH comprise entre 68,70 et 71,02 chez des œufs collectés auprès de plusieurs points de vente (épiceries, marchés publics et supérettes). D'autres auteurs (Benrahou et Zaaboub, 2014) ont également rapporté une valeur d'UH (77,57) correspond à une valeur d'UH d'un œuf frais (A). Une valeur d'UH comprise entre 74,11 et 74,37 correspondant à la catégorie d'œufs frais (A) a été obtenue chez les œufs de consommation collectés auprès des marchés locaux (Rath et al., 2015).

Dans la présente étude, les différences observées entre les UH de différents groupes peuvent être dues aux conditions de stockage défavorables y compris la température, l'humidité, le taux de CO₂ et la durée de stockage en accord avec les travaux de Samli et al. (2005).

2.2. Qualité des œufs issus des élevages traditionnels :

2.2.1. Qualité externe des œufs issus des élevages traditionnels :

Les résultats des critères de la qualité externe des œufs issus des élevages traditionnels sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 21 : Caractéristiques de la qualité externe des œufs selon les différents niveaux de commercialisation (Moyenne $\pm$ écart-type).

Critères de la qualité \ Niveau de commercialisation	Œufs collectés auprès des élevages traditionnels (ETE) n = 170	Œufs récupérés auprès des collecteurs (ETC) n = 170	Œufs collectés auprès des détaillants (ETD) n = 170
Poids de l'œuf (g)	53,55 $\pm$ 4,71 ^a	56,53 $\pm$ 6,29 ^b	51,85 $\pm$ 8,38 ^c
Index de forme (%)	73 $\pm$ 0,03*	73 $\pm$ 0,03*	73 $\pm$ 0,06*
Poids de la coquille (g)	5,58 $\pm$ 0,83 ^a	5,45 $\pm$ 0,78 ^a	5,08 $\pm$ 1,07 ^b
Epaisseur de la coquille (mm)	0,20 $\pm$ 0,04 ^a	0,22 $\pm$ 0,04 ^b	0,23 $\pm$ 0,04 ^b
Index de la coquille (g/100 cm ²)	0,12 $\pm$ 0,02 ^a	0,11 $\pm$ 0,02 ^b	0,12 $\pm$ 0,03 ^a
Pourcentage de la coquille (%)	10,44 $\pm$ 1,4*	9,67 $\pm$ 1,24*	9,84 $\pm$ 1,61*

(^{a,b,c}) : les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% ; (*) : différence non significative.

2.2.1.1. Poids de l'œuf :

Le poids moyen des œufs issus d'élevages traditionnels est représenté dans le tableau 21. Dans cette étude, le poids moyen des œufs varie considérablement selon le niveau de commercialisation (figure 14) : des différences significatives ($p < 0,05$) sont observées entre le poids moyen des œufs collectés directement auprès des éleveurs, des collecteurs et auprès des détaillants : 53,55 vs 56,53 vs 51,85 g respectivement.

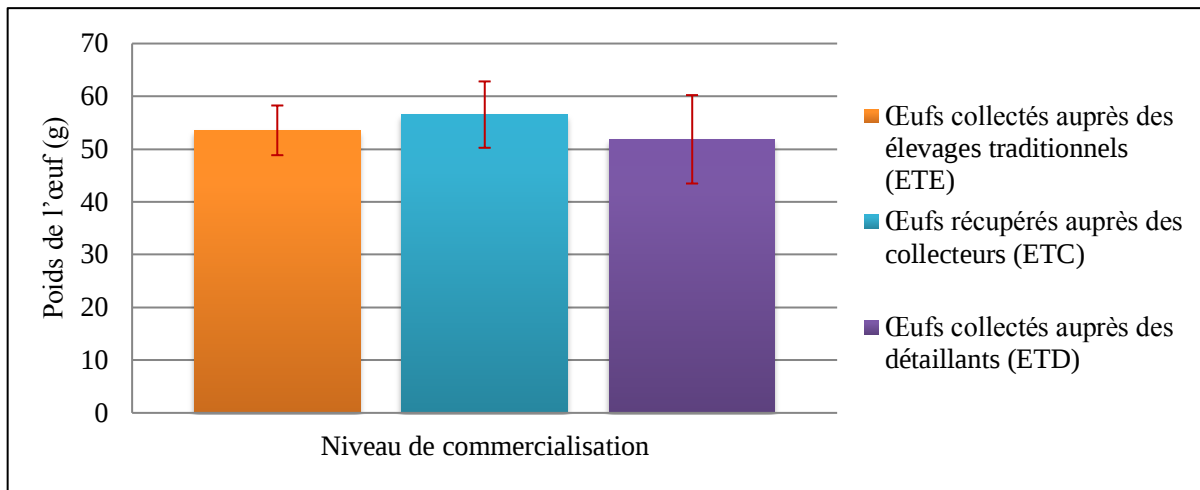


Figure 14 : Poids moyens des œufs issus des élevages traditionnels.

Les poids moyens enregistrés durant cette étude sont compris entre 51,85 et 56,53 g. Ces poids sont plus proches de ceux enregistrés par Halbouche et al. (2009) qui ont rapporté des poids moyens compris entre 52,50 et 54,6 g des œufs des poules locales dans le Nord-Ouest algérien et de ceux enregistrés par Moula (2012) qui a rapporté des poids moyens compris entre 50,23 et 54,32 g des œufs issus des poules locales en basse Kabylie. Toutefois, les poids moyens des œufs enregistrés durant cette étude sont supérieurs aux poids moyens obtenus par plusieurs auteurs, compris entre 33,29 et 50 g (Tchomboué et al., 2000 ; Peter et al., 2007 ; Egahi et al., 2013). En revanche, Brandt et Willems (1971) cité par Moula (2012) ont rapporté un poids moyen des œufs de la poule locale Famennoise (61 g) supérieur à ceux obtenus dans la présente étude.

Les différences entre les poids des œufs locaux remarquées dans le mode d'élevage traditionnel, dont le poids moyen des œufs obtenu chez les collecteurs (56,53 g) est le plus élevé comparativement avec ceux obtenus en élevages (53,55 g) et chez les détaillants (51,85 g), peuvent être expliquées par l'effet des différences génétiques au sein de la population des poules, par l'effet des conditions d'élevage en raison de la variabilité des conditions d'élevage d'un élevage à un autre et par l'effet de l'alimentation du fait de la variabilité des ressources et des pratiques alimentaires dans ce mode d'élevage (Olukosi et Sonaya, 2003 ; Rashid et al., 2005). S'ajoute à cela l'effet du stockage qui peut être à l'origine de la régression du poids entier de l'œuf au cours la période de commercialisation à cause de la perte en eau par évaporation au travers de la coquille (Sauveur, 1988 ; Scott et Silversides, 2000). De même l'écart type assez élevé dans les groupes ETC et ETD témoigne d'une hétérogénéité assez marquée du poids des œufs.

2.2.1.2. Index de forme :

Le tableau 21 montre qu'aucune différence n'a été observée entre les trois groupes étudiés ($p > 0,05$). Peter et al. (2007) ont rapporté une valeur de l'index de forme des œufs de la poule locale Naked neck (73%) égale à celle enregistrée dans notre étude, et deux autres valeurs de l'index de forme des œufs de la poule locale Normal nana et la poule locale Frizzled supérieures à celle enregistrée dans la présente étude (78 et 79% respectivement). Autres auteurs ont rapporté un d'index de forme de 76,99% sur des œufs de trois poules locales génétiquement différentes et qui est supérieur à celui obtenu dans notre étude et deux autres index (71,18 et 69,49%) inférieurs à celui enregistré dans la présente étude (Egahi et al., 2013).

Malgré l'absence de différence significative entre les index de forme obtenus dans cette étude, (Nys, 2010) a rapporté que l'index de forme des œufs varie considérablement avec l'âge et le cycle de production de la poule.

Dans la présente étude, les valeurs de l'index de forme pour les trois groupes étudiés (73%) étaient inférieurs à la valeur de 75 qui représente la norme requise pour que les œufs devraient être conditionnés dans les emballages standardisés selon les recommandations de Smith (1992) d'où la nécessité de fabriquer des emballages adaptés au calibre des œufs issus d'élevage traditionnel.

2.2.1.3. Poids et Pourcentage de la coquille :

Le poids de la coquille des œufs collectés directement auprès des éleveurs et des collecteurs est significativement ($p < 0,05$) différent à celui des œufs collectés auprès des détaillants : 5,58 et 5,54 vs 5,08 g respectivement (figure 15).

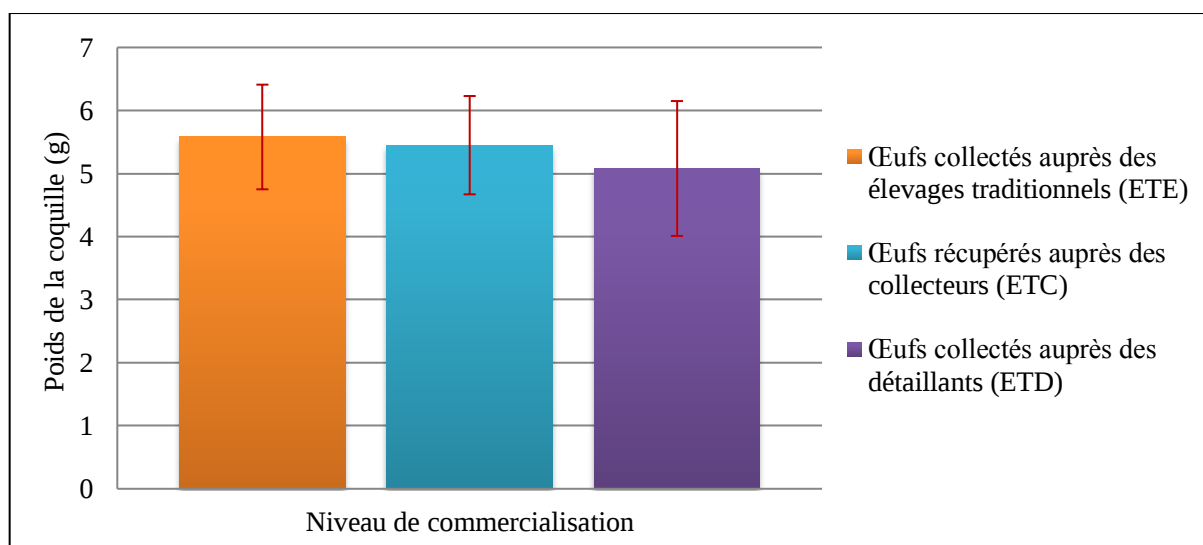


Figure 15 : Poids moyen de la coquille des œufs issus des élevages traditionnels.

Dans cette étude, les valeurs des poids moyens de la coquille des trois groupes, sont comprises entre 5,08 et 5,58 g et proches aux valeurs comprises entre 4,72 et 5,34 g qui ont été enregistrées par Moula (2012), mais inférieures au poids moyen de la coquille (6,5 g) qui a été enregistré par Halbouche et al. (2009) et par Halbouche et al. (2012) pour le poids moyen de la coquille de la poule locale dans le Nord-Ouest algérien. Quant au pourcentage de la coquille, l'étude statistique a montré qu'il n'y a pas de différence significative ($p > 0,05$) entre les trois groupes étudiés, donc il n'y a aucun effet du niveau de commercialisation sur le poids de la coquille.

2.2.1.4. Epaisseur de la coquille :

D'après les résultats exprimés dans le tableau 21, on remarque une différence significative ($p < 0,05$) entre l'épaisseur de la coquille des œufs collectés directement auprès des éleveurs (ETE) et l'épaisseur de la coquille des deux autres groupes (ETC et ETD) (figure 16).

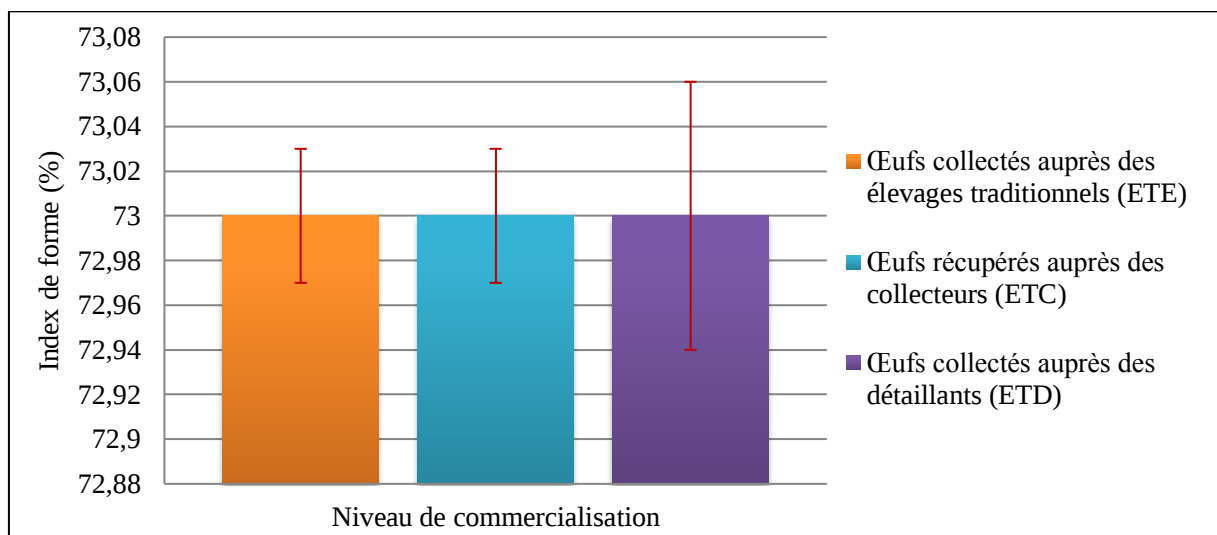


Figure 16 : Epaisseur de la coquille des œufs issus des élevages traditionnels.

Les valeurs des résultats obtenues dans cette étude sont comprises entre 0,20 et 0,23mm et sont très proches à celles enregistrées par Veena et al. (2015) qui ont obtenu une valeur comprise entre 0,22 et 0,24 mm. A l'opposé, des valeurs supérieures à celles obtenues dans la présente étude étaient enregistrées par Moula (2012) qui a obtenu des valeurs d'épaisseur comprises entre 32,35 et 34,89 mm et par Egahi et al. (2013) qui ont obtenu des valeurs comprises entre 0,32 et 0,36 mm.

2.2.1.5. Index de la coquille :

Les œufs collectés directement auprès des éleveurs (ETE) et ceux collectés auprès des détaillants (ETD) ont la même valeur de l'index de coquille (0,12 g/100) (Tableau 21, figure 17).

L'analyse statistique montre qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les deux groupes (ETE et ETD) et le groupe des œufs récupérés auprès des collecteurs (ETC) (0,12 vs 0,11 g/100 cm²) (tableau 21, figure 17).

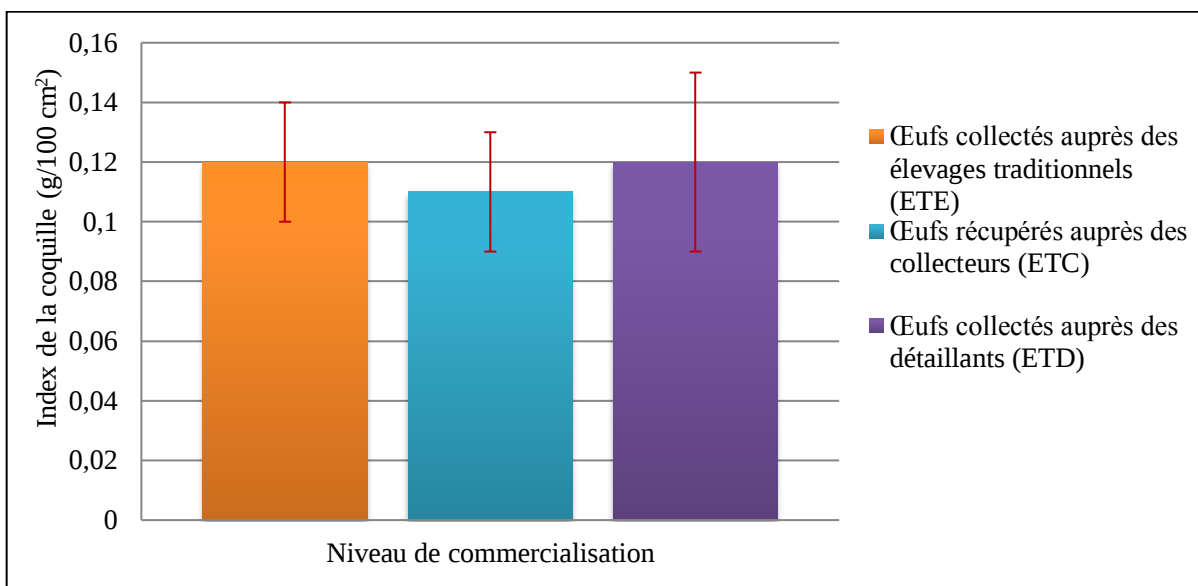


Figure 17 : Index de la coquille des œufs issus des élevages traditionnels.

Etant donné que l'index de la coquille est un critère qui se base dans son calcul sur le poids de l'œuf et le poids de la coquille. Dans notre étude ces deux derniers critères (le poids de l'œuf et le poids de la coquille) sont significativement différents entre les différents groupes des œufs ce qui peut être à l'origine de la différence observée dans notre étude.

2.2.2. Qualité interne des œufs issus des élevages traditionnels :

Les résultats des critères de la qualité interne des œufs issus des élevages traditionnels sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 22 : Caractéristiques de la qualité interne des œufs selon les différents niveaux de commercialisation (Moyenne $\pm$ écart-type).

Niveau de commercialisation Critères de la qualité	Œufs collectés auprès des élevages traditionnels (ETE) n = 170	Œufs récupérés auprès des collecteurs (ETC) n = 170	Œufs collectés auprès des détaillants (ETD) n = 170
Poids du jaune (g)	18,51 $\pm$ 2,63 ^a	19,66 $\pm$ 3,22 ^b	18,32 $\pm$ 3,49 ^b
Pourcentage du jaune (%)	34,58 $\pm$ 3,89	34,77 $\pm$ 4,01	35,38 $\pm$ 3,85
Poids d'albumen (g)	29,45 $\pm$ 3,54 ^a	31,42 $\pm$ 4,31 ^b	28,43 $\pm$ 5,27 ^c
Pourcentage d'albumen (%)	54,96 $\pm$ 4,07*	55,54 $\pm$ 4,13*	54,77 $\pm$ 4,15*
Rapport J/B (%)	63,75 $\pm$ 11,60*	63,48 $\pm$ 12,24*	65,47 $\pm$ 11,98*
Couleur du jaune (échelle DSM)	11,35 $\pm$ 1,63*	11,68 $\pm$ 1,57*	11,57 $\pm$ 2,00*
Index du jaune (%)	0,39 $\pm$ 0,04 ^a	0,42 $\pm$ 0,03 ^b	0,42 $\pm$ 0,04 ^b
Index d'albumen (%)	6,8 $\pm$ 1,46 ^a	6,38 $\pm$ 1,61 ^a	7,14 $\pm$ 2,48 ^b
Unités Haugh (UH)	88,06 $\pm$ 5,51 ^a	81,34 $\pm$ 8,2 ^b	82,21 $\pm$ 11,23 ^b

(^{a,b,c}) : les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% ; (*) : différence non significative.

