

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : Sciences

DOMAINE : SNV

N° :.....



DEPARTEMENT: Sciences
agronomiques

OPTION : Production et nutrition
animale

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par :

BOURAS Chaima

BEN SAIFIA Khedidja

Intitulé

**Essai de formulation d'un aliment de poulet de
chair en incorporant des ressources locales**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Baa A.	Université de M'Sila	MCB	Président
Dr. Bara Y.	Université de M'Sila	MCB	Examinatrice
Dr. Mahmoudi S.	Université de M'Sila	MCB	Promotrice
Dr. Mahmoudi N.	Université de Blida	MCB	Copromotrice

Année universitaire : 2019 /2020

Dédicace



Dédicace

Nous dédions ce travail

à :

Nos très chers parents

Nos familles

Notre promotrice

Nos amies

Nos enseignants et collègues

de la spécialité PNA

Toutes Personnes Qui nous ont

aidées

Remerciements

Louange à Dieu et sa bienveillance et merci à lui pour son succès et sa gratitude et la grâce de la bénédiction de la connaissance sur nous.

Nous exprimons nos sincères remerciements et notre gratitude à nos parents, et nous les remercions pour leur grâce, vigilance et sacrifice afin d'achever la marche du savoir, de la réussite et de terminer des études universitaires.

Nous tenons à remercier chaleureusement les membres du jury : Mr. Baa A., MCB. au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila et Mme. Bara Y., MCB. au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, de nous consacrer du temps et de porter leur jugement expert sur ce modeste travail.

Nous remercions sincèrement notre promotrice Melle Mahmoudi S., MCB. au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila et notre Copromotrice Mme Mahmoudi N. MCB. Au département de biotechnologie, Université SaâdDahleb de Blida qui nous ont soutenu et guidé dans notre travail. Elles se sont toujours montrées à l'écoute et très disponibles tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elles ont bien voulu nous consacrer, nous disons merci.

Nous adressons également nos sincères remerciements et notre reconnaissance à tous ceux qui nous ont aidés ou qui nous ont appris une lettre de près ou de loin. Un grand merci à nos enseignants de département de sciences agronomiques et aux membres de l'administration et de laboratoire.

ملخص

الهدف من هذا العمل الببليوغرافي هو دراسة تأثير دمج الموارد المحلية في علف دجاج التسمين على أداء النمو. تتكون هذه الرسالة من أربعة فصول:

يتناول الفصل الأول الوضع العالمي والوطني للدواجن، وإدارة التربية ودائرة التوزيع في القطاع. ويخصص الفصل الثاني للمواد الأولية المستخدمة في تغذية الدجاج اللحم وطرق تركيب وتصنيع العلف. في الفصل الثالث نتحدث عن خصائص الخروب كبديل محتمل للذرة في علف الدجاج اللحم.

الفصل الرابع والأخير عبارة عن مراجعة للأعمال السابقة على تقييم تأثير بعض المواد الأولية المحلية (الخروب، التمور، الشعير، حنطة، البازلان، الفول) على الأداء الفني لتربية الدجاج اللحم.

في نهاية عملنا التجميعي، نلاحظ أنه لا توجد حاليًا أي مواد أولية محلية في الجزائر يمكنها أن تحل محل المكونات الأساسية لنظام الدجاج اللحم كما ونوعاً على الرغم من النتائج القيمة ذات صلة ببعض الدراسات.

الكلمات المفتاحية: دجاج التسمين، طعام، موارد محلية

Résumé

Le but de ce travail bibliographique est d'étudier l'effet de l'incorporation des ressources locales dans l'alimentation de poulet de chair sur les performances de croissance. Ce mémoire comprend quatre chapitres :

Le premier chapitre porte sur la situation mondiale et nationale de volaille, la conduite d'élevage et le circuit de distribution de la filière.

Le deuxième chapitre est consacré aux matières premières utilisées dans l'alimentation de poulet de chair, les méthodes de formulation et de fabrication des aliments.

Dans le troisième chapitre nous parlons sur les caractéristiques de la caroube comme susceptible substituant de maïs dans l'alimentation de poulet de chair.

Le quatrième et dernier chapitre est un bilan des travaux précédents portant sur l'évaluation de l'impact de quelques matières premières locales (caroube, dattes, orge, triticale, pois, féverole) sur les performances zootechniques de poulet de chair.

Au terme de notre travail de synthèse, nous constatons qu'il n'existe pas actuellement en Algérie des matières premières locales qui puissent tant sur le plan quantitatif que qualitatif se substituer aux composants de base du régime alimentaire de poulet de chair malgré les résultats très pertinents de certaines études.

Mots clés : poulet de chair, alimentation, ressources locales.

Abstract

The aim of this bibliographical work is to study the effect of the incorporation of local resources in broiler feed on the growth performances. This study includes four chapters:

The first chapter deals with the global and national poultry situation, breeding management and the sector's distribution circuit.

The second chapter is devoted to the raw materials used in broilerfeed, the formulation methods and manufacture of the feed.

In the third chapter, we talk about the characteristics of carob as a possible substitute for corn in broiler chicken feed.

The fourth and final chapter is a review of previous work on the evaluation of the impact of some local raw materials (carob, dates, barley, triticale, peas, and field beans) on the zootechnical performances of broilers.

At the end of our synthesis work, we note that there are currently no local raw materials in Algeria that can both quantitatively and qualitatively replace the basic components of the broiler diet despite the good results relevant to some studies.