2.2.2.1. Poids et pourcentage du jaune :

Le poids du jaune des œufs collectés auprès des éleveurs est significativement différent ($p < 0,05$) avec le poids du jaune des deux autres groupes ETC et ETD (19,66 vs 18,51 et 18,32 g respectivement) (figure 18), quant au pourcentage du jaune aucune différence est constatée ($p > 0,05$).

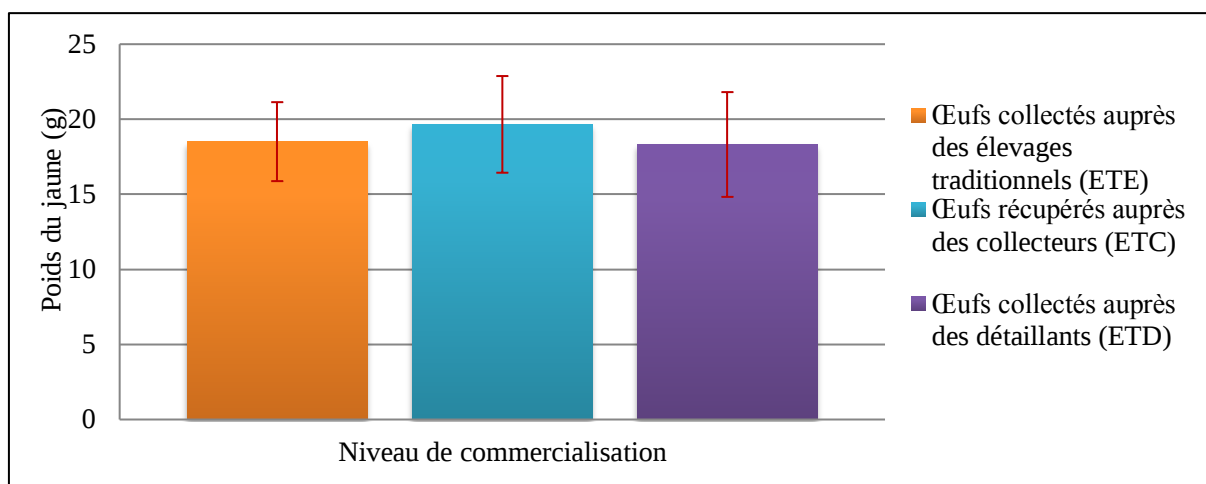


Figure 18 : Poids du jaune des œufs issus des élevages traditionnels.

Dans la présente étude, aucune différence significative n'a été constatée entre les proportions du jaune (34,58 ; 34,77 ; 35,38%). Les proportions du jaune obtenues dans notre étude sont comparables à celles obtenues par Mérat et al. (1983) sur des œufs de la poule locale Fayoumi (35,23%) et le croisement Fayoumi x Rhode-Island (34,94%), mais elles sont inférieures à celle enregistrée par Moula (2012) chez poule locale Ardenaise (62%) en Belgique. Des valeurs de proportion du jaune inférieures à celles obtenues dans cette étude (30,59 et 30,93%) ont été rapportées par Moula (2012) chez la poule locale de basse Kabylie élevées dans des conditions semi-intensives.

2.2.2.2. Poids et pourcentage d'albumen :

Pour le poids d'albumen, des différences significatives sont constatées ($p < 0,05$) entre les trois groupes étudiés (figure 19). Les œufs collectés auprès des collecteurs ont présenté leur supériorité pour ce caractère (31,42 g) suivi par le groupe des œufs collectés directement auprès des éleveurs (29,45 g) et le groupe des œufs collectés auprès des détaillants (28,43 g). Quant à la proportion d'albumen, elle varie en moyenne de 54,77 à 55,54% sur l'ensemble des groupes de différents niveaux de commercialisation sans toutefois présenter de différences significatives entre eux ($p > 0,05$).

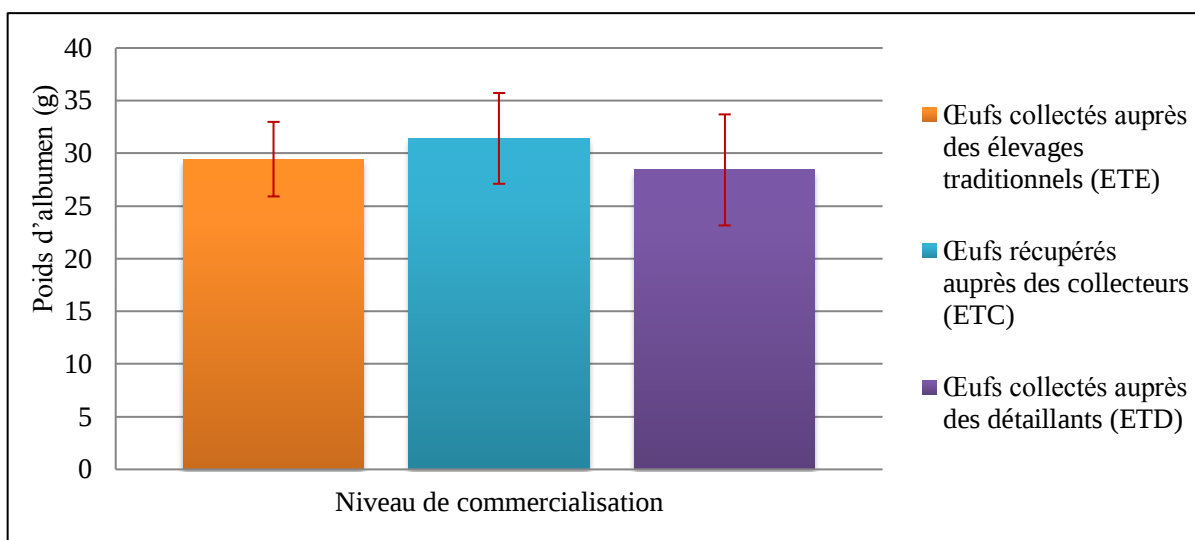


Figure 19 : Poids d'albumen des œufs issus des élevages traditionnels.

Les proportions obtenues dans cette étude sont très proches à celles obtenues par Benrahou et Zaaboub (2014) qui ont rapporté des proportions comprises entre 54,82 et 55,26% sur des œufs issus d'élevage traditionnel des poules locales dans le Ouest algérien. Des proportions d'albumen supérieures à celles obtenues dans la présente étude ont été enregistrées par Moula et al. (2012) qui ont rapporté une proportion d'albumen 56,31% chez la poule locale Kabyle élevée dans des conditions d'élevage intensive. Dans un autre travail, une valeur de pourcentage d'albumen 57,73% plus élevée que la précédente a été enregistrée chez la poule locale Kabyle élevée dans des conditions d'élevage semi-intensive (Moula, 2012).

2.2.2.3. Rapport Jaune/Blanc :

Pour les trois groupes étudiés, Le rapport jaune / blanc varie entre 63,48 et 65,47%. Statistiquement, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été constatée entre les trois groupes des œufs collectés auprès les différents niveaux de commercialisation pour ce caractère.

Les rapports obtenus dans notre étude sont supérieurs à ceux rapportés par Moula et al. (2012) et qui sont compris entre 52,34 et 59,77% chez la poule locale kabyle et supérieur à ceux rapportés par Benrahou et Zaaboub (2014) compris entre 58 et 61% chez les poules locales de l'Ouest algérien.

2.2.2.4. Couleur du jaune :

Aucune différence significative ($p > 0,05$) de la couleur du jaune n'a été constatée entre les œufs collectés des trois groupes ciblés dans cette étude. Les valeurs de la couleur du jaune

s'échelonnent entre 11,35 et 11,68 correspondent à une couleur du jaune orangé souhaitable et supérieur à 10 sur l'échelle « DSM » qui est en accord avec Bouvarel et al. (2010).

L'absence d'une différence significative ($p > 0,05$) entre la couleur du jaune des œufs issus d'élevage traditionnel peut être expliquée par l'uniformité de l'alimentation des poules dans ce mode d'élevage notamment en ce qui concerne l'apport en caroténoïdes.

2.2.2.5. Index du jaune :

La valeur de l'index du jaune des œufs des élevages traditionnels collectés auprès des collecteurs et des détaillants (0,42%) est le plus élevé comparativement avec celui enregistré sur des œufs collectés auprès des éleveurs (0,36%) (figure 20).

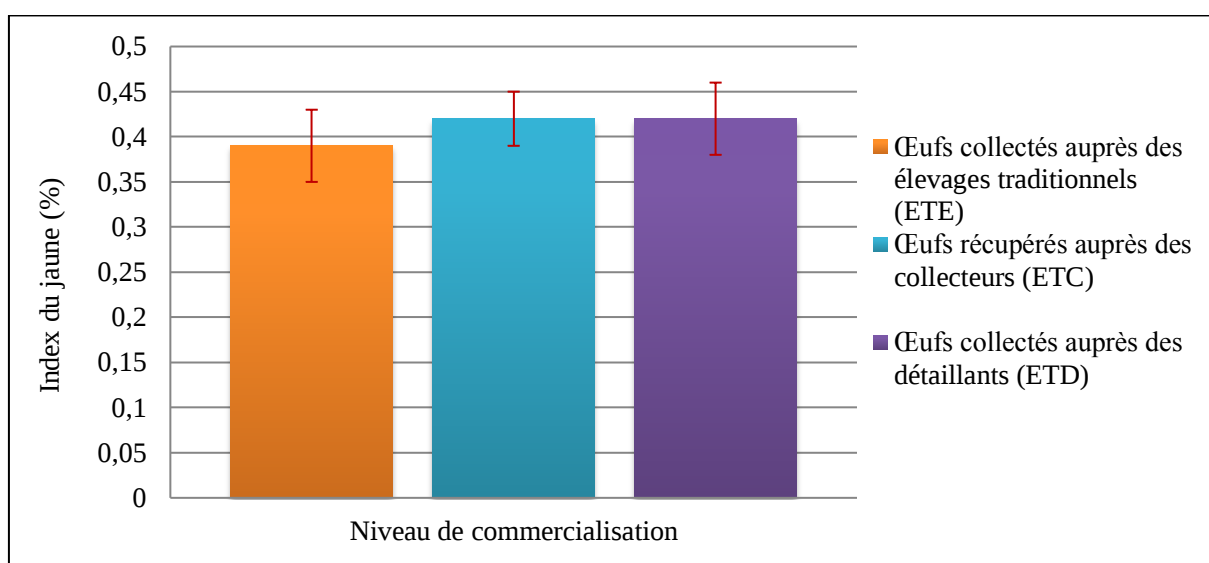


Figure 20 : Index du jaune des œufs issus des élevages traditionnels.

Une différence significative ($p < 0,05$) a été observée entre l'index du jaune des œufs collectés auprès des éleveurs (ETE) et les deux autres groupes (ETC et ETD).

Une valeur d'index du jaune intermédiaire 0,37% a été relevée sur des œufs de la poule locale Kadaknath (Parmar et al., 2006). Des index plus élevés à celles obtenues dans la présente étude ont été relevés sur des œufs des poules locales Vanaraja et Gramapriya (0,44 et 0,45% respectivement) (Niranjan et al., 2008).

La différence observée dans cette étude peut être expliquée par un aplatissement plus important du jaune des œufs collectés directement auprès des élevages que celui des œufs des deux autres groupes ce qui corrobore les travaux de Sauveur (1988).

2.2.2.6. Index d'albumen :

L'index d'albumen est significativement différent ($p < 0,05$) entre les deux premiers groupes ETE et ETC et le troisième groupe des œufs collectés auprès des détaillant ELD (6,8 et 6,38 vs 7,14% respectivement) (Figure 21).

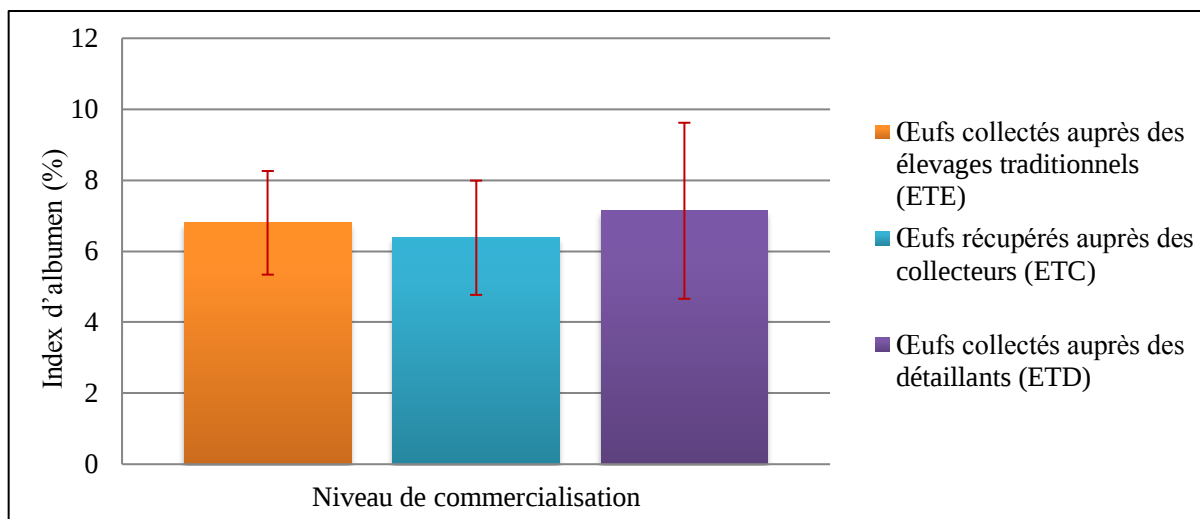


Figure 21 : Index d'albumen des œufs issus des élevages traditionnels.

Des valeurs inférieures à celles obtenues dans notre étude qui sont comprises entre 4,46 et 6,14% ont été enregistrées sur des œufs de la poule locale Kadaknath à Jobat en Inde (Parmar et al., 2006). Cependant, des valeurs d'index d'albumen supérieures à celles enregistrées dans notre étude ont été enregistrées sur des œufs des poules locales Kadaknath et Aseel (7,2 et 7,6% respectivement) (Haunshi et al., 2011).

La différence observée peut être expliquée par l'effet de la température sur l'épaisseur du blanc épais au cours la période de commercialisation ce qui influence par conséquent la valeur de l'index d'albumen et qui est en concordance avec Sauveur (1988) et Mertens et al. (2010).

2.2.2.7. Unités Haugh :

Dans la présente étude les unités Haugh ont été calculées afin d'apprécier la fraîcheur des œufs issus des élevages traditionnels sur trois niveaux d'étude. Une différence significative ($p < 0,05$) a été observée entre les UH des œufs collectés auprès des éleveurs (ETE) et les UH des deux autres groupes (ETC et ETD) : les UH des œufs collectés auprès des éleveurs ont présenté leur supériorité avec une valeur d'UH (88,06) suivi par le groupe des œufs collectés auprès des détaillants (82,21) et le groupe des œufs récupérés auprès des collecteurs (81,34) (figure 22).

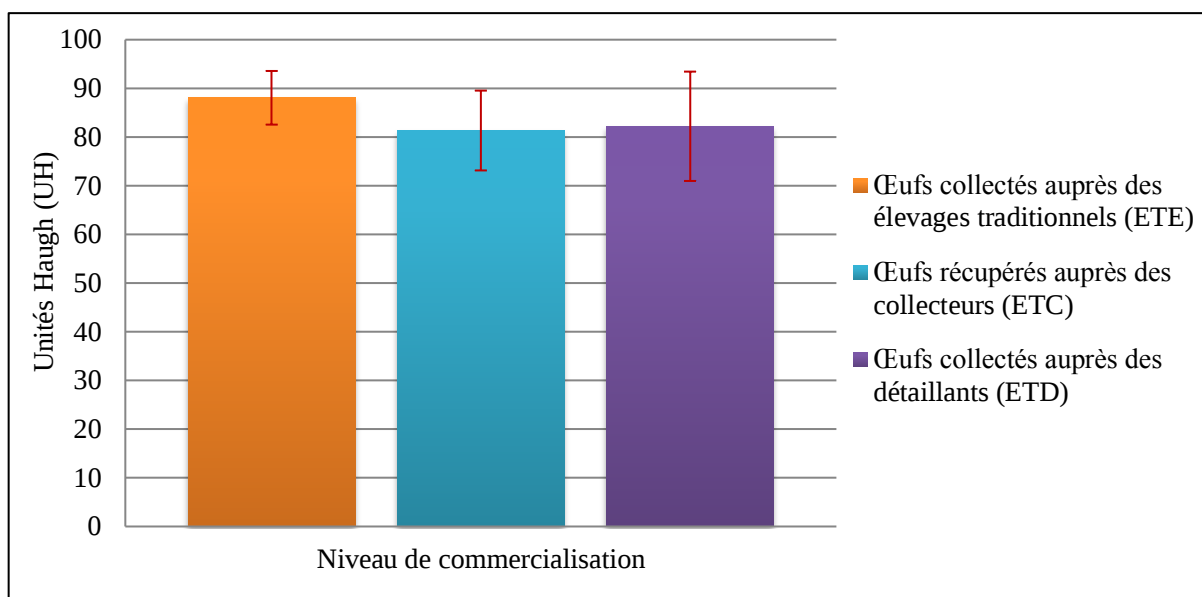


Figure 22 : Unités Haugh des œufs issus des élevages traditionnels.

Selon les limites d'unités Haugh définies par le département de l'agriculture des Etats-Unis (U.S.D.A) applicables aux quatre classes d'œufs, les unités Haugh obtenues dans cette étude s'étendent de 81,34 et 88,06 sont supérieures à 79 UH ce qui permet de classer les œufs locaux des trois groupes étudiés dans la catégorie des œufs extra-frais (AA) ce qui est en accord avec Sauveur (1988).

La qualité du blanc des œufs appréciée, dans notre étude, via la mesure des unités Haugh, nous a permis de constater la bonne fraîcheur de ce type des œufs produits et commercialisés dans la région de Batna. Sur le plan qualitatif cela ne peut être expliqué que par la durée très courte entre la production des œufs et sa consommation du fait, à la fois, de la forte demande de ce type des œufs par le consommateur qui s'appuie sur une perception très positive du mode d'élevage et la limitité des quantités produites dans tel système de production (l'offre et la demande).

La bonne fraîcheur des œufs issus d'élevages traditionnels constatée dans la présente étude a été également constatée par plusieurs auteurs (Peter et al., 2007 ; Boboo et al., 2013 ; Egahi et al., 2013).

2.3. Comparaison entre la qualité des œufs issus des deux modes d'élevage :

2.3.1. Comparaison entre la qualité externe :

Les résultats de la comparaison entre les critères de la qualité externe sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Comparaison entre la qualité externe des œufs issus d'élevages traditionnels et celle des œufs issus d'élevages industriels (Moyenne $\pm$ écart-type).