Keywords: broiler chicken, feed, local resources

Liste des tableaux

Tableau 1 : Production des viandes (rouges et blanches) en tonnes dans certains pays du monde pour l'année 2017.....	2
Tableau 2 : Consommation européenne de viande de poulet et dinde en 2015(en kg/hab) Poulet Evol 2005/2015.....	4
Tableau 3 : Prix à la production des produits avicoles (poulets vifs et œuf de consommation).....	6
Tableau 4 : Densité des poulets par poids vif.....	15
Tableau 5 : Températures ambiante du poulet de chair au cours d'élevage.....	18
Tableau 6 : Causes et exemples de maladies de la volaille.....	21
Tableau 7 : Valeur alimentaire de quelques matières premières utilisés comme source d'énergie dans l'alimentation de volaille.....	24
Tableau 8 : Valeur alimentaire de quelques matières premières utilisés comme source de protéines dans l'alimentation de volaille.....	26
Tableau 9 : Apports recommandés à différents stades de vie en protéines, acides aminés et en minéraux (% du régime) en fonction du niveau énergétique de la ration (kcal d'EM/kg) chez le poulet de chair.....	31
Tableau 10 : Exemple des formules alimentaires pour poulet de chair	36
Tableau 11 : Principaux produits de la caroube (pulpe et graines) et leurs utilisations majeures.....	42
Tableau 12 : Valeur alimentaire de la farine de caroube destinée à l'alimentation des animaux.....	45
Tableau 13 : Superficie récoltée, rendement et production de caroube dans le monde et en Algérie.....	46
Tableau 14 : Composition des aliments expérimentaux (g/kg)	47
Tableau 15 : Composition chimique des aliments pour poulet de chair	51
Tableau 16 : Formules des aliments de démarrage (1 à 20 jours), de croissance (21 à 33 jours) et de finition (34 à 48 jours) distribués aux poulets en fonction du taux de substitution du maïs par les déchets de dattes.....	51
Tableau 17 : Formules alimentaires utilisées dans l'alimentation de poulet.....	52
Tableau 18 : Bilan de quelques travaux sur l'incorporation des ressources locales dans l'alimentation de poulet de chair.....	56

Liste des figures

Figure 1 : Principales régions productrices de viande de volaille en 2017.....	3
Figure 2 : Consommation mondiale de poulets (milliers de tonnes)	5
Figure 3 : des poulets en batterie.....	10
Figure 4 : Diagramme d'organisation de la filière avicole en Algérie.....	12
Figure 5 : Le matériel d'alimentation et d'abreuvement (démarrage).....	16
Figure 6 : Les paramètres qui définissent l'ambiance dans un bâtiment d'élevage de poulet de chair.....	17
Figure 7 : Structure d'un grain de maïs : coupe longitudinale agrandi environ 30 Fois	23
Figure 8 : Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde (les cercles représentent les différentes hypothèses qu'existent sur le centre d'origine de C. siliqua. Les flèches symbolisent la distribution de l'espèce dans le monde)	39
Figure 9 : Appareils végétatif et reproducteur de caroubier. (A. Port général de l'arbre, B. Écorce, C. Feuille, D. Fleurs mâle et femelle, E. Fruits matures « gousse », F. Graines).....	41

Liste des abréviations

AA : Acide Aminé
CB : cellulose brute
CFU : unités formant colonie
CMV: complément minéralo-vitaminique
DA: Dinar Algerien
DSA : Directions des Services Agricoles
EB : énergie brute
EM : énergie métabolisable
FAO : Food and agriculture organisation
IC : indice de consommation
INRA : Institut National de Recherches Agronomiques
ITAVI : Institut Technique de l'aviculture
MAT : Matières Azotées Totales
MG : Matière Grasse
MM : matière minérale
MS : matière sèche
O.C : œuf de consommation
ONAB : Office National des Aliments de Bétail
P.D.C : poulet de chair
PAC : carcasse prête à la cuisson
TDN : teneur moyenne en nutriment digestible total
TELV : institut technique des élevages
TS : tourteaux de soja
TVA : taxe sur la valeur ajoutée
USD : dollar des Etats-Unis

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumés	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
Synthèse bibliographique	
Chapitre 1 : Généralités sur la filière avicole	
1.1 Situation de la filière volaille.....	2
1.1.1 Dans le monde.....	2
1.1.2 En Algérie.....	5
1.3 Organisation.....	7
1.3.1 Office National des Aliments de Bétail (ONAB).....	7
1.3.2 Coopératives avicoles.....	7
1.2 Types d'élevage avicole.....	8
1.2.1 Elevage traditionnel.....	8
1.2.3 Elevage moderne.....	8
1.3 Modes d'élevage.....	9
1.3.1 Elevage au sol.....	9
1.4 Acteurs de la filière et circuit de distribution.....	11
1.5 Phases d'élevage du poulet de chair	12
1.6 Conduite d'élevage	13
1.6.1 Le vide sanitaire et désinfection	13
1.6.2 Densité et normes d'équipements	14
1.6.3 Conduite alimentaire.....	15
1.6.4 Les facteurs d'ambiance.....	16
1.7 Pathologies liées à l'élevage de poulet de chair	20
1.7.1 Maladie digestif de poulet.....	20
1.7.2 Maladies bactériennes.....	20
1.7.3 Maladies virales.....	20
Chapitre 2 Alimentation de poulet de chair	
2.1 Généralités.....	22
2.2 Matières premières.....	22
2.2.1 Sources d'énergie.....	22
2.2.2 Source d'azote.....	22
2.2.3 Sous-produits alimentaires.....	25
2.2.4 Additifs alimentaires.....	26
2.3 Formulation des aliments composés.....	27
2.3.1 Besoin de poulet de chair.....	29
2.3.2 Choix des matières premières.....	31
2.3.3 Méthodes de formulation.....	32
2.4 Fabrication des aliments composés.....	34
2.4.1 Réception et stockage des matières premières	34
2.4.2 Broyage.....	34
2.4.3 Prémélange.....	34
2.4.4 Mélange.....	34

2.4.5 Granulation.....	35
2.5 Aliments de poulet de chair.....	35
2.5.1 Aliment en phase de démarrage.....	35
2.5.2 Alimentation en phase de croissance.....	35
2.5.3 Alimentation en phase de finition.	36
2.6 Problématique de l'alimentation de volailles en Algérie.....	37

Chapitre 3

Généralités sur le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*)

3.1 Origine et classification.....	38
3.2 Distribution géographique.....	39
3.3 Description morphologique.....	39
3.3.1 Le port et le feuillage.....	40
3.3.2 Les fleurs.....	40
3.3.3 Le fruit.....	40
3.3.4 Les graines.....	40
3.4 Exigences pédoclimatiques.....	41
3.5 Usages et intérêts	42
3.5.1 En industrie agro-alimentaire.....	43
3.5.3 En alimentation de bétail.....	44
3.6 Composition chimique.....	44
3.7 Production de caroube.....	46

Chapitre 4

Bilan des travaux précédents sur l'incorporation des ressources alimentaires locales dans l'alimentation de poulet de chair

4.1 Le caroube (<i>Ceratonia siliqua L.</i>).....	47
4.1.1 Méthodologie.....	47
4.1.2 Principaux résultats.....	49
4.2 Déchets de dattes	50
4.2.1 Méthodologie.....	50
4.2.2 Principaux résultats.....	53
4.3 Autres ressources	54
Conclusion.....	55

Références bibliographiques

Introduction

L'élevage du poulet de chair est caractérisé par des productions élevées et des rendements importants ce qui donne à cette filière un rôle prépondérant dans la couverture des besoins des populations en protéines animales (**Ndoye, 1996**).

La filière avicole, en Algérie, est parmi les productions animales celle qui a connu l'essor le plus spectaculaire depuis les années 1980 grâce à l'intervention de l'Etat. Ceci a permis d'améliorer la ration alimentaire du point de vue protéique et de faire vivre actuellement près de deux millions de personnes (**Alloui, 2013**).

En Algérie, les viandes blanches et particulièrement celles du poulet de chair, concourent à la fourniture des protéines bien que leur consommation soit faible : 8 kg/hab/an. Ce faible niveau de consommation s'explique essentiellement par le prix de production élevé du poulet de chair, lié en grande partie au volet alimentaire (environ 70 % du coût total de production du poulet de chair) (**Meziane et al., 2013**).

Les rations destinées aux volailles, sont essentiellement composées de tourteaux de soja et de maïs qui sont des matières premières totalement importées par l'Algérie. Leur substitution par des matières premières locales ou leurs coproduits, constituerait une des alternatives intéressantes pour réduire le coût de revient des productions animales et la préservation de leur potentiel génétique (**Meradi et al., 2016**).

Notre travail est une synthèse bibliographique portant sur des généralités sur l'élevage de poulet de chair et la formulation de son alimentation et la caroube (*Ceratonia siliqua L.*) comme ressource locale susceptible de substituer partiellement le maïs. Dans un dernier chapitre nous avons fait un bilan des travaux précédents sur l'impact de l'incorporation des ressources locales (caroube, dattes, pulpe d'orange, orge, féverole, son de blé) dans l'alimentation de poulet de chair sur les performances de croissance.

Chapitre 1

Généralités sur la filière avicole

1.1 Situation de la filière volaille

1.1.1 Dans le monde

A l'échelle mondiale, l'élevage des volailles représente un secteur très important dans la production et la consommation des produits carnés. Selon la **FAO (2019)**, la production de la viande de poulet de chair a atteint 109.056.179 de TEC (tonne équivalent carcasse) en 2017, soit environ une fois et demis que la viande bovine et onze fois que la viande ovine (**Tableau 1**). Le premier producteur de la viande de volaille est les Etats Unis d'Amérique suivi par le Brésil et la Chine.

Tableau 01 : Production des viandes (rouges et blanches) en tonnes dans certains pays du monde pour l'année 2017 (**FAO, 219**).

Pays	Bovine	Ovine	Volaille	Dinde
Algérie	151200	269387	253206	21450
Maroc	260700	163350	690000	71569
Égypte	456359	72296	1010000	19400
France	1423404	104970	1102774	404032
Brésil	9550000	88568	13607352	586156
Argentine	2842000	50616	2116000	35094
Chine	6911741	2384200	13440444	2339
États-Unis d'Amérique	11907239	68130	19140744	/
Monde	66250349	9498356	109056179	5948197

En 2017, les principales régions productrices sont l'Asie (33 %), l'Amérique latine (22 %), l'Amérique du Nord (19 %) et l'Europe (18 %) (**Figure 1**). En 2017, la volaille devient la première viande produite dans le monde (**ITAVI, 2017**).

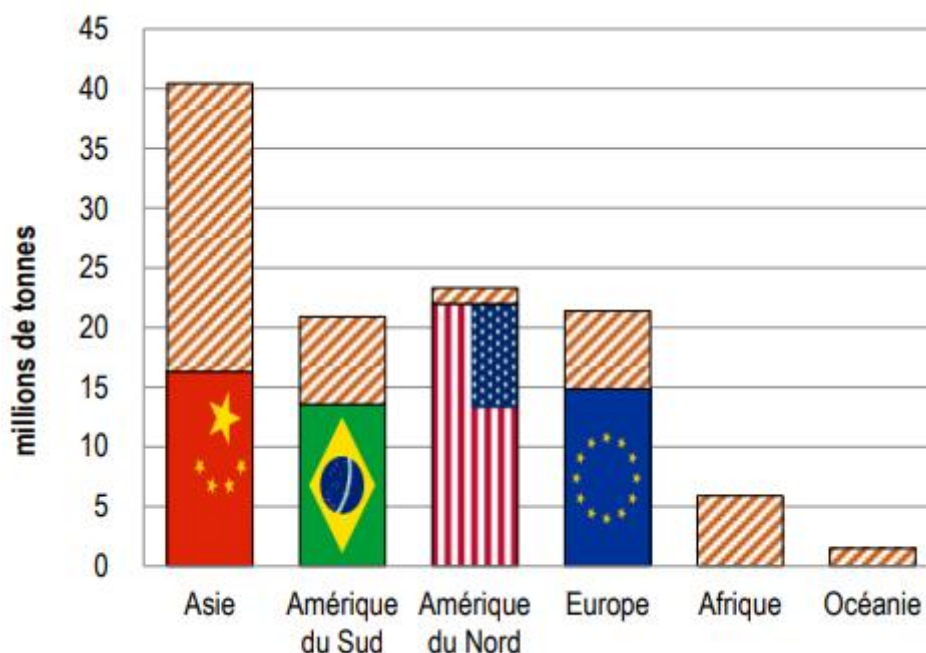


Figure 1 : Principales régions productrices de viande de volaille en 2017 (**ITAVI, 2018**)

La production de viande blanche se développe régulièrement. Globalement, la viande blanche représente 70 % de la viande consommée en 2010 ; soit 27 kg/hab/an (38 kg toutes viandes confondues) soit 12 kg de volaille (**Anonyme 1**). Un Européen consomme en moyenne 15,4 kg de poulet et 3,9 kg de dinde par habitant et par an soit une évolution de 11,5 % pour le poulet entre 2005 et 2015 (Tableau 2). Cependant, la consommation la plus élevée de poulet dans les pays de l'Union Européenne est celle de Royaume-Uni 22,9 kg/hab/an (**ITAVI, 2016**).

Tableau 2 : Consommation européenne de viande de poulet et dinde en 2015(en kg/hab)

Poulet Evol 2005/2015 (**ITAVI, 2016**)

Pays	Poulet	Evolution %	Dinde	Evolution %
Moy. UE 28	18,4	+ 11,5	3,9	+ 2,6
France	17,4	+ 38,2	4,6	- 23,4
Pays-Bas	18,5	+ 11,4	1,1	- 42,1
Allemagne	12,1	+ 30,1	5,9	-4,8
Italie	12,5	+ 22,5	4,9	-2,0
Royaume-Uni	22,9	+ 7,5 %	4,1	+2,5

D'après l'**USDA (2019)** (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE), les principaux pays consommateurs de viande de volaille en 2018 ont été illustrés par la **Figure 2**. Le premier consommateur mondial de la viande de poulet est USA suivi par la chine, les pays de l'Union Européenne et le Brésil. Dans l'ensemble, on observe une évolution de la consommation de poulet entre 2016 et 2018 dans tous les pays à l'exception de la chine à cause de la grippe aviaire.