Origine des œufs Critères de la qualité	Œufs issus d'élevages industriels n = 510	Œufs issus d'élevages traditionnels n = 510
Poids de l'œuf (g)	59,20 $\pm$ 5,87 ^a	53,98 $\pm$ 6,90 ^b
Index de forme (%)	77,23 $\pm$ 0,03 ^a	73,65 $\pm$ 0,48 ^b
Poids de la coquille (g)	5,93 $\pm$ 0,80 ^a	5,37 $\pm$ 0,93 ^b
Epaisseur de la coquille (mm)	0,31 $\pm$ 0,08 ^a	0,22 $\pm$ 0,04 ^b
Index de la coquille (g/100 cm ²)	0,11 $\pm$ 0,01 ^a	0,12 $\pm$ 0,02 ^b
Pourcentage de la coquille (%)	10,05 $\pm$ 1,2 [*]	9,98 $\pm$ 1,46 [*]

(^{a,b}) : les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% ; (*) : différence non significative.

2.3.1.1. Poids de l'œuf :

D'après les résultats exprimés dans le tableau 23, le poids moyen des œufs issus de deux modes d'élevage est significativement différent ($p < 0,05$). Les œufs issus d'élevages industriels ont un poids moyen plus élevé comparativement avec celui des œufs issus d'élevages traditionnels (59,20 vs 53,98 g respectivement).

La supériorité du poids moyens des œufs issus d'élevages industriels des poules pondeuses par rapport au poids moyen des œufs issus d'élevages traditionnels enregistrée dans notre étude a été également constatée par Moula et al. (2010) qui ont rapporté un poids moyen des œufs des poules pondeuses Isa Brown et Coq Ard (67,3 et 61,00 g respectivement) plus élevé à celui obtenu chez les poules locales Ardenaise et Famennoise (50,1 et 56,5 g respectivement). Rayan et al. (2015) ont aussi rapporté des poids moyens des œufs des poules locales Bahig (48,15 g) et Matrouh (47,23 g) inférieurs au poids moyen des œufs issus des poules commerciales Rhode Island Red (RIR) (50,76 g).

En Algérie, certains auteurs (Benrahou et Zaaboub, 2014 ; Moula et al., 2014) ont cité l'infériorité du poids des œufs issus d'élevage traditionnel compris entre 52,68 et 53,28 g comparativement avec les œufs issus d'élevage industriel des poules pondeuses compris entre

61,01 et 64,42 g. En revanche, aucune différence n'a été constatée entre le poids moyen des œufs issus d'élevage traditionnel des poules locales compris entre 52,5 et 53,4 g et le poids moyen des œufs issus d'élevage industriel des poules commerciales 54,6 g (Halbouche et al., 2009).

Le poids des œufs est un critère avec une forte héritabilité et qui est comprise entre 0,57 et 0,68. Il varie avec l'âge de la poule et au cours du cycle de ponte (Beaumont et al., 2010). Par ailleurs, plusieurs facteurs peuvent affecter le poids des œufs tels que l'environnement, l'alimentation, l'âge de la poule et l'hérédité (Yakubu et al., 2008). Ces données peuvent expliquer, en grande partie, les différences observées dans notre étude entre le poids des œufs issus des deux modes d'élevage. La supériorité du poids moyen des œufs issus d'élevages industriels par rapport au poids moyen des œufs issus d'élevages traditionnels constatée dans la présente étude (figure 23) résulte de la pression de la reproduction et les différents programmes d'amélioration génétique entamés depuis plusieurs décennies chez les souches commerciales afin d'améliorer le poids de l'œuf (Francesch et al., 1997 ; Hocking et al., 2003).

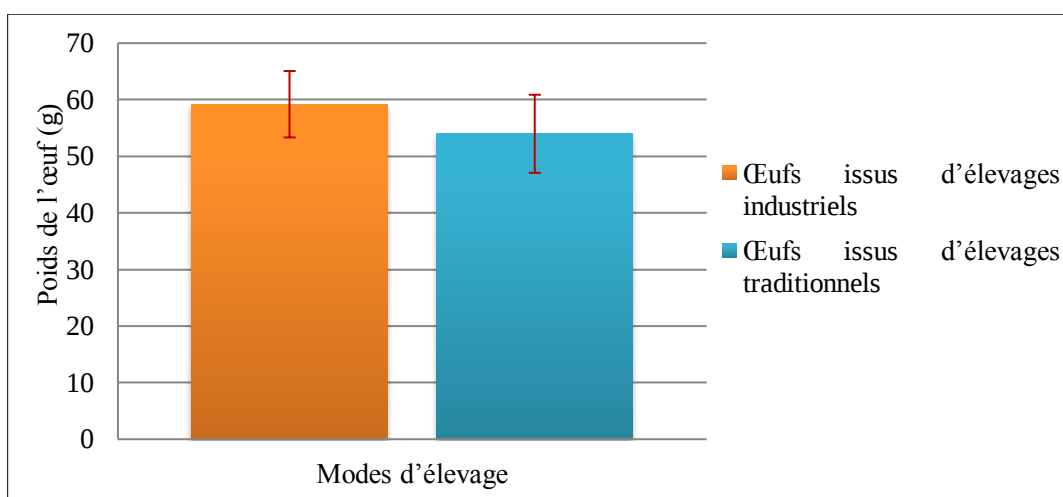


Figure 23 : Poids moyen des œufs selon le mode d'élevage.

2.3.1.2 Index de forme :

Une différence significative ($p < 0,05$) est observée entre l'index de forme des œufs issus d'élevages traditionnels et l'index de forme des œufs issus d'élevages industriels : 73,65 vs 77,23% respectivement (Tableau 23). Dans la présente étude, les œufs issus d'élevages traditionnels ont un index de forme inférieur à celui des œufs issus d'élevages industriels (figure 24). Les résultats de ces études sont en accord avec ceux de Moula et al. (2010) qui ont rapporté que les œufs issus d'élevages industriels des souches commerciales Isa Brown et Coq Ard ont un index de forme de 76,3 et 78,3% respectivement et qui est supérieur à celui des œufs des

poules locales Ardennaise et Famennoise : 75,2 et 73,1% respectivement. En revanche, Merat et al. (1983) ont rapporté que les œufs issus de poules locales Fayoumi ont présenté un index de forme (75,66%) supérieur à celui des œufs issus de poule commerciale Rhode Island Red.

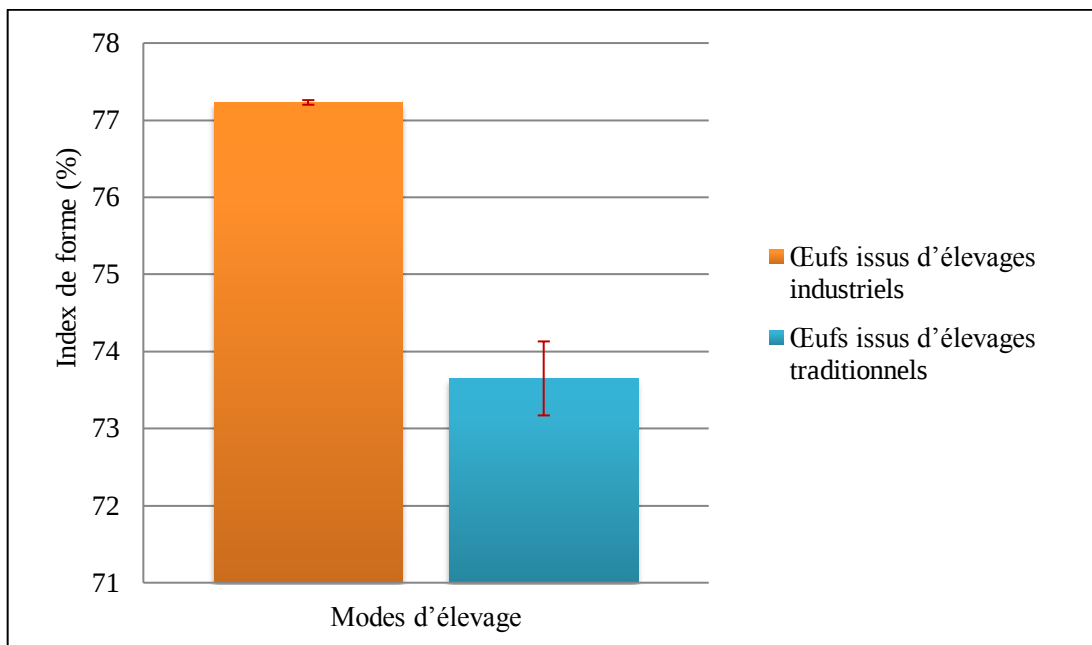


Figure 24 : Index de forme des œufs selon le mode d'élevage.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer la différence observée dans notre étude entre l'index de forme des œufs issus de différents modes d'élevage. Selon Anderson et al. (2004), l'index de forme de l'œuf est influencé par la sélection génétique. Autres auteurs ont cité que l'environnement peut influencer la forme de l'œuf (Mao et al., 2007 ; Pohle et Cheng, 2009).

La valeur de l'index de forme requise pour que les œufs soient conditionnés dans des emballage standardisés est 75% (Smith, 1992). L'index de forme des œufs issus d'élevages traditionnels (73,65%) est inférieur à la norme requise (75%), alors que les œufs issus d'élevages industriels ont présenté un index de forme (77,23%) supérieur à la norme requise pour que les œufs soient conditionnés dans des emballage standardisés, cela nécessite un emballage spécifique aux œufs issus des élevages traditionnels.

2.3.1.3. Poids et pourcentage de la coquille :

Une différence significative ($p < 0,05$) est constatée entre le poids moyen de la coquille des œufs issus d'élevages industriels et celui des œufs issus d'élevages traditionnels. Dans cet étude le poids moyen de la coquille des œufs issus d'élevages industriels est plus élevé (figure 25) comparativement avec le poids moyen de la coquille des œufs issus d'élevages traditionnels (5,93 vs 5,37 g respectivement).

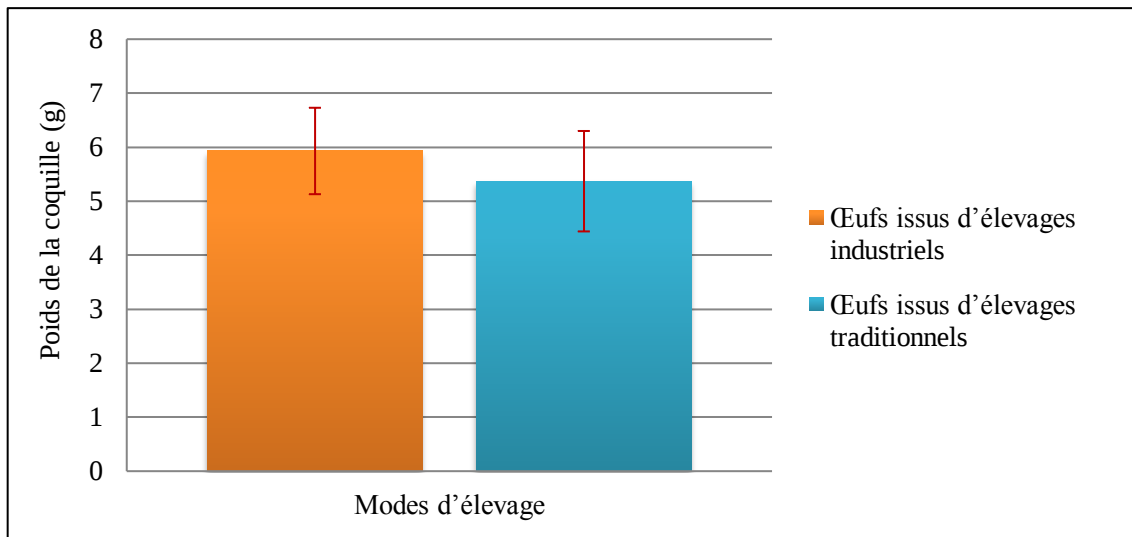


Figure 25 : Poids de la coquille des œufs selon le mode d'élevage.

Il a été rapporté dans la littérature que le poids moyen de la coquille des œufs issus d'élevages industriels est plus élevé que celui des œufs issus d'élevages traditionnels. Les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par Suk et Park (2001) qui ont rapporté la supériorité du poids moyen de la coquille de la poule commerciale (Commercial Egg-type Chicken) CEC (6,1 g) par rapport à celui de la poule locale (Korean Native Chicken) KNC (4,8 g). Par ailleurs, Moula et al. (2010) ont cité que le poids moyen de la coquille des poules commerciales Isa Brown et Coq Ard : 7,58 et 7,27 g respectivement est plus élevé que celui des poules locales Ardennaise et Famennoise (6,40 et 6,90 g respectivement). En revanche, Rayan et al. (2015) ont rapporté un poids moyen de 5,72 g de la coquille des œufs de la poule locale Matrouh qui est plus élevé que celui obtenu sur les œufs de la poule commerciale Rhode Island Red (5,60 g).

La différence constatée dans notre étude entre le poids moyen de la coquille des œufs issus d'élevages traditionnels et celui de la coquille des œufs issus d'élevages industriels, peut être expliquée par l'effet de l'âge de la poule et par l'effet des variations d'origine génétique sur la composition de la coquille (Suk et Park, 2001 ; Nys, 2010).

Quant à la proportion relative de la coquille aucune différence significative ($p > 0,05$) est observée entre les œufs issus d'élevages industriels et ceux issus d'élevages traditionnels : 10,05 et 9,98% respectivement.

Dans une autre étude, une différence significative a été observée entre le pourcentage de la coquille des œufs de la poule locale Matrouh (12,09%) et celui de poule commerciale Rhode Island Red (10,99%), alors que, dans la même étude, aucune différence significative n'a été constatée entre le pourcentage de la coquille de poule commerciale Rhode Island Red

(10,99%) et celui de la race locale Bahig (11,06%) (Rayan et al., 2015). Cependant, Tixier-Boichard et al. (2006) ont rapporté que la poule locale Fayoumi ont présenté un pourcentage de coquille plus élevé que celui de la poule commerciale Isa Brown.

2.3.1.4. Epaisseur de la coquille :

L'épaisseur de la coquille était significativement différente ($p < 0,05$) entre les œufs issus de deux modes d'élevage. Les œufs issus d'élevages industriels ont présenté une épaisseur de coquille plus épaisse (0,31 mm) par rapport à celle des œufs issus d'élevages traditionnels des poules locales (0,22 mm) (figure 26).

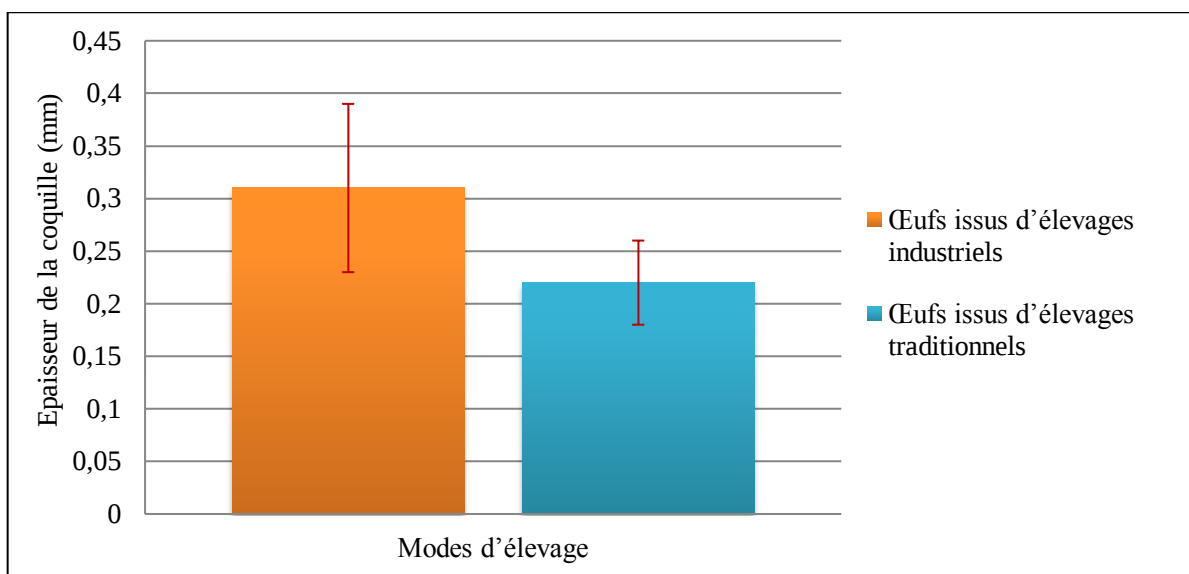


Figure 26 : Epaisseur de la coquille des œufs selon le mode d'élevage.

Plusieurs auteurs ont rapporté dans la littérature que l'épaisseur de la coquille des souches commerciales est plus élevée que celle des poules locales. La coquille de la poule commerciale CEC était plus épaisse (0,42 mm) que la coquille de la poule locale KNC (0,38 mm) (Suk et Park, 2001). Moula et al. (2010) ont rapporté que l'épaisseur de la coquille des poules commerciale Isa Brown et Coq Ard est de 0,37 et 0,32 mm respectivement et qui est plus élevée que celle des poules locales Ardennaise et Famennoise : 0,30 et 0,31 mm respectivement.

Dans la présente étude, la différence observée entre l'épaisseur de la coquille des œufs issus d'élevages industriels et celle des œufs issus d'élevages traditionnels peut être due aux différences génétiques rapportées par plusieurs auteurs (Monira et al., 2003 ; Offiong et al., 2006 ; Sreenivas et al., 2013). Par ailleurs, autres auteurs ont rapporté autres facteurs qui peuvent influencer l'épaisseur de la coquille tels que le stress thermique qui peut entraîner la

diminution de l'épaisseur de la coquille (Belnavé et Brake, 2005) et la saison qui peut également influencer l'épaisseur de la coquille des œufs (Veena et al., 2015), ce qui est valable pour notre région d'étude où les variations nycthémérales de la température sont très élevées.

2.3.1.5. Index de la coquille :

Dans la présente étude une différence significative ($p < 0,05$) est observée entre l'index de coquille des œufs issus d'élevages industriels et celui des œufs issus d'élevages traditionnels (0,11 vs 0,12 g/100 cm² respectivement). La coquille des œufs issus d'élevages traditionnels a présenté une solidité de coquille, appréciée à travers leur index de coquille, (0,12 g/100 cm²) plus élevé que celle de la coquille des œufs issus d'élevages industriels (0,11 g/100 cm²) (figure 27).