Dans certains pays très peuplés, à l'image de l'Indonésie ou du Pakistan, ne sont pas dans ce classement car leurs économies ne sont pas assez développées, mais leur situation devrait évoluer à mesure que les revenus des ménages augmentent (**Anonyme 2**).

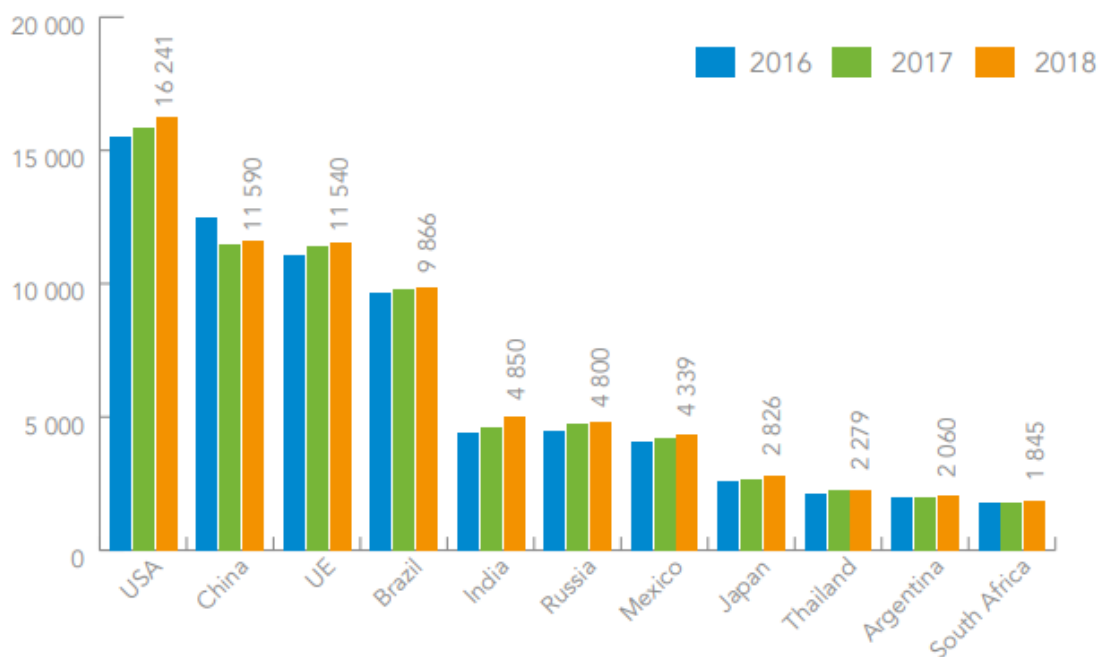


Figure 2 : Consommation mondiale de poulets (milliers de tonnes) (USDA, 2019)

1.1.2 En Algérie

De toutes les productions animales en Algérie, l'aviculture est la plus intensive, qu'elle soit pour l'œuf de consommation ou pour la viande. Totalement "artificialisée" depuis les années 80, elle est pratiquée de manière industrielle dans toutes les régions du pays, voire même dans le sud du pays avec cependant une plus grande concentration autour des grandes villes du Nord (INRAA, 2003).

En Algérie, la filière avicole est largement dominée par l'aviculture moderne intensive, exploitant des souches hybrides sélectionnées dans un système industriel. En effet, l'aviculture traditionnelle reste marginalisée et est pratiquée essentiellement en élevages de petite taille par les femmes rurales, premières concernées par le phénomène de la pauvreté (Moula, 2009).

En termes de nombre de têtes, l'Algérie compte près de 140 millions de poules et une production de 350.000 tonnes à 400.000 tonnes de viandes blanches et de 6 à 7 milliards d'œufs par an (Boulenouar, 2020).

Les coûts de production d'un kilogramme de poulets de chair en Algérie à savoir, l'aliment (68 %), le cheptel (23 %) et les frais vétérinaires (4 %).

Selon le directeur général de l'Office national des aliments du bétail et de l'élevage avicole (ONAB), les prix du poulet seront stables et ne devront pas dépasser les 250 DA/Kg durant et après le mois du Ramadhan 2020 (**Anonyme 3**).

A l'approche du mois de ramadan, on prévoit une légère hausse des prix de l'ordre de 15 % à 20 % (spéculation du mois de Ramadan), mais on aura une disponibilité accrue du poulet sur les marchés. Les prix vif (sortie poulailler) varieront en moyenne selon les régions entre 190 et 210 DA le kg, et au niveau du détail « vidé » entre 280 et 300 DA le kilogramme (**OFAAL, 2019**).

Les prix à la production du poulet vif à la sortie de poulailler ont enregistré une baisse durant ce premier trimestre 2019. On a relevé une diminution significative de l'ordre de 22 % entre les mois de janvier et mars 2019 (**Tableau 3**). La baisse des prix est due à une offre importante du poulet vif sur les marchés durant cette période. On a constaté que depuis la fin du dernier trimestre 2018 et début du premier trimestre 2019, un nombre important des mises en place de poulets ont été effectuées, et ceux malgré la hausse des prix du matériel biologique (poussins d'un jour).

La conjoncture s'y prête, cela n'a pas découragé les éleveurs à élever des poulets. La cherté des prix des viandes rouges et les produits de la mer ont au contraire encouragé les éleveurs à mettre en place des bandes de poulets, vu l'importance de la demande sur cette viande (Restaurants universitaires, institutions publiques, Rôtisseries privées,.....etc.) (**OFAAL, 2019**).

Tableau 3 : Prix à la production des produits avicoles (poulets vifs et œuf de consommation) (OFAAL, 2019).

Mois	jan	fev	mars	Moyenne trimestre	Accroissement (%)
PDC (DA/KG)	205	170	160	178	-22
OC (DA/OC)	9,66	8,62	8,34	8,87	-14

P.D.C poulet de chair

O.C œuf de consommation

Une quantité de 320 000 quintaux de viandes blanches a été produite au titre de la saison agricole 2019 à M'sila, contre un peu moins de 300 000 quintaux en 2018 (**Anonyme 3**).

Evolution de l'aviculture Algérienne

Avant 1969, la production avicole reposait sur l'élevage familial et quelques micro-unités de production qui ne couvraient qu'une faible partie de la consommation estimée à 250 g/h/an.

En 1970, le ministre de l'agriculture et de la révolution agraire élargit la mission de l'O.N.A.B en le chargeant d'entreprendre toute action susceptible d'augmenter et de régulariser les productions des viandes blanches, et ceci en créant au sein de chaque wilaya une coopérative agricole de wilaya chargée de l'agriculture (COP.A.WI.). C'est au cours du deuxième plan quadriennal (1974 – 1977), que l'on a assisté à l'émergence d'une politique avicole axée essentiellement sur la filière chair intensive. L'introduction du modèle avicole intensif à partir de 1975 par l'importation de complexes avicoles industriels de haute technologie a limité le développement de l'aviculture traditionnelle et notamment l'exploitation des races locales (**Mahmoudi, 2002**).

En 1981, il y a eu la restructuration de l'ONAB, qui est chargée de produire les aliments composés et complémentaires pour le bétail et leur adjuvants. Aussi y a eu la création de l'O.R.AVI (Office Régional d'agriculture) dans les trois régions du pays : Est, Centre et Ouest pour impulser une nouvelle dynamique au secteur avicole. La création de l'Office national des approvisionnements et services agricoles (l'ONAPSA), qui est chargé de la distribution de l'aliment et des produits vétérinaires.

1.3 Organisation

1.3.1 Office National des Aliments de Bétail (ONAB)

Il fut créé en 1969 pour assurer plusieurs missions, à savoir : fabrication des aliments de bétail ; régulation du marché des viandes rouges ; développement de l'élevage avicole.

1.3.2 Coopératives avicoles

A partir de 1974, il y a eu création de six coopératives avicoles de Wilaya qui devaient assurer : la distribution des facteurs de production ; le suivi technique des producteurs et l'appui technique et la vulgarisation des aviculteurs.

L'adoption, par l'État, de l'industrialisation de l'aviculture s'intègre dans la politique visant à améliorer la qualité de la main d'œuvre, à créer des emplois et promouvoir la production de protéines moins chères (viandes blanches et œufs). L'aviculture industrielle a aussi l'avantage d'assurer une rotation très rapide du capital. La production annuelle nationale du secteur avicole enregistre un volume considérable ; elle est évaluée à plus de 253 000 tonnes de viande blanche et presque 4,5 milliards d'œufs de consommation, assurant ainsi plus de 50 % de la ration alimentaire en produits d'origine animale en 2011 (**MADR, 2012**).

1.2 Types d'élevage avicole

1.2.1 Elevage traditionnel

L'aviculture traditionnelle est basée sur le mode d'exploitation familiale avec une productivité très faible. Les poules pondent peu avec une croissance lente accompagnée de pertes énormes avant la commercialisation. Les pertes sont dues au manque de prophylaxie qui est souvent inaccessible ou méconnue, aux vols et aux prédateurs. Par ailleurs, la faible productivité liée aux faibles potentialités génétiques de la race locale et au système d'élevage. Toutefois, cette race incarne des valeurs qui sont sa résistance aux dures conditions d'élevage (**Gaye, 2004 citée par Teno, 2009**).

En Algérie, comme dans les autres pays de Maghreb, l'aviculture traditionnelle représente, jusqu'aux années 1960, la seule source de produits avicoles, mais le développement du secteur industriel a entraîné la marginalisation progressive du secteur traditionnel.

Mahammi et al. (2014), ont fait des enquêtes dans 48 élevages répartis sur les 9 wilayas de la région de l'Oranie afin de caractériser les populations de poules locales et leur mode d'élevages. Ces auteurs ont montré que le but de l'élevage traditionnel des poules dans les régions étudiées est rarement l'autoconsommation seule (17,3 % des cas) mais le plus souvent une association entre l'autoconsommation et la vente des œufs (30,8 % des cas) ou bien entre la vente des œufs et de sujets vivants (51,9 % des cas). Les prix moyens pratiqués sont de 820 DA (7,32 euros) pour le mâle adulte et 650 DA (5,81 euros) pour la femelle. Le prix moyen de vente de l'œuf est de 20 DA (0,17 euro).

1.2.3 Elevage moderne

En Algérie, la filière avicole est largement dominée par l'aviculture moderne intensive, exploitant des souches hybrides sélectionnées dans un système industriel.

Ce type d'élevage demande des moyens financiers plus conséquents que le précédent. Les opérateurs dans ce domaine sont ceux qui disposent de ces moyens financiers ou qui ont un accès au crédit. Dans ce type d'élevage on fait plus attention à l'alimentation et au contrôle des maladies et on élève des poulets et les poules pondeuses à des fins commerciales, les volailles élevées sont de races améliorées d'origines étrangères. Ce type d'élevage est un grand consommateur d'intrants dont certains sont importés comme les intrants dans la production d'aliments et les produits vétérinaires (**Anonyme 1**).

L'aviculture moderne ou semi-industrielle utilise des souches génétiquement, améliorées et surtout sensibles aux conditions d'élevage comme la Cobb 500 (**NGOM, 2004**).

1.3 Modes d'élevage

L'élevage de la volaille est intensif, mis à part quelques élevages traditionnels de faibles effectifs. Il existe deux types de productions : poulet de chair, poules pondeuses en vue de la production d'œufs de consommation. L'élevage de la volaille peut se faire de trois manières : en batterie, au sol ou mixte : sol-batterie (**Djerou, 2006**).

1.3.1 Elevage au sol

Ce mode d'élevage peut être intensif ou extensif.

❖ Elevage intensif

Il se fait pour le poulet de chair de grand effectif. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures de Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (M.A.R.A.) qui a créé l'Office Nationale des Aliments de bétail (O.N.A.B.) et groupe Avicole l'O.R.AVI (**O.R.AVI, 2015**).

Depuis les années 80, l'Etat a adopté une stratégie basée sur l'artificialisation du secteur avicole. Ce dernier devient le plus intensif de toutes les productions animales, que soit pour la viande ou pour l'œuf de consommation, il est basé sur l'exploitation des souches exotiques importées (**Feliachi, 2003**).

❖ Elevage extensif

Il s'agit d'un système d'élevage à l'air libre, dirigé par des méthodes traditionnelles, représenté essentiellement par l'élevage familial (de basse-cour) et aussi par celui des fermes. Le cheptel à faibles effectifs est constitué par des poulets locaux (**Njue, et al., 2002**).