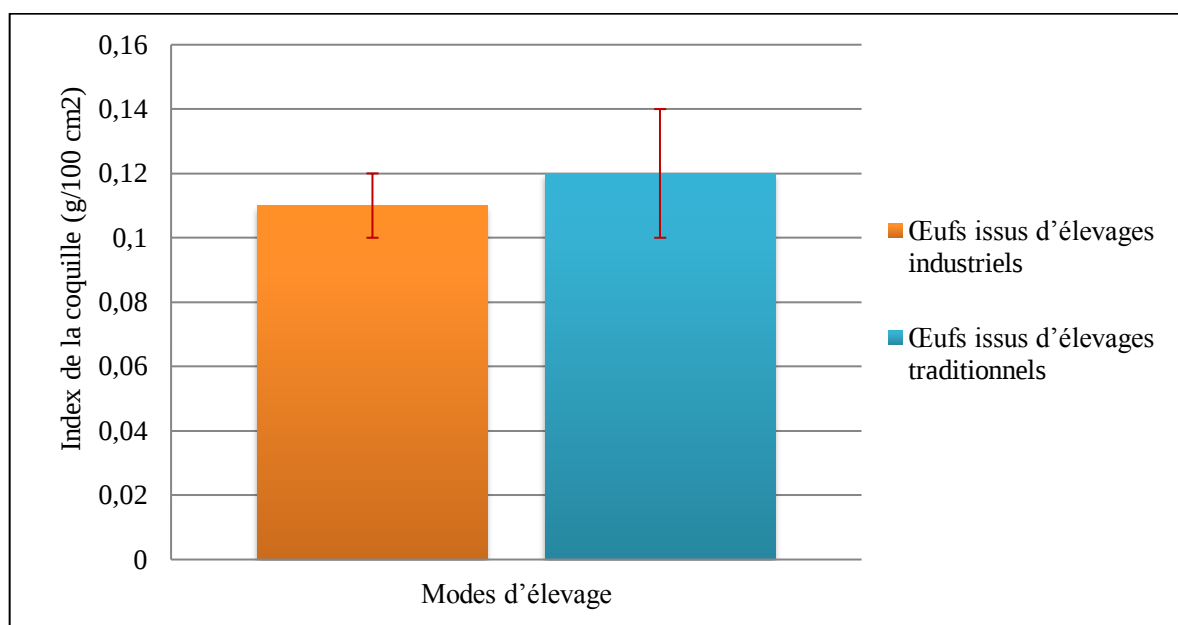


Figure 27 : Index de la coquille des œufs selon le mode d'élevage.

La différence constatée dans cette étude peut être liée à la différence de la taille qu'il existe entre les deux types des œufs (index de forme des œufs issus d'élevages industriels 77% supérieur à celui des œufs issus d'élevages traditionnels 73%) ce qui se traduit inversement sur la solidité de la coquille dont il existe une corrélation négative entre la taille de l'œuf et la quantité de matériaux déposée sur elle et donc sur sa solidité en raison de la modification du métabolisme conduisant à la formation des cristaux de carbonate de calcium (Mertens et al., 2010). Par ailleurs, nombreux facteurs peuvent être à l'origine de variation de la solidité de la coquille tels que la physiologie de la poule (l'âge et la mue), la génétique et la nutrition (Nys, 2010). Un autre facteur peut être à l'origine de la supériorité de l'index de la coquille des œufs

issus d'élevages traditionnels en comparaison avec celui des œufs issus d'élevages industriels (0,12 vs 0,11 g/100 cm² respectivement) est l'exposition au soleil des poules en élevages traditionnels, ce qui favorise la synthèse de la vitamine D. Ce dernier joue un rôle important dans l'absorption du calcium par l'intestin (INRA, 1989 ; Larbier et Leclercq, 1992 ; Drogoul et al., 2004).

2.3.2. Comparaison entre la qualité interne des œufs :

Les résultats de la comparaison entre les critères de la qualité interne des œufs sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 24 : Comparaison entre la qualité interne des œufs selon le mode d'élevage (Moyenne $\pm$ écart-type).

Origine des œufs Critères de la qualité	Œufs issus d'élevages industriels n = 510	Œufs issus d'élevages traditionnels n = 510
Poids du jaune (g)	16,7 $\pm$ 2,02 ^a	18,83 $\pm$ 3,18 ^b
Pourcentage du jaune (%)	28,79 $\pm$ 3,27 ^a	34,91 $\pm$ 3,93 ^b
Poids d'albumen (g)	36,29 $\pm$ 4,88 ^a	29,77 $\pm$ 4,59 ^b
Pourcentage d'albumen (%)	61,14 $\pm$ 3,56 ^a	55,05 $\pm$ 4,12 ^b
Rapport J/B (%)	47,56 $\pm$ 8,52 ^a	64,23 $\pm$ 11,95 ^b
Couleur du jaune (DSM)	7,08 $\pm$ 1,15 ^a	11,53 $\pm$ 1,74 ^b
Index du jaune (%)	0,38 $\pm$ 0,05 ^a	0,41 $\pm$ 0,04 ^b
Index d'albumen (%)	5,66 $\pm$ 2,51 ^a	6,78 $\pm$ 1,92 ^b
Unités Haugh (UH)	73,07 $\pm$ 18,08 ^a	83,87 $\pm$ 9,1 ^b

(^{a,b}) : les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5% ; (*) : différence non significative.

2.3.2.1. Poids et pourcentage du jaune :

Une différence significative ($p < 0,05$) est constatée pour le poids et le pourcentage du jaune entre les œufs issus d'élevages industriels et ceux des œufs issus d'élevages traditionnels. Dans la présente étude les œufs issus d'élevages traditionnels ont présenté un poids et pourcentage du jaune qui est de 18,83 g et 34,91 % respectivement et sont plus élevés que ceux des œufs issus d'élevages industriels (16,7 g et 28,79 %) (figure 28, 29).

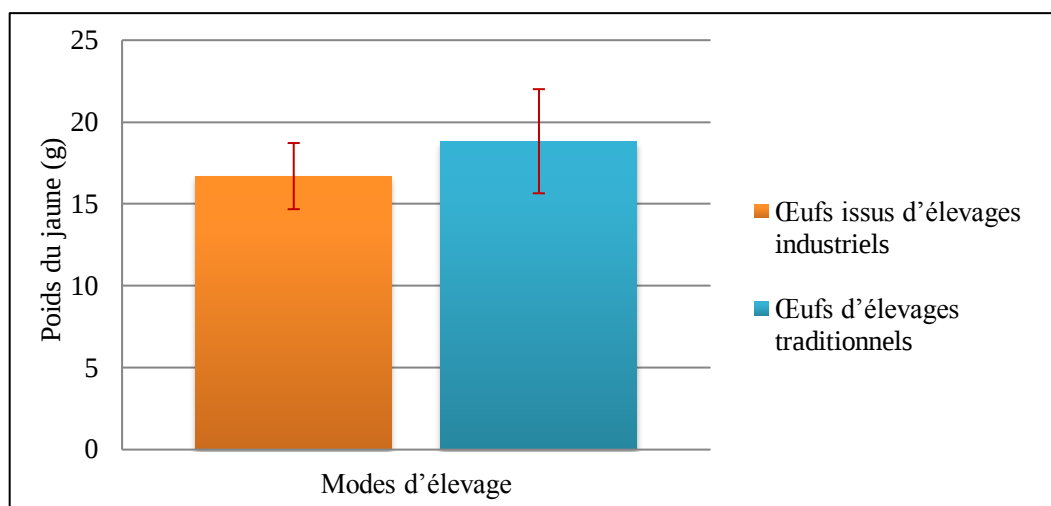


Figure 28 : Poids du jaune des œufs issus selon le mode d'élevage.

Le pourcentage élevé du jaune des œufs issus d'élevages traditionnels (34,91%), observé durant cette étude, par rapport à celui des œufs issus d'élevages industriels (28,79%) (figure 29), était également constaté par Moula et al. (2010) qui ont rapporté des pourcentages du jaune des œufs issus des poules locales compris entre 30 et 33,4% plus élevés que ceux des œufs issus des poules commerciales compris entre 26,7 et 28,6%. Une autre étude récente a montré que le pourcentage du jaune des œufs des poules locales Bahig et Martrouh est de 33,65 et 35,75% respectivement qui est plus élevé que celui des œufs issus de poule commerciale RIR (Rayan et al., 2015).

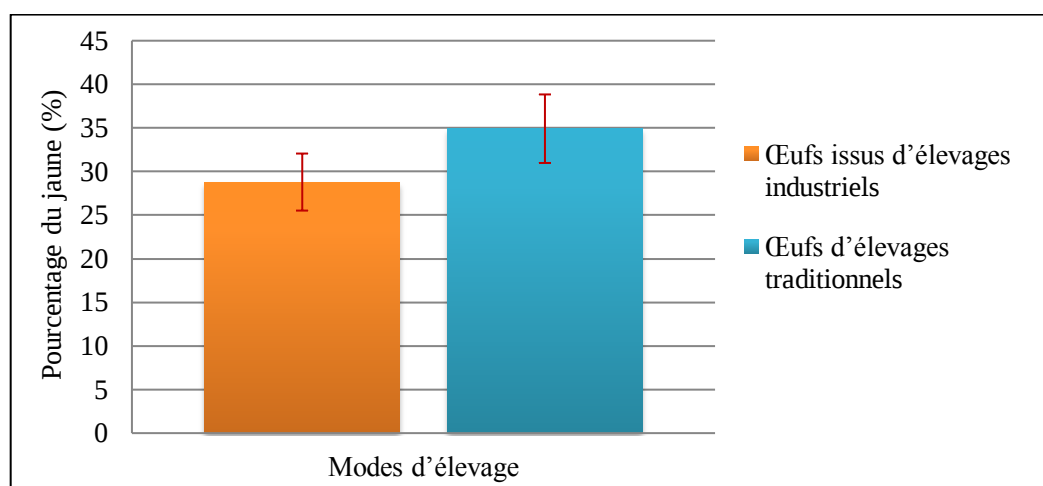


Figure 29 : Pourcentage du jaune des œufs selon le mode d'élevage.

Les différences constatées dans la présente étude peuvent être expliquée par la sélection orientée des souches commerciales exploitées en élevage industriel des poules pondeuses vers la production d'un nombre maximal d'œufs avec un poids supposé constant ce qui induit une

diminution de la part du jaune d'une part (Tharrington et al., 1999), et par la corrélation génétique négative (- 0,51) entre le poids de l'œuf et la proportion du jaune d'autre part (Hartmann et al., 2000).

2.3.2.2. Poids et pourcentage d'albumen :

Une différence significative ($p < 0,05$) est constatée entre le poids de l'albumen des œufs issus d'élevages industriels des poules commerciales et celui des œufs issus d'élevages traditionnels (36,29 vs 29,77 g respectivement) (figure 30).

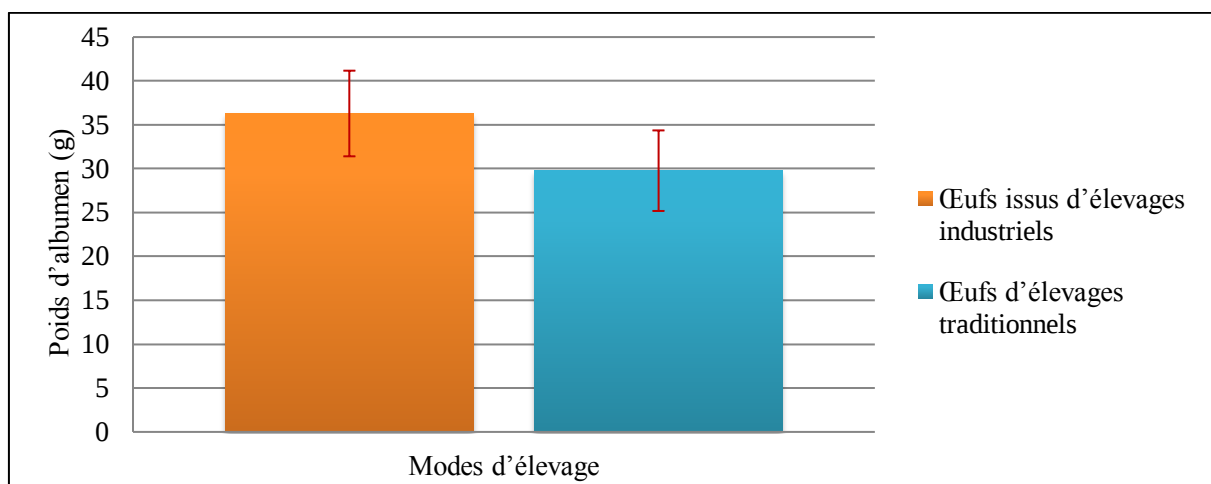


Figure 30 : Poids d'albumen des œufs selon le mode d'élevage.

Quant à la proportion d'albumen (figure 31), elle diffère aussi significativement ($p < 0,05$) entre les œufs issus d'élevages industriels et les œufs issus d'élevages traditionnels : 61,14 vs 55,05% respectivement.

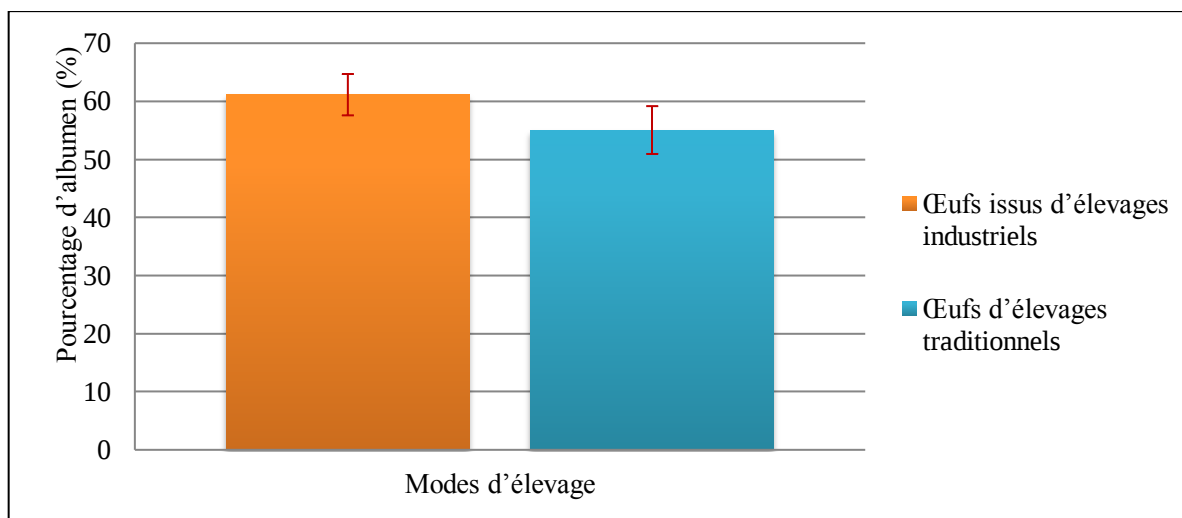


Figure 31 : Pourcentage d'albumen des œufs selon le mode d'élevage.

Dans cette étude, les œufs issus d'élevages industriels ont présenté un poids et pourcentage d'albumen (36,29 g et 61,14%) plus élevés que ceux des œufs issus d'élevages traditionnels (29,77 g et 55,05%). La supériorité manifestée dans la présente étude, pour ces deux caractères, par les œufs issus d'élevages industriels comparativement avec les œufs issus d'élevages traditionnels, était la constatation de nombreuses études (Offiong et al., 2006 ; Benrahou et Zaaboube, 2014).

Les résultats obtenus dans cette étude sont conformes aux résultats obtenus récemment par Rayan et al. (2015) qui ont rapporté un poids et pourcentage d'albumen plus élevés des œufs de la poule commerciale RIR (28,97 g et 57,12%) que ceux des poules locales Bahig (26,88 g et 55,41%) et Matrouh (24,64 g et 52,17%).

La différence observée entre le poids et le pourcentage d'albumen des œufs issus des deux modes d'élevage peut être expliquée par la forte corrélation génétique entre le poids de l'œuf et le poids d'albumen. Le pourcentage de ce dernier est fortement augmenté par les programmes de sélection des poules commerciales (Tharrington et al., 1999). Une telle corrélation a été également rapportée par Moula et al. (2010). Ces derniers ont rapporté une corrélation assez forte entre le poids de l'œuf et le poids du blanc (0,97) et une forte corrélation positive (0,73) entre le poids de l'œuf et le pourcentage d'albumen. Cet effet a fait l'objet de plusieurs revues (Hartmann et al., 2000 ; Suk et Park, 2001).

2.3.2.3. Rapport Jaune/Blanc :

L'une des variations qui peut intervenir au cours de la période de ponte de la poule pondeuse est la variation du rapport jaune/blanc. Cette variation constitue une source importante de variation de la composition de l'œuf, bien qu'elle soit souvent mal connue des consommateurs (Nys, 2010).

Une différence significative ($p < 0,05$) a été constatée entre le rapport J/B des œufs des deux modes d'élevage étudiés. Dans la présente étude le rapport J/B des œufs issus d'élevages traditionnels (64,23%) est plus élevé comparativement avec celui des œufs issus d'élevages industriels (47,56%) (figure 32).

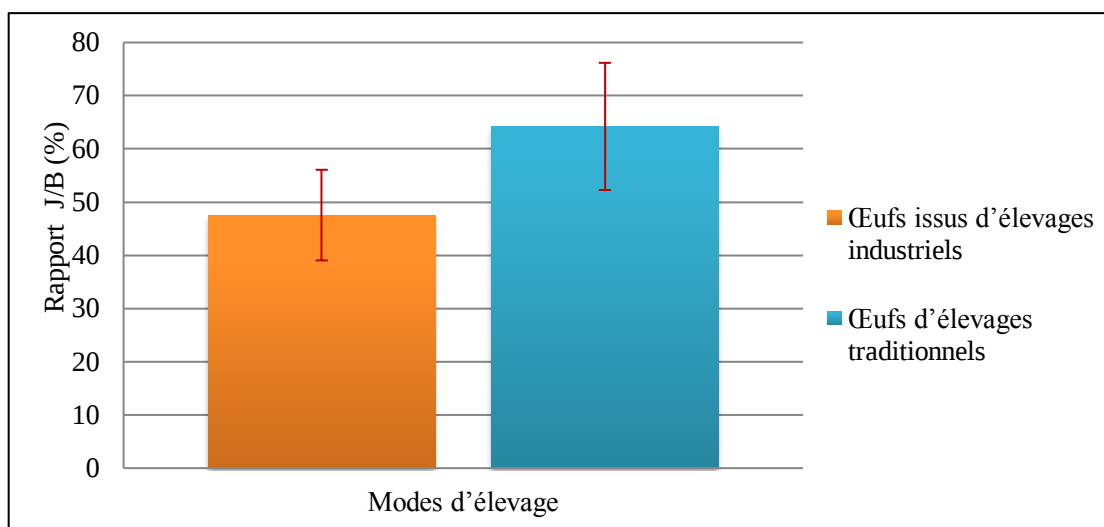


Figure 32 : Rapport J/B des œufs selon le mode d'élevage.

La supériorité de ce rapport chez les œufs d'élevages traditionnels par rapport aux œufs issus d'élevages industriels a été également rapporté par Suk et Park (2001) qui ont rapporté un rapport J/B des œufs des poules locales KNC (55%) plus élevé que celui des œufs issus de la poule commerciale CEC (38%).

Dans la présente étude, les œufs issus d'élevages traditionnels ont présenté une taille (exprimée en index de forme égale à 73,65%) plus petite que celle des œufs issus d'élevages industriels (index de forme égale à 77,23%), cela peut expliquer en grande partie la différence observée dans la présente étude conformément aux relations obtenues par Ahn et al. (1997) et Suk et Park (2001) qui ont montré que la proportion du jaune et le rapport J/B ont une tendance à être plus élevé dans les petits œufs que dans les grands œufs. Dans le même sens, une relation génétique négative de - 0,22 à - 0,30 a été trouvée entre le poids de l'œuf et le rapport J/B chez les œufs locaux et les œufs issus des poules sélectionnées (Moula et al., 2010).

2.3.2.4. Couleur du jaune :

Dans la présente étude, une différence significative ($p < 0,05$) a été constatée entre la couleur du jaune appréciée par la comparaison du jaune à une série de couleurs étalons «échelle DSM».

La couleur du jaune des œufs issus d'élevages traditionnels était d'une coloration plus foncée, correspondant à une valeur de 11,53 sur l'échelle DSM, comparativement avec celle des œufs issus d'élevages industriels correspondant à une valeur de 7,08 sur l'échelle DSM (figure 33).

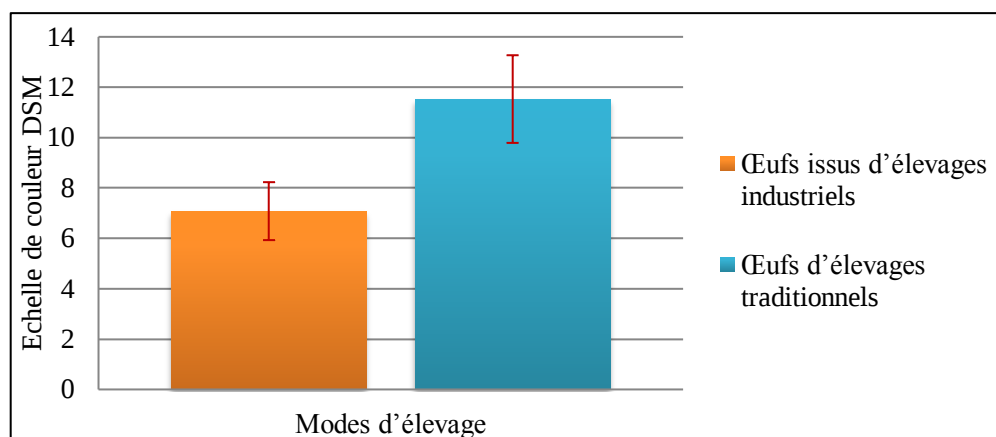


Figure 33 : Couleur du jaune des œufs selon le mode d'élevage.

La couleur du jaune est directement liée à l'alimentation des poules : plus l'aliment est riche en caroténoïdes, plus le jaune sera foncé, pouvant aller jusqu'au rouge (Mertens et al., 2010).

Dans cette étude, l'effet de la différence génétique ne représente pas un facteur limitant dans la détermination de la couleur du jaune du fait que ce critère n'est que très peu héritable, et dépend surtout de la quantité de la couleur des pigments ingérés par la poule (Beaumont et al., 2010). L'intensité de la couleur du jaune observée chez les œufs d'élevages traditionnels par rapport aux œufs issus d'élevages industriels peut être due à l'accès des poules, en élevage traditionnel, au parcours ce qui leur donne la possibilité d'ingérer des quantités importantes de caroténoïdes qu'ils proviennent de l'herbe consommée (Travel et al., 2010).

2.3.2.5. Index du jaune :

Dans la présente étude, l'index du jaune des œufs issus d'élevages industriels est significativement ($p < 0,05$) moins élevé que celui des œufs issus d'élevages traditionnels : 0,38 vs 0,41% respectivement (figure 34).

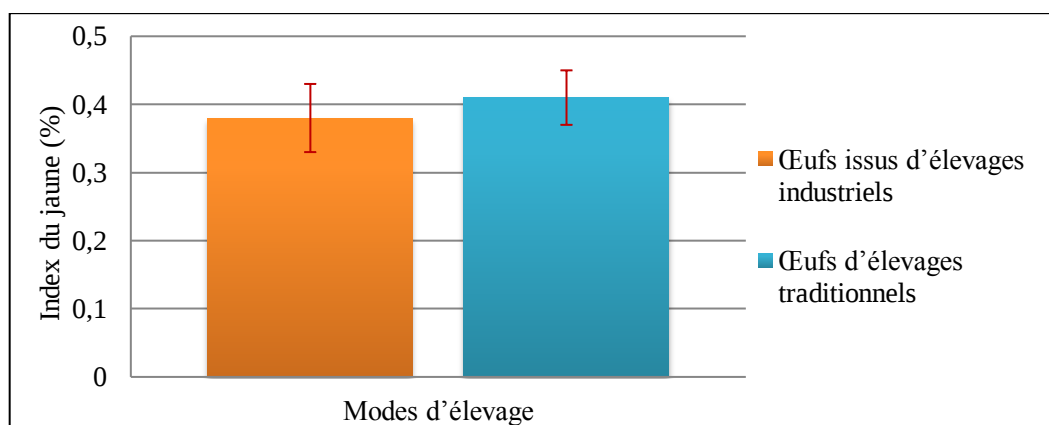


Figure 34 : Index du jaune des œufs selon le mode d'élevage.

La différence observée entre la valeur de l'index du jaune des œufs dans les deux modes d'élevage peut être expliquée par l'aplatissement du jaune après la ponte qu'il était plus important chez les œufs issus d'élevages industriels que chez les œufs issus d'élevages traditionnels. En effet l'aplatissement du jaune se traduit physiquement par la modification de la forme du jaune (diminution de la hauteur du jaune et l'augmentation de son diamètre) sous l'effet de la température pendant la période de stockage (Sauveur, 1988 ; Mertens et al., 2010). Ce phénomène est expliqué par le transfert d'eau du blanc vers le jaune sous l'effet de la pression osmotique ce qui provoque l'augmentation de volume du jaune et fragilise la membrane vitelline (Mertens et al., 2010).

2.3.2.6. Index d'albumen :

Ce critère est significativement ($p < 0,05$) plus élevé en élevages traditionnels qu'en élevages industriels : 6,78 vs 5,66% respectivement (Figure 35).

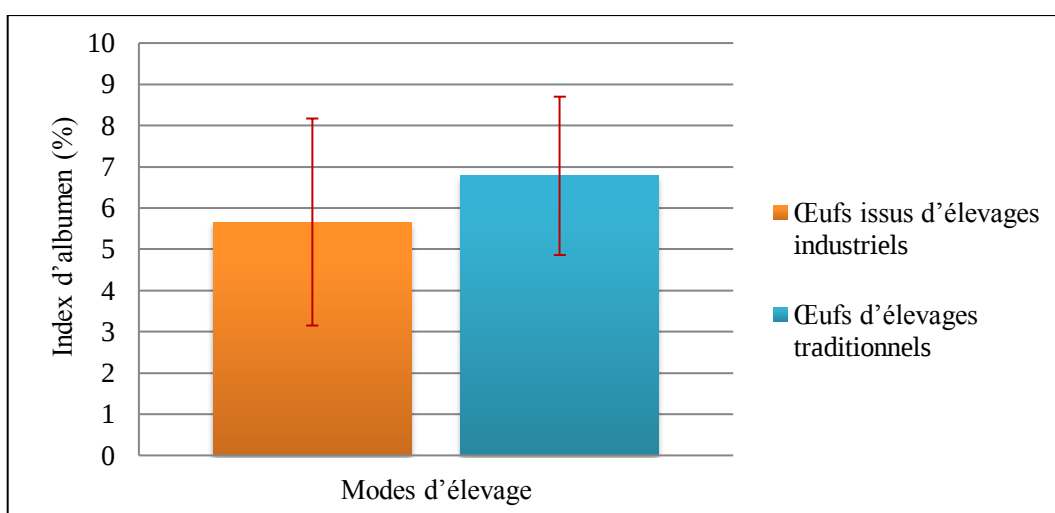


Figure 35 : Index d'albumen des œufs selon le mode d'élevage.

Du fait de la forte corrélation (0,98) entre la hauteur d'albumen et l'index d'albumen (Sauveur, 1988), la différence significative observée entre la valeur de l'index d'albumen des œufs des deux modes d'élevage peut être expliquée par l'effet de la différence d'origine génétique, qu'il existe entre les poules exploitées dans chaque mode d'élevage, sur la hauteur d'albumen d'une part, et par l'effet de la différence d'âge des poules sur la hauteur d'albumen d'autre part (Ashraf et al., 2003).

2.3.2.7. Unités d'Haugh :

Les unités Haugh ont été calculées afin de déterminer la fraîcheur des œufs. Le traitement statistique a permis de constater une différence significative ($p < 0,05$) entre la valeur des unités Haugh des œufs issus d'élevages traditionnels et celle des œufs issus d'élevages industriels (83,87 vs 73,07 respectivement) (figure 36).

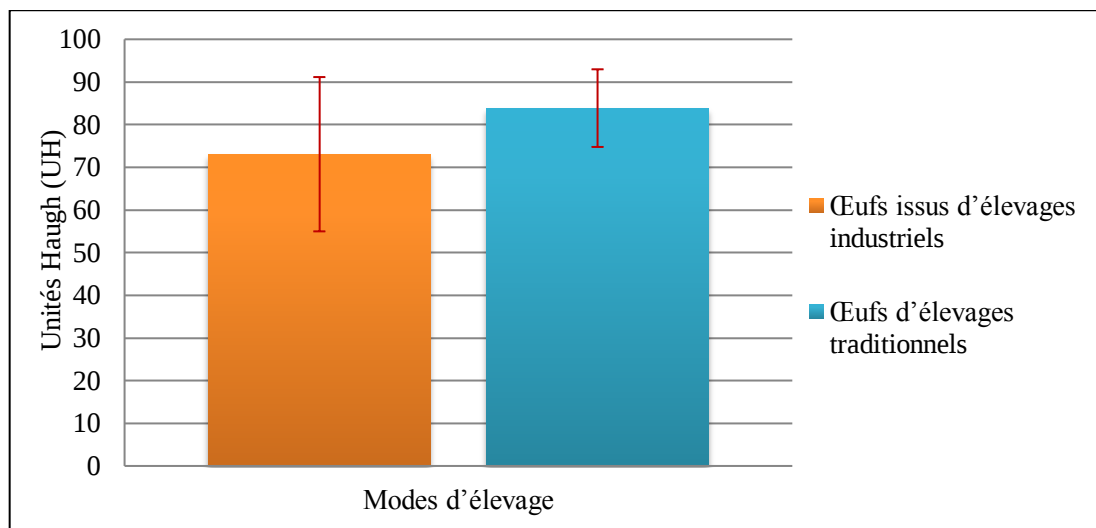


Figure 36 : Unités Haugh des œufs selon le mode d'élevage.

Selon l'appréciation qualitative des limites d'unités Haugh applicables aux quatre classes d'œufs définies par le Département de l'Agriculture des Etats Unies (U.S.D.A), les œufs issus d'élevages traditionnels présentent une valeur d'UH (83,87) supérieure à la limite inférieure de la première classe (79), ce qui leur permet d'être classé dans la catégorie AA (œufs extrafrais), alors que les œufs issus d'élevages industriels sont classés dans la deuxième classe correspondant à la catégorie A (œufs frais) (Sauveur, 1988).

La différence de l'origine génétique des poules dans les deux modes d'élevage étudiés peut être considérée comme l'un des facteurs de variation des UH malgré que ce critère présente une héritabilité moyenne (de 0,27 à 0,39), s'ajoute à cela d'autres facteurs peuvent faire la différence tels que l'âge de la poule et les conditions de stockage (Beaumont et al., 2010). Autre facteur peut être à l'origine de la différence constatée est la température. En effet, la forte température a un effet direct sur la qualité initiale du blanc (UH) en entraînant la perte du CO₂ et l'élévation du pH du blanc d'œuf ce qui se traduit par la dégradation des UH (Mertens et al., 2010). Cet effet est d'autant plus important que la durée de stockage est longue (Sauveur, 1988).

En réalité, la moindre qualité de fraîcheur des œufs issus d'élevages industriels constatée dans la présente étude comparativement avec celle des œufs issus d'élevages traditionnels est liée à la durée et aux conditions de stockage des œufs issus d'élevages industriels (absence de

zones climatisées consacrées au stockage au niveau des élevages, moyens de transport non frigorifiques, locaux de vente à température non contrôlée et œufs exposés à l'air ambiant chez les détaillants). Autre raison qui peut expliquer la qualité de fraîcheur excellente des œufs issus d'élevages traditionnels est l'offre assez faible des œufs produits dans ce mode d'élevage face à une demande accrue. Cette dernière est motivée par l'opinion très répandue que les œufs issus d'élevages traditionnels sont meilleurs que ceux issus d'élevages industriels ce qui facilite leur commercialisation, cela par conséquent minimise l'ensemble des facteurs (température et durée de stockage) qui peuvent altérer la fraîcheur des œufs.

2.4. Répartition des œufs selon le poids :

Le poids des œufs représente un aspect qualitatif de grande importance économique (Travel et al., 2010), et est considéré le premier critère marchand de ce produit (Beaumont et al., 2010). Dans plusieurs pays du monde, les œufs sont pesés et classés dans des catégories définies par des intervalles de poids.

Dans cette étude les œufs sont pesés et classés selon leurs poids dans quatre catégories de poids (XL, L, M, P) en se basant sur la classification européenne (Buffet, 2010). La distribution des classes œufs issus de deux modes d'élevage est représenté dans les tableaux (25) et (26).

Tableau 25 : Distribution des classes de poids des œufs issus d'élevages industriels (%).

Classes de poids	Elevage industriel			Total (%)
	Elevage (%)	Grossistes (%)	Détaillants (%)	
Très gros (XL)	0,59	3,53	1,18	1,76
Gros (L)	32,35	17,65	14,70	21,57
Moyen (M)	59,41	62,35	72,94	64,90
Petit (P)	7,65	16,47	11,18	11,77

D'après la tableau (25), 64,90% des œufs issus d'élevages industriels appartiennent à la catégorie de calibre moyen (M), suivie par la catégorie de calibre gros (L) (21,57%). Les œufs d'un calibre très gros (XL) et petit (P) ont représenté respectivement 1,76 et 11,776% de l'ensemble des œufs issus d'élevages industriels. En termes de poids, 86,46% des œufs issus d'élevages industriels, leurs poids se situent entre 53 et 73 g correspondant aux deux catégories centrales gros et moyen (L et M) souhaitées par les consommateurs (Protais, 2010).

Pour les œufs issus d'élevages traditionnels, la répartition des catégories des œufs est représentée dans le tableau (26). Les deux catégories moyen (M) et petit (P) ont représenté à elles seules 90,59% de l'ensemble des œufs issus d'élevages traditionnels. Cette proportion élevée reflète l'infériorité du poids des œufs issus d'élevages traditionnels comparativement avec les œufs issus d'élevages industriels. Dans ce sens, plusieurs auteurs ont rapporté que les œufs issus d'élevages traditionnels des poules locales sont de petite taille avec un poids faible (Niranjan et al., 2008 ; Shabbir et al., 2013).

Tableau 26 : Distribution des classes de poids des œufs issus d'élevages traditionnels (%).

Classes de poids	Elevage traditionnel			Total (%)
	Elevage (%)	Collecteurs (%)	Détaillants (%)	
Très gros (XL)	0	1,76	2,35	1,37
Gros (L)	2,94	11,76	9,41	8,04
Moyen (M)	53,53	58,82	27,06	46,47
Petit (P)	43,53	27,66	61,18	44,12

2.5. Anomalies des œufs :

2.5.1. Présence de salissures :

L'un des critères qualitatifs des œufs est leurs aspects extérieurs. La présence de taches de sang ou de matières fécales sur la coquille des œufs de consommation (figure 37) n'est pas acceptée par le consommateur et représente une salissure pour lui car elle représente une source potentielle de contamination du contenu de l'œuf (Mertens et al., 2010).

**Figure 37 :** Œufs tachés du sang et des matières fécales.

Le tableau (27) représente le nombre et le pourcentage des œufs sales, enregistrés durant cette étude, pour chaque mode d'élevage.

Tableau 27 : Taux des œufs sales dans chaque mode d'élevage.

Salissure des œufs Modes d'élevage	Présence de matières fécales sur la coquille		Présence de taches de sang sur la coquille		Total	
	Nombre d'œufs	Pourcentage (%)	Nombre d'œufs	Pourcentage (%)	Nombre total d'œufs	Taux d'œufs sales (%)
Elevage traditionnel n= 574	45	7,84	5	0,87	50	8,71
Elevage industriel n= 563	9	1,60	11	1,95	20	3,55

Le taux des œufs souillés par les matières fécales en élevages traditionnels (7,84%) est plus élevé comparativement avec celui enregistré sur les œufs issus d'élevages industriels (1,60%) (tableau 27). La différence observée peut être expliquée par le fait que les œufs issus d'élevages industriels sont pondus dans des pondoires ce qui minimise leurs contacts avec leurs déjections, à noter que la propreté des œufs dans ce système dépend essentiellement de l'hygiène de leurs cages (Mirabito et al., 2005 ; 2007), alors qu'en élevages traditionnels ce n'est pas le cas où les œufs sont pondus au sol ce qui augmente leur possibilité d'être souillés par leurs déjections.



Figure 38 : Présence de matières fécales sur la coquille.

Pour les taches de sang sur la coquille (figure 39), cette salissure est plus élevée en élevages industriels qu'en élevages traditionnels (1,95 vs 0,87 % respectivement). La présence de taches de sang sur la coquille des œufs peut être due à une maladie virale telle que la bronchite infectieuse (ITAB, 2010). Ce type de défaut peut aussi être observé à l'entrée de ponte chez les jeunes poules ou en cas de surpoids des poules (problème de prolapsus cloacal). Une mauvaise hygiène des cages ou des plateaux (présence de sang) peut aussi être à l'origine de cette salissure. Globalement le taux des œufs sales enregistrés en élevages traditionnels (8,71%) est plus élevé à celui enregistré au niveau d'élevages industriels (3,55%).



Figure 39 : Présence de taches de sang sur la coquille.

2.5.2. Présence des inclusions :

La présence de tache de sang au niveau des deux compartiments consommables de l'œuf pour chaque mode d'élevage est présentée dans les tableaux (28) et (29).

Tableau 28 : Présence de taches de sang localisées sur le jaune et/ou dans l'albumen des œufs issus d'élevages industriels (%).

Origine des œufs Défaut	Elevages industriels			Total (n=543)
	Elevages (n=181)	Grossistes (n=180)	Détaillants (n=182)	
Taches de sang localisées sur le jaune et/ ou dans l'albumen (%)	6,08	5,56	6,59	6,08

n : nombre d'œufs.

Tableau 29 : Présence de taches de sang localisées sur le jaune et/ou dans l'albumen des œufs issus d'élevages traditionnels (%).

Origine des œufs Défaut	Elevages traditionnels			Total (n=524)
	Elevage (n=172)	Collecteurs (n=178)	Détaillants (n=174)	
Taches de sang localisées sur le jaune et/ ou dans l'albumen (%)	1,16	4,49	2,30	2,67

n : nombre d'œufs.

Dans cette étude, les œufs issus d'élevages industriels ont présenté un pourcentage de tache de sang (6,08%) supérieur à celui enregistré au niveau des œufs issus d'élevages traditionnels (2,67%).

La présence des inclusions est causée par plusieurs facteurs. Sauveur (1988) a cité que les taches de sang présentes en surface du jaune sont liées aux hémorragies juste avant l'ovulation. La présence de taches de sang au niveau du contenu consommable des œufs est liée aux hémorragies au niveau de l'épithélium de l'oviducte qui provoquent la dispersion du sang dans une partie ou dans la totalité de l'albumen (Mertens et al., 2010). Autres auteurs ont rapporté que la présence de taches de sang est liée aux petites hémorragies au moment de l'ovulation (Beaumont et al., 2010).