Cet élevage se pratique pour les poules pondeuses, il s'agit surtout des élevages familiaux de faible effectifs et il s'opère en zone rurale. C'est un élevage qui est livré à lui-même, généralement aux mains de femmes, l'effectif moyen de chaque élevage fermière est compris entre 15 et 20 sujets, les poules sont alimentées par du seigle, de la criblure, de l'avoine et des restes de cuisine. Elles sont élevées en liberté et complètent leur alimentation autour de la ferme. Les poules sont destinées à la consommation familiale ou élevées pour la production des œufs (**Belaid, 1993**).

❖ **Elevage en batterie**

L'élevage intensif des volailles en batterie (**Figure 3**) est depuis longtemps au cœur d'un débat concernant le bien-être et la qualité des animaux ainsi élevés. De fortes densités de population et/ou des espaces de vie parfois extrêmement réduits entraînent des risques sanitaires indéniables, débouchant sur l'utilisation d'antibiotiques en quantités non négligeables.

Les conditions de vie des poulets et poules pondeuses de batterie ne répondent pas à chacun des cinq principes fondamentaux définis en matière de bien-être animal à savoir l'absence de douleur, de lésion ou de maladie ; l'absence de stress (climatique ou physique) ; l'absence de faim, de soif ou de malnutrition ; l'absence de peur et la possibilité pour l'espèce d'exprimer ses comportements naturels (**GENT**).



Figure 3 : des poulets en batterie

❖ **Elevage mixte**

Il utilise les avantages des deux modes d'élevage cités précédemment. Le démarrage de 0 à 6 semaines se fait au sol. Les poussins ont une grande rusticité qui sera ressentie en deuxième phase. Finition en batterie : dans cette phase, l'éleveuse n'est plus indispensable. Cette méthode d'élevage se justifie par l'insuffisance de locaux pour l'élevage au sol pendant 03 mois surtout pour les grands effectifs, et par l'impossibilité d'une installation complète en batteries (**Belaid, 1993**).

1.4 Acteurs de la filière et circuit de distribution

La **Figure 4** montre la complexité des activités et la diversité des intervenants le long de la filière avicole en Algérie. Elle montre la coexistence des secteurs privé et public intervenant à tous les niveaux de la filière (la commercialisation des produits vétérinaires, la fabrication du matériel avicole, la production et la commercialisation des intrants avicoles : aliments, œufs à couver, poussins "chair", poulettes démarrées, l'élevage avicole, l'abattage et la commercialisation des produits avicoles), alors que les entreprises publiques (EPE ONAB - SPA et Groupes Avicoles Régionaux) sont surtout présentes dans les activités d'amont. La filière est aussi marquée par une forte présence d'institutionnels et d'organismes sanitaires et de contrôle de la qualité (**Kaci et Cheriet, 2013**).

Les facteurs de production qui sont destinés à la filière sont presque totalement importés et les enveloppes qui lui sont consacrées annuellement sont très importantes. Pour le seul poste «matières premières» destinées à la fabrication des aliments, et seulement pour les deux matières dominantes dans la formule, à savoir le maïs et le soja, la valeur des importations enregistrée en 2010 est de l'ordre de 1,080 milliards de dollars US, soit 13 % du total des importations agroalimentaires algériennes, estimées à 8,614 milliards de dollars en 2010 (**Kaci et Cheriet, 2013**)

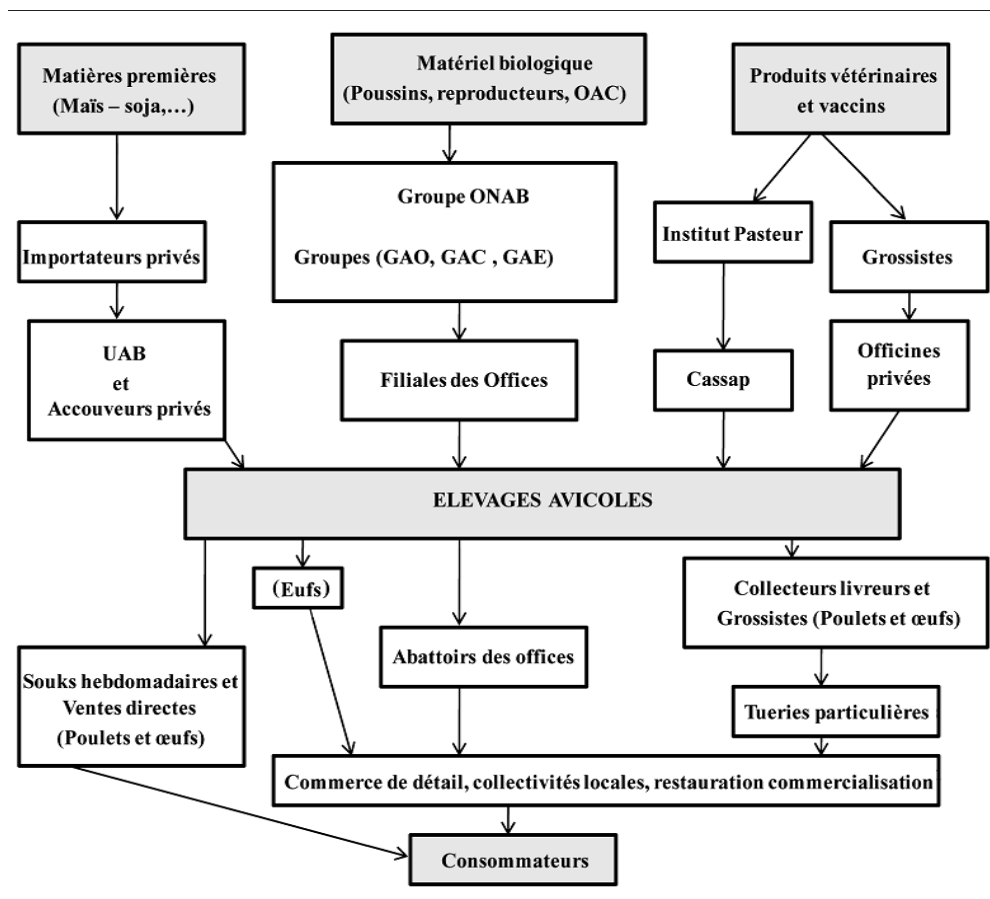


Figure 4 : Diagramme d'organisation de la filière avicole en Algérie (Kaci et Cheriet, 2013)