La différence observée entre les pourcentages des taches de sang pour les deux modes d'élevage peut être expliquée par l'effet de l'environnement via des modifications de la physiologie de la poule, dans ce sens, les différentes contraintes environnementales peuvent être à l'origine des hémorragies citées ci-dessus (Mertens et al., 2010). Le pourcentage des taches de sang localisées dans le contenu consommable des œufs issus d'élevages industriels (6,08%) est supérieur à celui enregistré au niveau du mode d'élevage traditionnel (2,67%). Cela peut être due aux infections virales (Mertens et al., 2010) et aussi l'existence d'une panoplie de pathologies virales dans les élevages industriels des poules pondeuses avec des échecs vaccinaux (Bennoune et al., 2012).

2.6. Température des œufs au moment de la collecte :

Une des altérations les plus connues et les plus évidentes de l'albumen est sa liquéfaction : la proportion du blanc épais diminue au profit du blanc liquide. Il s'ensuit une diminution régulière de la valeur d'unités Haugh en fonction du temps de stockage, et ce d'autant plus rapidement que la température est plus élevée (Sauveur, 1988).

Les différents résultats de la température des œufs enregistrés au moment de la collecte sont enregistrés dans le tableau suivant :

Tableau 30 : La température des œufs au moment de la collecte.

Température (°C) Niveau d'étude	Température minimale	Température maximale	Moyenne
Elevages industriels	5,36	29,58	12,81
Grossistes des œufs issus d'élevages industriels	10,22	39,50	22,26
Détaillants des œufs issus d'élevages industriels	12,35	29,66	21,80
Elevages traditionnels	4,25	42,3	12,42
Collecteurs des œufs issus d'élevages traditionnels	5,22	23	15,98
Détaillants des œufs issus d'élevages traditionnels	8,14	26,90	18,19

Selon Corpet (2013), la température de stockage des œufs doit être inférieure à 13°C lorsque la durée de stockage est inférieure à 7 jours, et inférieure à 8°C lorsque la durée de stockage est supérieure à 7 jours. Dans les deux modes d'élevage, la température de stockage enregistrée, au niveau des grossistes, collecteurs et détaillants, été comprise entre 4,25 et 39,50°C.

Le stockage des œufs issus d'élevages industriels au niveau des grossistes est réalisé dans des garages ou des magasins où la température n'est pas contrôlée malgré la présence des climatiseurs (figure 40). Au niveau des détaillant, les œufs sont exposés à l'air ambiant dans la majorité des points de vente au détail où on a remarqué l'absence de vitrines réfrigérées consacrées pour la conservation des œufs.



Figure 40 : Stockage des œufs issus d'élevages industriels au niveau des grossistes.

Le stockage des œufs issus d'élevages traditionnels est réalisé dans des bacs ou dans des cageots en plastique remplis de la paille (figure 41). Selon les éleveurs et les collecteurs des œufs issus d'élevages traditionnels, l'utilisation de la paille a pour objectif d'éviter les différents chocs au moment de la manutention et de maintenir les œufs à l'abri de différentes variations thermiques.



Figure 41 : Stockage des œufs issus d'élevages traditionnels.

Les différentes valeurs de la température maximales des œufs issus d'élevages industriels (29,58 - 29,66 et 39,50°C) (tableau 30), enregistrées dans cette étude, peuvent être à l'origine de la dégradation de sa qualité de fraîcheur exprimée en UH et qui ont connu une diminution régulière de 85,52 à 64,74. Cette diminution est liée à la perte en CO₂ au travers les pores de la coquille, au cour de la période de stockage, en raison de la différence de pression partielle de CO₂ qu'il existe entre le blanc d'œuf et l'atmosphère de conservation des œufs. Cette perte de CO₂, dans les jours qui suivent la ponte, est d'autant plus importante que la température est élevée. Cette fuite de CO₂, à travers la coquille, modifie l'équilibre acidobasique du blanc entraînant à une augmentation du pH. Cette dernière est d'autant plus

rapide que la température de stockage des œufs est élevée. La conséquence de cette élévation du pH est la liquéfaction du blanc (la proportion du blanc épais diminue au profit du blanc liquide) et qui s'ensuit par la diminution de la valeur des unités Haugh (Sauveur, 1988 ; Akyurek et Okur, 2009 ; Jin et al., 2011).

CONCLUSION

Les enquêtes de terrain menées au niveau des deux modes d'élevages étudiés dans la présente étude ont permis de déceler les conditions et les circonstances de la production des œufs produits au niveau de chaque mode d'élevage.

L'élevage traditionnel des poules dans la région de Batna représente une source importante d'approvisionnement en œufs en particulier pour la population rurale. Cependant, ce mode d'élevage se heurte à de multiples difficultés. Ces dernières ralentissent son développement et affectent pleinement la qualité des produits. Ces difficultés peuvent être regroupées en trois contraintes : contraintes liées à l'éleveur (éleveurs non qualifiés), contraintes liées à la conduite d'élevage (conditions d'habitat défavorables, équipements inadaptés à l'élevage des poules et une alimentation qui se base sur la fouille et les restes de la cuisine dans la majorité des élevages étudiés, la supplémentation : si elle existe, elle est souvent inadéquate) et contraintes sanitaires (taux de mortalité important lié aux maladies et dû à l'absence des programmes de prophylaxie).

Quant au mode d'élevage industriel des poules pondeuses, notre étude nous a permis de constater la présence de plusieurs contraintes qui peuvent avoir des conséquences négatives sur la qualité des œufs issus de ce mode d'élevage. Les principales difficultés rencontrées dans ce mode d'élevage sont :

- La non spécialisation de la main-d'œuvre ce qui peut être à l'origine de la non maîtrise de la conduite des élevages.
- La non-conformité des bâtiments d'élevage aux normes de la conception surtout en ce qui concerne les matières utilisées pour assurer une bonne isolation, en particulier thermique.
- La non-maitrise des facteurs d'ambiance attribuée à la faiblesse de l'investissement dans les équipements nécessaires en élevages industriels des poules pondeuses pour mieux gérer et contrôler ces facteurs.
- Le non-respect des règles d'hygiène et de prophylaxie ce qui peut être un facteur d'affaiblissement de la santé des animaux et de la réduction de leurs performances.
- Les conditions de stockage défavorables au niveau les différents élevages qui peut être à l'origine de l'altération de la qualité des œufs et en particulier leur fraîcheur. S'ajoute à cela les conditions de transport défavorables, qui peuvent accentuer encore la détérioration de la qualité des œufs issus de ce mode d'élevage.

En termes de commercialisation, notre étude montre que l'approvisionnement en œufs de consommation est assuré principalement par deux modes d'élevage distincts avec une variété des niveaux et des canaux de commercialisation.

En termes de qualité, les œufs issus d'élevages industriels présentent un poids plus élevé, contiennent plus d'albumen et moins de vitellus que les œufs issus d'élevages traditionnels. Quant à la solidité de la coquille, appréciée par l'index de la coquille dans la présente étude, les œufs issus d'élevages traditionnels présentent une solidité plus élevée comparativement avec celle des œufs issus d'élevages industriels. Cependant, les index de forme des œufs issus d'élevages traditionnels sont inférieurs à la norme requise pour que les œufs soient capables d'être conditionnés dans les emballages standardisés.

L'un des critères le plus important pour le consommateur est la couleur du jaune. Notre étude montre que la valeur moyenne de la couleur du jaune obtenue sur les œufs issus d'élevages industriels est inférieure à celle souhaitée par le consommateur ce qui dénote un apport alimentaire insuffisant en caroténoïdes qui doit être corrigé par l'optimisation de cet apport en caroténoïdes notamment en xanthophylles dans la ration des poules.

Le pourcentage du jaune des œufs issus d'élevages traditionnels est plus élevé que celui des œufs issus d'élevages industriels. Cette supériorité peut être considérée comme un bon indicateur pour l'industrie de transformation des œufs du fait que ce critère est lié à un taux élevé de matières sèches et aussi à un teneur important en acides gras essentiels (Benabdeljelil et Mérat, 1995). Cet avantage peut aussi offrir une perspective intéressante qui doit être exploitée en sélection commerciale du fait que ce critère présente une héritabilité assez élevée quel que soit le stade de ponte (Beaumont et al., 2010).

La présence des inclusions dans la partie consommable des œufs issus d'élevages industriels est remarquable par rapport aux œufs issus d'élevages traditionnels. Ces inclusions sont souvent liées à des pathologies.

Notre étude montre que les œufs issus d'élevages traditionnels présentent une excellente qualité de fraîcheur sur les différents niveaux de commercialisation, alors que ce n'est pas le cas pour les œufs issus d'élevages industriels où les trois critères de la fraîcheur (index d'albumen, index du jaune et unité Haugh) montrent une régression de la qualité de fraîcheur des œufs durant la période qui s'étend entre les sites de production et le dernier niveau de commercialisation.

RECOMMANDATIONS

Le développement des deux modes d'élevage dans la région de l'étude doit tenir compte d'un certain nombre d'actions à savoir :

- Qualification de la main-d'œuvre par la formation des éleveurs et l'organisation des journées de vulgarisation.
- Maîtrise des normes de la conduite zootechnique d'élevage et amélioration des moyens et du matériel d'élevage.
- Normalisation et modernisation des bâtiments d'élevage et la mise en place d'un programme prophylactique fiable et d'actualité.
- Optimisation des conditions de stockage et de conservation des œufs au cours de la commercialisation des œufs pour minimiser la dégradation de la qualité de fraîcheur.
- Equilibrer la ration alimentaire des poules pondeuses dans les élevages industriels surtout en matière de caroténoïdes afin d'offrir aux consommateurs des œufs avec un jaune d'œuf d'une couleur appréciable.

En termes d'emballage et suite à l'absence d'un emballage compatible à la forme des œufs issus d'élevages traditionnels, la confection d'emballages spéciaux pour ce type des œufs est nécessaire voire indispensable pour assurer une bonne commercialisation et éviter les différentes pertes qui peuvent intervenir au cours de cette phase.

Des recherches approfondies sont fortement recommandées et qui portent sur la qualité nutritionnelle et la recherche des résidus d'antibiotiques et des médicaments à usage vétérinaire dans l'œuf. De même que la recherche des pesticides et des polluants organiques est nécessaire pour évaluer davantage la qualité des œufs issus de chaque mode d'élevage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agbédé, G., Tegua, A. et Manjeli, Y., 1995. Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun. *Tropicultura*, 13(1), pp.22-24.
- Ahmed, A.M., Rodriguez-Navarro, A.B., Vidal, M.L., Gautron, J., Garcia-Ruiz, J.M. et Nys, Y., 2005. Changes in eggshell mechanical properties, crystallographic texture and in matrix proteins induced by moult in hens. *British Poultry Science*, 46(3), pp.268-279.
- Ahn, D.U., Kim, S.M. et Shu, H., 1997. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, 76(6), pp.914-919.
- Ahn, D.U., Sell, J.L., Chamruspollert, C.Jo.M. et Jeffrey, M., 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poultry Science*, 78(6), pp.922-928.
- Akyurek, H. et Okur, A.A., 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10), pp.1953-1958.
- Alloui, N. et Bennoune, O., 2013. Poultry production in Algeria: Current situation and future prospects. *World's Poultry Science Journal*, 69, pp.613-619.
- Alloui, N. et Sellaoui, S., 2015. Etude socio-économique des élevages de volailles locales dans la région des Aurès (Algérie). 11^{èmes} Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France, 25-26 Mars 2015.
- Alloui, N., 2011. Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. 9^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 29 et 30 Mars 2011.
- Alloui, N., Ayachi, A., Alloui Lombarkia, O. et Zeghina, D., 2003. Evaluation de l'effet du statut hygiénique des poulaillers sur les performances zootechniques. 5^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 26 et 27 Mars 2003.
- Ambali, A.G., Abubakar, M.B. et James, T. E., 2003. An assessment of poultry health problems in Maiduguri, Borno State, Nigeria. *Tropical Veterinarian*, 21(3), pp.138-145.
- Amghrou, S. et Badrani, S., 2007. La compétitivité de l'aviculture algérienne. *Cahiers du CREAD*, 79-80, pp.53-76.
- Anderson, K., Thamington, J., Curits, P. et Jones, F., 2004. Shell characteristics of egg from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. *International Journal of Poultry Science*, 3(1), pp.17-19.
- Angrand, A., 1986. *Contribution à l'étude de la qualité commerciale des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal)*. Thèse de doctorat. Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires (E. I. S. M. V).

- Ashraf, M., Mahmood, S. et Ahmad, F., 2003. Comparative reproductive efficiency and egg quality characteristics of Lyallpur Silver Black and Rhode Island Red breeds of poultry. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(4), pp.449-451.
- Atteh, J.O. et Leeson, S., 1985. Effects of dietary fat level on laying hens fed various concentrations of calcium. *Poultry Science*, 64(11), pp.2090-2097.
- Bain, J.M. et Hall, J. M., 1969. Observations on development and structure of vitelline membrane of hens egg - an electron microscope study. *Australian Journal of Biological Sciences*, 22(3), pp.653-665.
- Bain, M.M., Dunn, I.C., Wilson, P.W., Joseph, N., De Ketelaere, B., De Baerdemaeker, J. et Waddington, D., 2006. Probability of an egg cracking during packing can be predicted using a simple non-destructive acoustic test. *British Poultry Science*, 47(4), pp.462-469.
- Bakst, M.R., Wishart G. et Brillard, J.P., 1994. Oviducal sperm selection, transport, and storage in poultry. *Poultry Science*, 5, pp.117-143.
- Balnave, D. et Brake, J., 2005. Nutrition and management of heat-stressed pullets and laying hens. *World's Poultry Science*, 61(3), pp. 399-406.
- Balnave, D. et Weatherup, S.T.C., 1974. The necessity of supplement in laying hen diets with linoleic. *British Poultry science*, 15(3), pp.325-331.
- Beaumont, C., Calenge, F., Chapuis, H., Fablet, J., Minville, F. et Tixier-Boichard, M., 2010. Génétique de la qualité de l'œuf. *Inra Productions Animales*, 23(2), pp.133-140.
- Belkhiri, Y. et Amir D., 2012. Enquête épidémiologique sur les dominantes pathologies aviaires dans la wilaya de Batna. 2^{ème} Symposium de la Recherche en Sciences Avicoles. Batna, Algérie, 17-18 octobre 2012.
- Bell, D.D., 2003. Historical and current molting practices in the u.s. table egg industry. *Poultry Science*, 82(6), pp.965-970.
- Benabdeljelil, K. et Mérat, P., 1995. Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale : F1 (Fayoumi x Leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Annales de Zootechnie*, 44, pp.313-318.
- Bennoune, O., Melizi, M., Adili, N., Khenenou, T., Hadji, K. et Touriat, W., 2012. Enquête sur l'élevage et la pathologie des volailles dans la région de Batna. 2^{ème} Symposium de la Recherche en Sciences Avicoles. Batna, Algérie, 17-18 octobre 2012.
- Benrahou, A. et Zaaboub, H., 2014. *Etude de la conformation et de la composition des œufs de la poule locale, comparaison avec les œufs de souche commerciale*. Mémoire d'ingénieur. Université de Tlemcen.
- Bernardi, E., 2008. Impact and control of infectious bronchitis in layers and breeders. Christchurch : Pacificvet.
- Bobbo, A.G., Baba, S.S. et Yahaya, Y.M.S., 2013. Egg quality characteristics of three phenotypes of local chickens in Adamawa State. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 4(2), pp.13-21.

- Bouvarel, I., Nys, Y., Panheleux, M. et Lescoat, P., 2010. Comment l'alimentation des poules influence la qualité des œufs?. *Inra Productions Animales*, 23(2), pp.167-182.
- Brandt, E.T. et Willems, A.E.R., 1971. *Traité d'Aviculture Sportive : Avec les Standards officiels des Races Belges de volailles, aquatiques et dindons*. Gent : S.R. "Het Neerhof".
- Buffet, E., 2010. Conditionnement et emballage des œufs de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.251-263.
- Burley, R.W. et Vadehra, D. V., 1989. *The Avian egg: chemistry and biology*. New York : Wiley-Interscience.
- CABC, 2009. Réduire le risque de picage des plumes chez les pondeuses dans la production d'œufs biologiques. [pdf] Série de fiches techniques sur le bien-être des animaux dans les fermes biologiques. Disponible sur : <http://oacc.info/DOCs/AnimalWelfare/AWTF/Reducing_the_risk_of_feather%20pecking_f.pdf> [Consulté le 20 Aout 2009].
- Çağlayan, T., Alaşahan, S., Kırkıcı, K. et Günlü, A., 2009. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 88, pp.1330-1333.
- Chowdhury, S.D., 1990. Shell membrane protein system in relation to lathrogen toxicity and copper deficiency. *World's Poultry Science Journal*, 46(2), pp.153-169.
- Cook, M.I., Beissinger, S.R., Toranzos, G.A., Rodriguez, R.A. et Arendt, W.J., 2003. Trans-shell infection by pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of non-incubated bird's eggs: a constraint on the onset of incubation?. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 270, pp.2233-2240.
- Corpet, D., 2013. *Oeuf et ovoproduits*. Travaux dirigés d'hygiène et industrie des aliments. Toulouse: Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT).
- Curtis, P.A., Kerth, L.K. et Anderson, K.E., 2005. Quality and compositional characteristics of layer hens as affected by bird age. *XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. Doorwerth, The Netherlands, 23-26 mai 2005.
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., Zoons, J., De Baere, M., Uytten-daele, J., Debevere, J. et Herman, L., 2005. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems. *British Poultry Science*, 46(2), pp.149-155.
- De Reu, K., Rodenburg, T.B., Grijspeert, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Tuytens F.A.M., Sonck, B., Zoons, J. et Herman, L., 2009. Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: An international on-farm comparison. *Poultry Science*, 88(11), pp.2442-2448.
- Dennis, J.E., Xiao, S-Q., Agarwal, M., Fink, D.J., Heuer, A.H. et Caplan, A.I., 1996. Microstructure of matrix and mineral components of eggshells from white leghorn chickens (*Gallus gallus*). *Journal of Morphology*, 228(3), pp.287-306.