1.5 Phases d'élevage du poulet de chair

L'élevage du poulet de chair comprend 3 phases selon **FAO (2009)** :

- ✓ Une phase de démarrage du 1^{er} au 10^{ème} jour pendant laquelle les sujets sont véritablement à l'état poussin.
- ✓ Une phase de croissance du 11^{ème} au 30^{ème} jour
- ✓ Une phase de finition à partir du 31^{ème} jour

a/ Phase de démarrage

Cette phase est une période critique et délicate pour des poussins immatures développant encore leurs capacités digestives et immunitaires pendant ces premiers jours. Le poids à 7 jours d'âge est le meilleur prédicteur du poids à l'abattage. La mortalité est plus importante pendant la période de démarrage. Selon une étude norvégienne menée dans 1 664 lots de poulets, la mortalité moyenne de la première semaine était de 1,54 % vs 0,48 % de 2 à 5 semaines d'âge. Cette période de démarrage a également été identifiée comme une période à risque pour l'usage des antibiotiques (ITAVI, 2017).

b/ phase de croissance et finition

L'habitat des volailles doit être protégé des vents et ne doit pas avoir de fortes variations de températures. Selon les implantations de poulaillers, des haies peuvent être nécessaires pour protéger des vents. Les bâtiments doivent être éclairés mais surtout avec de la lumière naturelle. Le sol doit être sain et non humide (le renouvellement de paille). La densité moyenne dans les bâtiments pour volailles de chair est : 10 volailles/m² dans des bâtiments fixes (avec un maximum de 21 kg de poids vif/m²) et 16 volailles/m² dans des bâtiments mobiles (avec un maximum de 30 kg de poids vif/m²) (**Civam bio 09**).

L'objectif d'un élevage de poulet de chair est de produire un poulet à un poids élevé dans les délais les plus courts avec le moins de mortalité possible. En général, l'on parvient dans de bonnes conditions à produire des poulets de 1,8 à 2 kg de poids vif au bout de 45 jours avec 4 kg d'aliment. Le taux de mortalité acceptable est de 6% (**MADR, 2004**).

1.6 Conduite d'élevage

Comme la plupart des espèces avicoles, les poules sont de petite taille, ce qui a pour conséquence immédiate de réduire les coûts, notamment de construction des bâtiments, et de faciliter les manipulations pour l'élevage et l'abattage. Cette facilité d'élevage a sans doute constitué l'une des clés du développement de la filière avicole, en permettant de mettre aisément en place des dispositifs expérimentaux de comparaison de régimes alimentaires ou de mode d'élevage (**INRA, 2004**).

1.6.1 Le vide sanitaire et désinfection

Le vide sanitaire consiste à laisser le bâtiment vide après la désinfection sans humain et sans oiseau pour une période minimum de 7 jours et au mieux de 10 jours (**Socodevi, 2013**). L'exploitation plus ou moins intensive des volailles favorise les infections virales, bactériennes, parasitaires, qui entraînent morbidité, pertes économiques. Il y a au mieux, baisse des performances, au pire, maladies cliniques graves.

La seule façon de briser le cercle infernal de l'infection est d'appliquer à chaque fin de bande un nettoyage méticuleux suivi d'une première désinfection avant vide sanitaire, puis d'une deuxième désinfection (souvent par voie aérienne) après la remise en place du matériel, lui-même nettoyé et désinfecté, et de la litière (**Jean-luc et al., 2011**).

En élevage de poulet de chair, la pratique de la bande unique (un seul âge et une seule souche par ferme) de façon à respecter le système « tout plein – tout vide » constitue

la règle d'or de l'élevage. Les équipements doivent être lavés et désinfectés entre le départ et la mise en place d'une bande suivant ses étapes :

- Evacuation de la litière ;
- Evacuation du matériel amovible ;
- Dépoussiérage du bâtiment ;
- Mouillage et trempage à grande eau pour que les particules dures s'amollissent ;
- Décapage et nettoyage du bâtiment ;
- Rinçage ;
- Désinfection de tout le matériel, y compris celui se trouvant dans le magasin, avec une solution non corrosive, après son humidification avec une eau contenant un détergent ;
- Désinfection du sol, bacs et circuits d'eau
- Laisser le bâtiment vide pendant au moins 15 jours (repos sanitaire) (ITELV, 2009).

1.6.2 Densité et normes d'équipements

La densité qui définit le nombre de sujets par unité de surface est un paramètre important que l'aviculteur doit contrôler durant les différentes phases d'élevage, Il faut signaler par ailleurs que des densités excessives entraînent des baisses de performances.

La densité d'élevage est déterminée par un certain nombre de paramètres qui peuvent être des facteurs limitants : les normes d'équipement, la qualité du bâtiment et les facteurs climatiques. Par exemple, l'hiver, en période froide une isolation insuffisante ne permettra pas d'obtenir une température et une ambiance correcte. Dans ce cas, la litière ne pourra pas sécher, elle croûtera. Par contre, en période chaude, les facteurs limitant seront l'isolation, la puissance de ventilation, la vitesse de l'air et la capacité de refroidissement de l'air ambiant. Il est parfois nécessaire de réduire la densité pour maintenir soit une litière correcte, soit une température acceptable (Hubbard, 2015). La densité d'élevage varie selon les phases physiologiques des poulets selon MAEP et FAO (2009), elle est comprise entre :

- Phase de démarrage (Poussin de 1 à 15 jours) : 20 à 30 poulets /m².
- Phase de croissance (15 à 30 jours) : 15 à 20 poulets/m².

- Phase de finition (30 à 45 jours) : 10 poulets/m². Le **Tableau 4** montre la densité des poulets par poids vif.

Tableau 4 : Densité des poulets par poids vif (**HUBBARD, 2015**)

Poids vif (KG)	Densité (sujets/m ²)
1.0	26.3
1.2	23.3
1.4	21.0
1.6	19.2
1.8	17.8
2.0	16.6
2.2	15.6
2.4	14.7
2.7	13.5
3	12.6

1.6.3 Conduite alimentaire

La formulation des aliments consiste à choisir un ensemble de matières de façon à concevoir un aliment composé, qui satisfait les besoins de l'animal considéré en fonction de l'âge, du sexe et du type de production, tout en minimisant le coût de celui-ci (**Ferrah, 1996**).