- Dessie, T. et Ogle, B., 2001. Village poultry production systems in the central highlands of Ethiopia. *Tropical Animal health and production*, 33(6), pp.521-537.
- Dominguez-Vera, J. M., J. Gautron, J. M. Garcia-Ruiz, et. Nys, Y., 2000. The effect of avian uterine fluid on the growth behavior of calcite crystals. *Poultry Science*, 79(6), pp.901-907.
- Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M.J., Jussiau, R., Lisberny, M.J., Mangeol, B., Montméas, L., Tarrit, A., Danvy, J.L. et Soyer, B., 2004. *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage*. 2ième ed. Dijon : Educagri.
- Egahi, J.O., Dim, N.I. et Momoh, O.M., 2013. The effect of plumage modifier genes on quality indices of the nigerian local chicken. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2(2), pp.04-06.
- Ekue, F., Poné, K., Mafeni, M., Nfi, A. et Njoya, J., 2002. Survey of the traditional poultry production system in the Bamenda area, Cameroon. In: *Characteristics and parameters of family poultry production in Africa*. Vienne : FAO/IAEA. pp.15-25.
- Elson, H.A., Gleadthorpe, A., Vale, M. et Mansfield, U.K., 2011. Housing and husbandry of laying hens: past, present and future. *Lohmann Information*, 46(2), pp.16-24.
- FAO, 2014. *Base des données statistiques sur les élevages primaires*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QL>> [Consulté le 10 Septembre 2016].
- Fenardji, F., 1990. Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, série A, 7, pp.253-261.
- Ferrah, A., 1997. *Bases économiques et techniques de l'industrie d'accoupage chair et ponte en Algérie*. Alger : ITPE. (cité dans Abdelguerfi, A. et Ramdane, S.A., 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. *Annexes sur « La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie » MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31*. Tome XI. Alger : MADR.)
- Fotsa, J., Poné, D., Manjeli, Y. et Mase, J., 2007. Etude des systèmes d'élevage et description phénotypique des poules locales (*Gallus gallus*) en milieu rural de la zone forestière du Cameroun. *Cameroon Journal of Agricultural Science*, 3(1), pp.40-47.
- Fotsa, J.C., 2008. *Caractérisation des populations de poules locales (Gallus gallus) au Cameroun*. Thèse de doctorat. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech).
- Francesch, A., Estany, J., Alfonso, L. et Iglesias, M., 1997. Genetic parameters for egg number, egg weight, and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *Poultry Science*, 76(12), pp. 1627-1631.
- Galal, S., 2006. Protéger les ressources génétiques de poulets locaux dans une situation pandémique d'influenza aviaire en Egypte. *Bulletin RIDAF*, 16 (1), pp.63-64.

- Garlich, J., Brake, J., Parkhurst, C.R., Thaxton, J. P. et Morgan, G.W., 1984. Physiological profile of caged layers during one production year, molt, and post-molt: egg production, egg shell quality, liver, femur and blood parameters. *Poultry Science*, 63(2), pp.339-343.
- Grobas, S., Mendez, J., De Blas, C. et Mateos, G.G., 1999. Influence of dietary energy, supplemental fat and linoleic acid concentration on performance of laying hens at two ages. *British Poultry Science*, 40(5), pp.681-687.
- Guerin, J.L. et Molette, C., 2007. *Filière poules pondeuses*. [pdf] Toulouse : Avicampus. Disponible sur : <<http://www.avicampus.fr/PDF/PDFzoot/oeufdeconso.pdf>> [Consulté le 10 Aout 2016].
- Guerin-Dubiard, C., Anton, M., Gautron, J., Nys, Y. et Nau, F., 2010. Composition de l'œuf. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.1-89.
- Guesdon, V. et Faure, J.M., 2004. Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages. *Animal Research*, 53, pp.45-57.
- Guettala, E.N., 2009. *Entomofaune, impact économique et bio- écologie des principaux ravageurs du pommier dans la région des Aurès*. Thèse de doctorat d'état. Université de Batna.
- Guinebretière, M., 2010. Aménager les cages des poules pondeuses : quels effets sur leur santé, leurs performances et leur bien-être?. *Anses Bulletin Épidémiologique*, 37, p12.
- Guioli, S., Sekido, R. et Lovell-Badge, R., 2007. The origin of the Mullerian duct in chick and mouse. *Developmental Biology*, 302(2), pp.389-398.
- Halbouche, M., Dahloun, L., Mouats, A., Didi, M., Benabdelmoumene, D. et Dahmouni Z., 2012. Sélection d'une Souche avicole locale thermotolérante en Algérie. Programme et résultats préliminaires. *European Journal of Scientific Research*, 71(4), pp.569-580.
- Halbouche, M., Dahoum, L., Mouatz, A., Didi, M., Ghali, S., Boudjenah, W. et Fellahi, A., 2009. Inventaire phénotypique des populations avicoles locales dans le Nord-Ouest algérien, caractérisation morphologique des animaux et des œufs. *Actes des Premières Journées d'Etude : ressources génétiques avicoles locales*. Mostaganem, Algérie, 23-24 Juin 2009.
- Hanusová, E., Hrnčár, C., Hanus, A. et Oravcová, M., 2015. Effect of breed on some parameters of egg quality in laying hens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 18(1), pp.20-24.
- Harlander, A., 2015. Systèmes de logements alternatifs pour les poules pondeuses : défis et solution. Rendez-vous avicole AQINAC - Atelier Œufs de consommation. Québec, Canada, 18 novembre 2015.
- Hartel, H., 1990. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hens. *British Poultry Science*, 31(3), pp.473-494.

- Hartmann, C., Johansson, K., Strandberg, E. et Wilhemson, M., 2000. One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a White Leghorn Line. *British Poultry Science*, 41(3), pp.280-286.
- Haunshi, S., Niranjana, M., Shanmugam, M., Padhi, M.K., Reddy, M.R., Sunitha, R., Rajkumar, U. et Panda, A.K., 2011. Characterization of two Indian native chicken breeds for production, egg and semen quality, and welfare traits. *Poultry Science*, 90(2), pp.314-320.
- Heleili, N., 2011. *Etude préliminaire des mycoplasmoses respiratoires aviaires dans la région de Batna*. Thèse de doctorat. Université de Batna.
- Hidalgo, A. et Rossi, M., 2003. Influence of alternative housing systems on table egg quality. *Xth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. Ploufragan, France, Septembre 2003.
- Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F. et Ratti, S., 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chemistry*, 111(6), pp.227-233.
- Hocking, P.M., Bain, M., Channing, C.E., Fleming, R. et Wilson, S., 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science*, 44(3), pp.365-373.
- Holt, P.S., Davies, R. H., Dewulf, J., Gast, R.K., Huwe, J.K., Jones, D., Waltman, R.D. et Willian, K.R., 2011. The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90(1), pp.251-262.
- Hubbard, 2011. *Guide Incubation*. [pdf] Disponible sur: <http://www.hubbardbreeders.com/media/guide_incubation_francais__057015400_0945_07012015.pdf> [Consulté le 05 Mai 2016].
- INRA, 1989. *L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles*. 2ième ed. Paris : INRA.
- ISA, 2014. *Guide d'élevage*. [pdf] Disponible sur : <http://www.isapoultry.com/~media/Files/ISA/ISA%20new/Different%20languages/French/Product%20Information/Isa/Commercials/Isa_Brown_product_guide_cage_production_system_vs1408_fr_IA.pdf> [Consulté le 11 Septembre 2016].
- ITAB, 2010. *Produire des œufs biologiques*. [pdf] Cahier technique. Disponible sur : <<http://www.itab.asso.fr/downloads/cahiers-elevage/cahier-pondeuses-web.pdf>> [Consulté le 20 Aout 2016].
- ITAVI, 2015. *Situation de la production et des marchés des œufs et des ovoproduits d'œufs*. Note de conjoncture. Paris : ITAVI.
- Jacob, J. et Pescatore, T., 2009. Common questions about eggs. Lexington : university of kentucky.
- Jacob, J.P., Miles, R.D. et Mather, F.C., 2000. Egg quality serial of the animal science. *University of Florida Animal Science*. Disponible sur: <<http://edis.ifas.ufl.edu/PS020>>.

- Jin, Y.H., Lee, K.T., Lee, W.I. et Han, Y. K., 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), pp. 279 – 284.
- Kaci, A. et Boukella, M., 2007. La filière avicole en Algérie : structures, compétitivité, perspectives. *Cahiers du CREAD*, 81-82, pp.129-153.
- Kaci, A., 2015. La filière avicole algérienne à l'ère de la libéralisation économique. *Cahiers Agricultures*, 24(3), pp.151-60.
- Karoui, R., Kemps, B., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Decuyper, E. et De Baerdemaeker, J., 2006. Development of a rapid method based on front face fluorescence spectroscopy for the monitoring of egg freshness. *European Food Research and Technology*, 223, pp.303-312.
- Keambou, T.C., Manjeli, Y., Tchoumboue, J., Tegua, A. et Iroume, R.N., 2007. Caractérisation morphobiométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'ouest Cameroun. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 19 (8). Disponible sur : <<http://www.lrrd.org/lrrd19/8/keam19107.htm>> [Consulté le 20 Septembre 2016].
- Kouba, M., Joly, P. et Baron F., 2010. Elevage des poules pondeuses. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.75-142.
- Lang, M. R. et Wells, J.W., 1987. A review of eggshell pigmentation. *World's Poultry Science Journal*, 43(3), pp.238-245.
- Larbier, M. et Leclercq, B., 1992. *Nutrition et alimentation des volailles*. Paris : INRA.
- Leclercq, B., Hermier, D. et Guy, G., 1990. Metabolism of very low-density lipoproteins in genetically lean or fat lines of chicken. *Reproduction Nutrition Development*, 30(6), pp.701-715.
- Li- Chan, E.C.Y. et Kim, H., 2008. Structure and Chemical Compositions of Eggs. in: Y. Mine, ed. 2008. *Egg bioscience and biotechnology*. New Jersey: John Wiley & Sons. pp.01-96.
- Li-Chan, E. et Nakai, S., 1989. Biochemical basis for the properties of egg white. *Critical Reviews in Poultry Biology*, 2(1), pp.21-57.
- Lohmann Brown, 2016. *Guide d'élevage LOHMANN Brown*. [pdf] Cuxhaven : LOHMANN TIERZUCHT. Disponible sur : < <http://www.ltz.de/de-wAssets/docs/management-guides/fr/LTZ-Management-Guide-LB-Classic.pdf>> [Consulté le 11 Septembre 2016].
- Mabe, I., Rapp, C., Bain, M.M. et Nys, Y., 2003. Supplementation of a corn soybean meal diet with manganese, copper and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Science*, 82(12), pp.1903-1913.
- MADR, 2003. *Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie*. Alger : INRAA.

- MADR, 2012a. *Rapport conjoncturel*. (cité dans Kaci, A., 2015. La filière avicole algérienne à l'ère de la libéralisation économique. *Cahiers Agricultures*, 24(3), pp.151-60).
- MADR, 2012b. *Avant-projet d'une charte de qualité et pacte de croissance encadrant et engageant les activités des professionnels de la filière avicole pour la structuration et la modernisation de l'aviculture nationale*. [pdf] Disponible sur : <www.minagri.dz/pdf/Divers/CHARTE.pdf> [Consulté le 03 Mars 2016].
- MADR, 2012c. *Le renouveau agricole et rural en marche : revue et perspective*. Alger : MADR.
- Magdelaine, P., 2015. Analyse de la compétitivité des filières avicoles européennes, perspectives et enjeux. 15èmes Journées des Productions Porcines et Avicoles, Moulins de Beez, Belgique, 25 Novembre 2015.
- Magdelaine, P., Braine, A., Gonnier, V. et Spiess M.P., 2010. Production et consommation des œufs et des ovoproduits. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. Science et technologie de l'œuf. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.1-35.
- Mahmoudi, N., Yakhlef, H. et Thewis, A., 2015. Caractérisation technico-socioprofessionnelle des exploitations avicoles en zone steppique (wilaya de M'sila, Algérie). *Cahiers Agricultures*, 24(3), pp.161-169.
- Mallet, S. et De Reu, K., 2007. Système d'élevage de poules pondeuses et contamination de la coquille des œufs. *Journées Nationales des professionnelles de la pondeuse et de l'œuf de consommation*. Ploufragan, France, 04 Décembre 2007.
- Mao, K.M., Murakami, A., Iwasawa, A. et Yoshizaki, N., 2007. The asymmetry of Avian egg-shape: an adaptation for reproduction on dry land. *Journal of Anatomy*, 210(6), pp.741-784.
- Mapiye, C., Mwale, M., Mupangwa, J., Chimonyo, M., Foti, R. et Mutenje, M., 2008. A research review of village chicken production constraints and opportunities in Zimbabwe. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 21(11), pp.1680-1688.
- Matt, D., Veromann, E. et Luik, A., 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*, 7 (Special issue II), pp.662-667.
- MEIN, 2015. *Spécifications techniques applicables aux œufs et aux ovoproduits*. Document réglementaire réalisé par le groupe d'étude des marchés de restauration collective et nutrition (GEM-RCN). Paris : Ministère de l'Economie de l'Industrie et du Numérique (France).
- Menezes, P.C., Lima, E.R., Medeiros, J.P., Oliveira, W.N.K. et Evêncio-Neto, J., 2012. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(9), pp.2064-2069.
- Merat, P., Bordas, A., L'hospitalier, R., Portais, J. et Bougon, M., 1983. Etude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des oeufs, efficacité alimentaire et parametres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode Island Red et F1 en batteries. *Genetics Selection Evolution*, 15(1), pp.147-166.

- Mertens, K., Bain, M., Perianu, C., De Baerdemaeker, J. et Decuypere, E., 2010. Qualité physico-chimique de l'œuf de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.265-313.
- Mertens, K., De Ketelaere, B., Kamers, B., Bamelis, F., Kemps, B., Verhoelst, E., De Baerdemaeker, J. et Decuypere, E., 2005. Dirt detection on brown eggs by means of color computer vision. *Poultry Science*, 84(10), pp.1653-1659.
- Michel, V. et Huonnic, D., 2003. Comparaison du bien être, de l'état sanitaire et des performances zootechniques des poules pondeuses élevées dans un système classique de cage ou dans un système alternatif de type volière : résultats préliminaires. 5^{ème} *Journée de la Recherche Avicole*. Tours, France, 26-27 Mars 2003.
- Mills, A.D., Nys, Y., Gautron, J. et Zawadski, J., 1991. Whitening of brown shelled eggs: individual variation and relationships with age, fearfulness, oviposition interval and stress. *British Poultry Science*, 32(1), pp.117-129.
- Mineki, M. et Kobayashi, M., 1997. Microstructure of Yolk from Fresh Eggs by Improved Method. *Journal of Food Science*, 62(4), pp.757-761.
- Mirabito, L., Coignard, S. et Travel A., 2005. Effet du mode de logement des poules pondeuses d'œufs de consommation (cages aménagées vs cages conventionnelles) sur les performances zootechniques et divers critères de qualité des œufs. 6^{èmes} *Journées de la Recherche Avicole*. Saint-Malo, France, 30-31 Mars 2005.
- Mirabito, L., Giraud, S. et Travel, A., 2007. Effet du mode de logement des poules pondeuses d'œufs de consommation (cages aménagées vs cages conventionnelles) sur le comportement des poules et divers critères de qualité des œufs. *Techniques et Marchés Avicoles*, 2, pp.10-18.
- Missohou, A., Dieye, P.N. et Talaki, E., 2002. Rural poultry production and productivity in southern Senegal. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 14(2). Disponible sur : <<http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd14/2/miss142.htm>> [Consulté le 25 Septembre 2016].
- Monira, K. N., Salahuddin, M. et Miah, G., 2003. Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 2(4), pp.261-263.
- Moula, N., 2012. *Biodiversité avicole dans les pays industrialisés et en développement : caractérisation et étude des performances de production de races gallines locales. Exemple de la Belgique, de l'Algérie, du Vietnam et de la République démocratique du Congo*. Thèse de doctorat, Université de Liège.
- Moula, N., Ait-Kaki, A., Leroy, P. et Antoine-Moussiaux, N., 2013. Quality assessment of marketed eggs in Basse Kabylie (Algeria). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(4), pp. 395-400.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Ait Kaki, A., Farnir, F. et Leroy, P., 2012. Comparaison de la qualité des œufs de la race de poule locale Kabyle et de son croisement avec la

souche industrielle Isa-Brown. 10^{èmes} Journées des Sciences Vétérinaires. Alger, Algérie, 27-28 Mai 2012.

- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Decuypere, E., Farnir, F., Mertens, K., De Baerdemaeker, J. et Leroy, P., 2010. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Archiv Fur Geflugelkunde*, 74 (3), pp.164-171.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Farnir, F., Detilleux, J. et Leroy, P., 2009. Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (Thayazit lekvaïel). *Annales de Médecine Vétérinaire*, 153, pp.178-186.
- Moula, N., Kara Ali, M., Ait Kaki, A. et Milet, A., 2014. Quality assessment of marketed eggs in Eastern Algeria. *Revue Nature et Technologie*, 11(2), pp.52-58.
- Narváez-Solarte, W., Rostagno, H.S., Soares, P.R., Silva, M.A et Velasquez, L.F.U., 2005. Nutritional requirements in methionine + cystine for white-Egg laying hens during the first cycle of production. *International Journal of Poultry Science*, 4(12), pp.965-968.
- Niranjana, M., Sharma, R.P., Rajkumar, U., Chatterjee, R.N., Reddy, B.L.N. et Battacharya, T.K., 2008. Egg quality traits in chicken varieties developed for backyard poultry farming in India. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 20(12). Disponible sur: < <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd20/12/nira20189.htm> > [Consulté le 11 Juillet 2016].
- Nouad, M.A., 2011. *Etude technico-économique de projets de valorisation/gestion de déchets liés à la filière avicole en Algérie*. Alger : REME.
- Nys, Y., 1986. Relationships between age, shell quality and individual rate and duration of shell formation in domestic hens. *British Poultry Science*, 27(2), pp.253-259.
- Nys, Y., 1994. Formation de l'œuf. In: J L. Thapon., C M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.27-58.
- Nys, Y., 1995. influence of nutritional factors on egg shell quality at high environmental temperature. 6th *Symposium quality of eggs and egg products*. Zaragoza, Espagne, 25-29 septembre 1995.
- Nys, Y., 2001. Recent development in layer nutrition for optimising shell quality. 13th *European Symposium on Poultry Nutrition*. Blankenberge : WPSA. pp.45-52.
- Nys, Y., 2010. Structure et formation de l'œuf. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp. 161-236.
- Nys, Y., Gautron, J., Garcia-Ruiz, J.M. et Hincke, M.T., 2004. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol*, 3(6-7), pp.549-562.
- Nys, Y., Hincke, M.T., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M. et Solomon, S. E., 1999. Avian eggshell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10(3), pp.143-166.

- Nys, y., Hincke, M.T., Hernandez- Hernandez, A., Rodriguez-Navarro, A.B., Gomez-Morales., J., Jonchère, V., Garcia-Ruiz, J.M. et Gautron, J., 2010. Structure, propriétés et minéralisation de la coquille de l'œuf : rôle de la matrice organique dans le contrôle de sa fabrication. *Inra Productions Animales.*, 23(2), pp.143-154.
- Nys,Y. et Sauveur, B., 2004. Valeur nutritionnelle des œufs. *Inra Productions Animales*,17(5), pp.385-393.
- Offiong, S.A., Ojebiyi,O.O., Moeses, E.O., Umoh, B.I. et Offiong, E.E.A., 2006. Comparison of the morphometric characteristics of exotic commercial and local chicken eggs in the tropical environment. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 5(12), pp.1046-1049.
- Olukosi, O.A. et Sonaiya, E.B., 2003. Determination of the quantity of scavengeable feed for family poultry on free range. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 15(5). Disponible sur : < <http://www.lrrd.org/lrrd15/5/oluk155.htm>> [Consulté le 25 Aout 2016].
- Parmar, S.N.S., Thakur, M.S., Tomar, S.S. et Pillai, P.V.A., 2006. Evaluation of egg quality traits in indigenous Kadaknath breed of poultry. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 18(9). Disponible sur : < <http://www.lrrd.org/lrrd18/9/parm18132.htm>> [Consulté le 10 Juillet 2016].
- Penz Júnior, A.M, et Jensen, L.S., 1991. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time to access to high- or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. *Poultry Science*, 70(12), pp.2460-2466.
- Peters, S.O., Ikeobi, C.O.N., Ozoje, M.O., Famakinwa, O.A., Oshodi, Y.S. et Olufumilayo, A.A., 2007. Egg quality of the Nigerian local chicken as influenced by some major genes. *Nigerian Journal of Animal Production*, 34(1), pp.25-31.
- Pohle, K. et Cheng, H., 2009. Comparative effects of furnished and battery cages on egg production and physiological parameters in white leghorn hens. *Poultry Science*, 88(10), pp.2042-2051.
- Protais, J., 1994. Mesure de la qualité. In: J L. Thapon, C M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.48-60.
- Protais, M., 2010. Sélection génétique et production des pondeuses. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.37-72.
- Rashid, M.M., Islam, M.N., Roy, B.C., Jacobsen, K. et Lauridsen, C., 2005. Nutrient concentration of crop and gizzard content of indigenous scavenging chickens under rural conditions of Bangladesh. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 17(2). Disponible sur : < <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/rash17016.htm>> [Consulté le 27 Aout 2016].
- Rath, P.K., Mishra, P.K., Mallick, B.K. et Behura, N.C., 2015. Evaluation of different egg quality traits and interpretation of their mode of inheritance in White Leghorns. *Veterinary World*, 8(4), pp.449-452.

- Rayan, G.N., El Faham, A.I., Ibrahim, S.A. et Hattaba, N.A., 2015. Comparative study of egg quality, hatching performance and carcass traits for Rhode Island Red, Bahij and Matrouh chicken strains. *Egypt Poultry Science*, 35(3), pp.817-831.
- Rose, S.P., 1997. *Principles of poultry science*. Wallingford : CAB international.
- Rossi, M. et De Reu K., 2011. Alternative hen housing systems and egg quality. In: Y. Nys, M. Bain et F. Van Immerseel, eds. 2011. *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. Cambridge : Woodhead Publishing Limited. pp.351-375.
- Samli, H.E., Agma, A. et Senkoylu, N., 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 14(3), pp.548-553.
- Sauveur, B. et Picard, M., 1987. Environmental effects on egg quality. In: R G. Well., C G. Belyavin, eds. 1987. *Egg quality - Current problems and recent advances*. Londres: Butterworths. pp. 219-234.
- Sauveur, B., 1988. *Reproduction des volailles et production d'œufs*. Paris : INRA.
- Sauveur, B., 1991. Mode d'élevage des poules et qualité de l'œuf de consommation. *Inra Productions Animales*, 4(2), pp.123-130.
- Sauveur, B., 1994. Variation initiale de la composition de l'œuf. In : J L. Thapon, C M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.69-84.
- Sauveur, B., 1996. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. *Inra Productions Animales*, 9(1), pp.25-34.
- Schwagele, F., Poser, R. et Krockel, L., 2001. Application of low-resolution NMR spectroscopy of intact eggs-Measurement of quality determining physical characteristics. *Fleischwirtschaft*, 81(10), pp.103-106.
- Schwarz, G., Kobe, A. et Fries, R., 1999. Microflora on egg shells from different housing systems. *Archiv Fur Geflugelkunde*, 5, pp.220-224.
- Scott, T.A. et Silversides, F.G., 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79(12), pp.1725-1729.
- Şekeroğlu, A. et Altuntaş, E., 2008. Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(3), pp.379-383.
- Shabbir, H., Zulfiqar, A., Muhammad, N.K. et Taseer, A.K., 2013. A study on quality traits of chicken eggs collected from different areas of Karachi. *Sarhad Journal of Agriculture*, 29(2), pp.255-259.
- Shanawany, M.M., 1990. Ahemeral light cycles and egg quality. *World's Poultry Science Journal*, 46(2), pp.101-108.
- Sheldon, B.L., 1993. Opportunities and challenges for application of poultry science and technology into the 21st century. *Korean Journal of Poultry Science*, 20(1), pp.161-170.

- Silversides, F.G. et Budgell, k., 2004. The Relationships Among Measures of Egg Albumen Height, pH, and Whipping Volume. *Poultry Science*, 83(10), pp.1619-1623.
- Silversides, F.G. et Scott, T.A., 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, 80(8), pp.1240-1245.
- Silversides, F.G., 1994. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *The Journal of Applied Poultry Research*, 3(2), pp.120-126.
- Smith, A.J., 1992. *L'élevage de la Volaille*, Volume 1 : Le technicien d'agriculture tropicale. Wageningen: CTA ; Paris : Édition Maisonneuve et Larose.
- Sonaiya, E.B. et Swan, S.E.J., 2004. *Production en aviculture familiale*. Un manuel technique. Rome : FAO.
- Sreenivas, D., Gnana, Prakash. M., Mahender, M. et Chatterjee, R.N., 2013. Genetic analysis of egg quality traits in White leghorn. *Veterinary World*, 6(5), pp. 263-266.
- Suk, Y.O. et Park, C., 2001. Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. *Poultry Science*, 80(7), pp.855-858.
- Tauson, R., 2005. Management and housing systems for layers. Effects on welfare and production. *World Poultry Science journal*, 61(3), pp.477-490.
- Tchoumboué, J., Manjeli, Y., Téguia, A. et Ewane, N.J., 2000. Productivité et effets comparés de trois systèmes de conduite de l'élevage sur les performances de l'aviculture villageoise dans les hautes terres de l'Ouest-Cameroun. *Science Agronomique et Développement*, 2(1), pp.6-14.
- Ternes, W., Acker, L. et Scholtyssek, S., 1994. *Ei und Eiprodukte*. Berlin: Paul Parey. (cité dans Travel et al., 2010).
- Thapon, J.L. et Bourgeois, C.M., 1994. *L'oeuf et les ovoproduits*. Paris : Collection sciences et techniques agro-alimentaires.
- Tharrington, J.B., Curtis, P.A., Jones, F.T. et Anderson, K.E., 1999. Processing and products: comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb White Leghorn chickens. *Poultry Science*, 78(4), pp.591-594.
- The poultry site, 2014. *Global poultry trends 2013 – hen egg production in Africa*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.thepoultrysite.com/articles/3119/global-poultry-trends-2013-hen-egg-production-in-africa-and-oceania/>> [Consulté le 07 Avril 2016].
- The poultry site, 2015a. *Global poultry trends 2013 – strong growth in egg output recorded in Africa and Oceania*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.thepoultrysite.com/articles/3488/global-poultry-trends-strong-growth-in-egg-output-recorded-in-africa-and-oceania/>> [Consulté le 10 Avril 2016].
- The Poultry Site, 2015b. *Global poultry trends – egg consumption in Africa and Oceania below the global average*. [En ligne] Disponible sur :

<<http://www.thepoultrysite.com/articles/3492/global-poultry-trends-egg-consumption-in-africa-and-oceania-below-the-global-average/>> [Consulté le 11 Avril 2016].

- Tixier-Boichard, M., Audiot, A., Bernigaud, R., Rognon, X. et Berthouly, C., 2006. Valorisation des races anciennes de poulets : facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaires. *Actes du BRG*, 6, pp.495-520.
- Travel, A., Nys, T. et Lopes, E., 2010. Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. *Inra Productions Animales*, 23(2), pp.155-166.
- Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L. et Valaja, J., 2008. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poultry Science*, 87(5), pp.844-852.
- Van Horne, P.L.M., 2014, *Competitiveness of the EU egg sector. International comparison base year 2013*. Wageningen: LEI Wageningen UR (University & Research centre).
- Veena, D., Eswara Rao, B., Naga Mallika, E. et Azad, S.A.K., 2015. A study on quality traits of chicken eggs collected in and around Gannavaram, Krishna district in different seasons. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6(9), pp.6487-6489.
- Wattagnet, 2011. *Dramatic regional variation in Africa's egg production*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.wattagnet.com/articles/9662-dramatic-regional-variation-in-africa-s-egg-production>> [Consulté le 11 Mai 2016].
- Wattagnet, 2012. *China remains world's top egg producer in 2012*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.wattagnet.com/articles/14095-china-remains-world-s-top-egg-producer-in-2012>> [Consulté le 04 Février 2016].
- Wikimedia commons, 2011. *Carte des communes de la wilaya de Batna, Algérie*. [En ligne] Disponible sur : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dz_-_05-00_Wilaya_de_Batna_map_-_names.svg> [Consulté le 06/05/2016].
- Xiao, J.F., Zhang, Y.N., Wu, S.G., Zhang, H. J., Yue, H.Y. et Qi, G.H., 2014. Manganese supplementation enhances the synthesis of glycosaminoglycan in eggshell membrane: A strategy to improve eggshell quality in laying hens. *Poultry Science*, 93(2), pp.380-388.
- Yakubu, A., Ogah, D.M. et Barde, R.E., 2008. Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian Indigenous chickens. *International Journal of Poultry Science*, 7(6), pp.579-585.
- Zita, L., Tůmová, E. et Štolc, L., 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, 78, pp.85-91.

Texte réglementaire :

- Directive n° 99/74/CE du conseil du 19 juillet 1999 établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses, JO L203 du 3 août 1999.

Annexe 01

Questionnaire d'évaluation d'élevage traditionnel

Enquête N° :

Date :

Commune :Daïra.....Wilaya.....

01. Description de l'éleveur :

Age :

Sexe d'éleveur : Homme ☐ Femme ☐

Niveau de scolarisation : Sans scolarisation ☐ Primaire ☐ Moyenne ☐

Secondaire ☐ Universitaire ☐

Formation dans l'élevage des poules pondeuses : Oui ☐ Non ☐

02. Activités de l'éleveur :

Cultures pratiquées par l'éleveur :

Présence d'autres élevages : Bovin ☐ Ovin ☐ Caprin ☐

Présence d'autres espèces : Canard ☐ Dindon ☐ Oie ☐

Ratio coq/poules :

Activités pratiquées par l'éleveur :

Motivation pour l'élevage : Valeur gustative ☐

Quantité des œufs ☐

Adaptation au milieu ☐

Finance ☐

03. Système de production de la poule locale :

Mode de conduite : Divagation ☐ Semi-divagation ☐

Poules utilisées pour : Production d'œuf uniquement ☐ Production mixte ☐

Matières utilisées pour la construction de l'habitat :

Présence de litière : Oui ☐ Non ☐

Utilisation des abreuvoirs et mangeoires : Oui ☐ Non ☐

Raison de non utilisation : Ignorance ☐ Négligence ☐

Aliment distribués :.....

Temps de supplémentation :.....

Fréquence de distribution :.....

Supplémentation en aliments : Blé ☐ Orge ☐ Maïs ☐ Son ☐

Santé:

Age de mortalité : Avant 6 mois ☐ Après 6 mois ☐

Causes de mortalité : Maladies ☐ Prédation ☐

Saison de mortalité : Hiver ☐ Printemps ☐ Automne ☐ Été ☐

Symptômes des maladies observées :

Recours au vétérinaire : Oui ☐ Non ☐

Recours à la pharmacopée : Oui ☐ Non ☐

Vaccination contre les maladies : Oui ☐ Non ☐

Raisons de vaccination :

Raison de non vaccination : Négligence ☐ Ignorance ☐ Coût ☐

04. Commercialisation :

Les œufs sont utilisés pour : Reproduction ☐ Autoconsommation ☐

Dons ☐ Vente ☐

La décision de vente revient au : Femme ☐ Homme ☐

Les œufs sont : Achetés par les consommateurs ☐ Achetés par les collecteurs ☐

Achetés par détaillant ☐ Vendus aux marchés hebdomadaires ☐

Le prix de vente dépend : Taille et propreté de l'œuf ☐ Prix au marché ☐

Négociation ☐

Le prix de vente en (DA) :

05. Contraintes : Maladies ☐ Prédation ☐

Coût d'aliment ☐ Commercialisation ☐

06. Perspectives d'amélioration : Alimentation ☐ Santé ☐

Autre :.....

Annexe 02

Questionnaire d'évaluation d'élevage industriel des poules pondeuses

Enquête N° :

Date :

Commune : Daïra Wilaya

01- Caractéristiques des éleveurs :

Niveau de scolarisation :

Ancienneté :ans

Formation en élevage de poules pondeuses : Oui ☐ Non ☐

Apprentissage de l'activité :

02- Description et caractéristiques des élevages :

- Type d'élevage : Au sol ☐ En batteries ☐
- Effectif :
- Souche de poules pondeuses :
- Durée de production :

03- Conduite d'élevage :

Bâtiment :

Sol fabriqué en :

Mur fabriqué en :

Toiture fabriqué en :

Utilisation des matières isolantes au niveau de toiture et des murs : Oui ☐
Non ☐

Equipement :

Type de batterie :

Présence d'extracteurs d'air : Oui ☐ Non ☐

Etat de fonctionnement :

Présence de système de refroidissement : Oui ☐ Non ☐

Etat de fonctionnement :

Présence de racleur de fiente : Oui ☐ Non ☐

Densité (sujet/ cage) :

- **Conditions d'ambiance :**

Température : Présence de thermomètre : Oui ☐ Non ☐

Etat de fonctionnement : Oui ☐ Non ☐

Hygrométrie : **Présence d'hygromètre :** Oui ☐ Non ☐

Etat de fonctionnement : Oui ☐ Non ☐

Eclairage est assuré par :

- **Alimentation :**

Aliment est acheté du commerce : Oui ☐ Non ☐

Aliment est fabriqué au niveau de l'exploitation : Oui ☐ Non ☐

Formulation d'aliment est assurée par :

Quantité moyenne d'aliment distribuée quotidiennement/sujet (g) :

- **Conduite sanitaire :**

Présence de clôture autour de l'exploitation : Oui ☐ Non ☐Présence de pédiluve à l'entrée des exploitations : Oui ☐ Non ☐

Matières utilisées pour la désinfection :

Durée du vide sanitaire :.....mois

Présence d'une zone de mise en quarantaine :.....

Elimination des cadavres :

Les vaccins contre les maladies :

Vaccinateur : _____ **Vétérinaire** ☐ **Eleveur** ☐

Maladies fréquentes :

03- Condition d’emballage, de stockage et de transport :

Les œufs ramassés sont emballés dans.....

Réutilisation des alvéoles : Oui ☐ Non ☐

Existence de zone spécifique pour le stockage.....Oui ☐ Non ☐

Moyen de transport :.....Frigorifique Oui ☐ Non ☐

Résumé :

Cette étude a été réalisée au niveau de la région de Batna dont l'objectif principale est de mettre en relief les caractéristiques de la qualité externe et interne des œufs issus de deux modes d'élevage différents (élevage industriel et élevage traditionnel). Un total de 1137 œufs, répartis en 563 œufs issus d'élevages industriels et 574 œufs issus d'élevages traditionnels, ont été collectés et analysés. Les œufs issus du mode d'élevage industriel ont présenté une supériorité significative ($p < 0,05$) pour le poids de l'œuf, le poids de la coquille, l'index de forme, l'épaisseur de la coquille, le poids de l'albumen et le pourcentage de l'albumen en comparaison avec ceux des œufs issus du mode d'élevage traditionnel. Toutefois, l'index de la coquille, le poids du jaune, le pourcentage du jaune, le rapport jaune /blanc, la couleur du jaune, l'index du jaune, l'index de l'albumen et l'unité Haugh étaient significativement ($p < 0,05$) plus élevés chez les œufs issus d'élevages traditionnels que ceux des œufs issus d'élevages industriels. Le taux des œufs sales était plus élevé en élevages traditionnel qu'en mode d'élevage industriel. Le pourcentage des anomalies des œufs était plus élevé en mode élevages industriels qu'en élevages traditionnels. La température de stockage des œufs dans les deux modes d'élevage, enregistrée au moment de la collecte des œufs, montre le non-respect des températures optimales de stockage. Notre étude montre que les œufs d'élevages traditionnels présentent une solidité de la coquille, une qualité de fraîcheur et une qualité du jaune meilleures que celles des œufs issus du mode d'élevages industriels.

Mots clés : œufs, qualité, mode d'élevage, industriel, traditionnel.

Abstract:

This study was carried out in the region of Batna with the main objectives to investigate internal and external eggs quality characteristics of two chicken breeding systems. A total of 1137 eggs were collected and analyzed from two breeding systems as follows: traditional breeding (574) and industrial breeding (563). Eggs of industrial breeding system expressed higher and significant ($p < 0,05$) shape index, egg weight, shell thickness, eggshell weight, albumen weight and albumen percentage compared to traditional breeding system. However, shell index, yolk weight, yolk percentage, yolk/albumen ratio, yolk color, albumen index, yolk index and Haugh unit of traditional breeding system were significantly ($p < 0,05$) higher than those of industrial breeding system. The rate of dirty eggs in traditional breeding system was higher than in industrial breeding system. In addition, the percentage of abnormalities in eggs in the industrial breeding system was higher than in the traditional breeding system. Moreover, the storage temperature, recorded at time of collection, of eggs coming from the two breeding systems showed non-respect of the optimal storage temperatures. As a result, we found that eggs of traditional breeding system present a better shell quality, yolk and freshness.

Key words: egg, quality, system, industrial, traditional, breeding

ملخص:

إن الهدف من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على الخصائص الداخلية والخارجية لنوعية البيض المنتج في نظامين مختلفين لتربية الدجاج في منطقة باتنة (التربية الصناعية والتربية التقليدية). تم تحليل نوعية ما مجموعه 1137 بيضة مقسمة إلى 563 بيضة منتجة في التربية الصناعية و 574 بيضة منتجة في التربية التقليدية. أظهرت نتائج هذه الدراسة بدلالة إحصائية ($p < 0,05$) أن البيض المنتج في التربية الصناعية يتميز بوزن أكبر بالمقارنة مع البيض المنتج تقليديا وتفوقه في بعض الخصائص كمؤشر شكل البيضة وسمك ووزن القشرة وكذلك ارتفاع نسبة ووزن بياض البيض. في المقابل أظهرت الدراسة بدلالة إحصائية ($p < 0,05$) أفضلية البيض المنتج في التربية التقليدية في بعض الخصائص كمؤشر القشرة ووزن ونسبة صفار البيض، لون أصفر البيض، مؤشر صفار البيض، مؤشر بياض البيض. بينت هذه الدراسة أيضا أن البيض المنتج في التربية التقليدية يتميز بجودة أفضل في ما يتعلق بالنضارة المعبرة عنها بوحدات هوف. كما إتضح أيضا من هذه الدراسة أن البيض المنتج في التربية الحديثة يتميز بنظافة أفضل من البيض المنتج تقليديا غير أن نسبة الشوائب كانت أقل في البيض المنتج تقليديا بالمقارنة مع البيض المنتج في التربية الصناعية. من جانب آخر، تبين أن درجة حرارة التخزين، والتي تم قياسها أثناء إقتناء البيض في نضامي التربية المدروسين، لم تحترم وكانت مخالفة لدرجة الحرارة المثلى للحفظ. ما يمكن إستنتاجه من خلال هذه الدراسة هو أفضلية البيض المنتج تقليديا بالمقارنة مع البيض المنتج في نظام التربية الصناعي خاصة في ما يتعلق بصلابة قشرة البيض، نوعية صفار البيض وجودة النضارة.

الكلمات الدالة: نظام التربية، نوعية البيض، التربية التقليدية، التربية الصناعية.