Les aliments du commerce peuvent se présenter sous 3 formes différentes : farine, granulés de différentes tailles ou miettes de différentes tailles. L'aliment de démarrage du commerce est généralement fourni sous forme de miettes ou de farine. Le mélange de matières les plus et les moins appétentes et de minéraux permet de limiter le tri par les animaux. Les aliments de croissance et de finition sont généralement présentés en miettes ou granulés (**Moriniere, 2014**). Les aliments en granulés ou extrudés sont généralement plus facile à gérer par rapport à l'aliment en farine. D'un point de vue nutritionnel, les aliments conditionnés démontrent une amélioration notable en terme de niveau de performance et de croissance par rapport à de l'aliment en farine (**Cobb, 2010**).

Au démarrage :

On place un plateau ou mongeoire et un petit abreuvoir siphonide (2 à 5 litre) pour 100 poussins (Figure 5).



Figure 5 : Le matériel d'alimentation et d'abreuvement (démarrage) (ITAVI, 2009)

❖ **En croissance et finition**

On place une trémie cylindrique de 50 litres d'aliment pour 60 poulets et un abreuvoir en cloche pour 160 poulets.

1.6.4 Les facteurs d'ambiance

Les cinq variables qui ont le plus d'importance pour la santé et le rendement zootechnique des oiseaux sont : la température, l'humidité, la ventilation, la litière et la densité (Figure 6) (ITAVI, 2001).

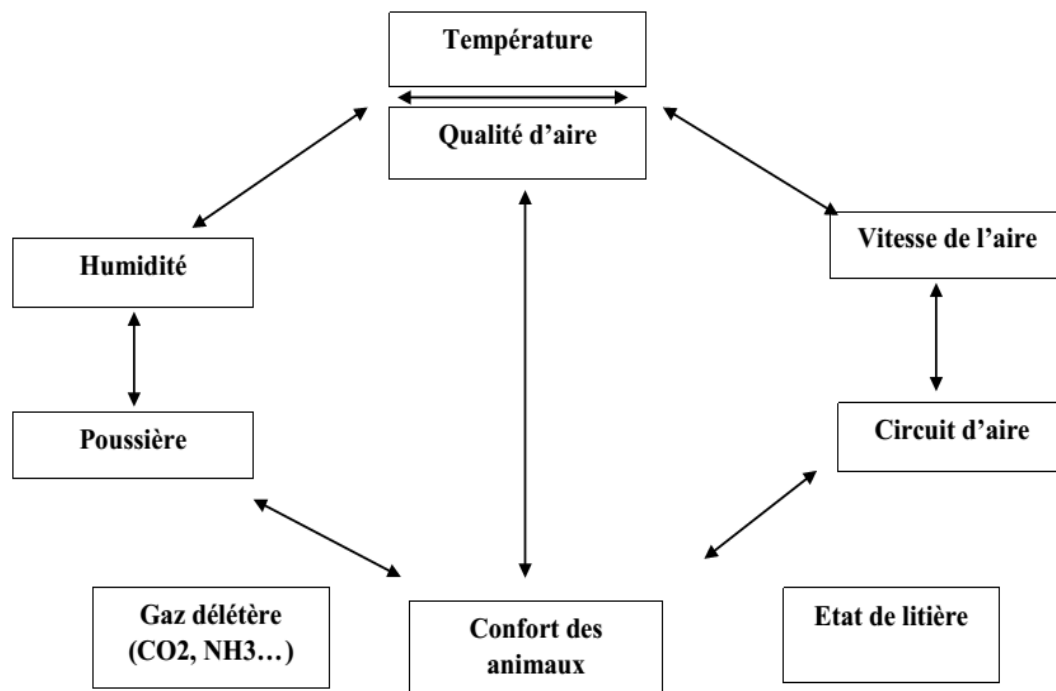


Figure 6 : Les paramètres qui définissent l'ambiance dans un bâtiment d'élevage de poulet de chair (ITAVI, 2001).

❖ Température

Les oiseaux ont développé des systèmes et un centre de régulation thermique ; ce dernier assure, par voie nerveuse et humorale, leur adaptation à la température ambiante (Kolb, 1975). La température doit être maîtrisée particulièrement durant les premiers jours du poussin. En effet, ces jeunes animaux ne règlent eux-mêmes la température de leur corps qu'à l'âge de 5 jours et ils ne s'adaptent véritablement aux variations de température qu'à partir de deux semaines (Tableau 5) (ITAVI, 2001). La température a une influence importante sur la consommation de moulée. S'il fait trop chaud, les poussins ne mangeront pas suffisamment et prendront ainsi du retard dans leur croissance. Par contre, s'il fait trop froid, les poussins mangeront plus mais ne prendront pas plus de poids pour autant. Ce qui représente une dépense additionnelle en nourriture (Socodevi, 2013).

Tableau 5 : Températures ambiante du poulet de chair au cours d'élevage (**Njonga, 2011**)

Age (jour)	Température ambiante (°C)
1-7	30-34
8-14	30-32
15-21	28-30
22-28	26-28
29-35	24-26
36-42	22-23
43-49	21-22

❖ La litière

La litière peut être définie comme un « lit de paille ou d'autres matières végétales, souple, isolant et absorbant, qu'on étend dans les bâtiments d'élevage pour servir de couche aux animaux » (**Larousse, 2009**).

Pour les volailles de chair, l'élevage se fait au sol sur litière. La litière doit toujours être propre, sèche et souple : cela va conditionner la qualité du plumage des volailles, éviter les ampoules au bréchet et les altérations des coussinets plantaires (**ITAVI, 2009**). La litière peut être de la paille. La paille hachée ou les copeaux ont une capacité d'absorption de l'eau plus importante et sont préférables. Il faut 10 à 15 cm d'épaisseur de litière au démarrage (**ITAVI, 2009**).

❖ La ventilation

La ventilation compte parmi les facteurs les plus délicats à maîtriser pendant les premiers jours d'âge. L'objectif est d'approvisionner les animaux en oxygène et d'évacuer l'excès de chaleur et d'humidité, ainsi que les gaz nocifs. Toutefois, en raison des exigences de température pendant le démarrage, il convient de garder une ambiance chaude dans le bâtiment. Ainsi, une ventilation minimale est requise (**Adjou et Kaboudi, 2013**). Les poulets sont sensibles aux courants d'air pour 4 raisons : apporter l'oxygène nécessaire à la vie des animaux, évacuer les gaz provenant de la fermentation de la litière, éliminer les poussières et réguler l'ambiance du bâtiment au niveau de la température et de l'humidité (**Amadou, 1995**). La

capacité de ventilation est déterminée par les besoins de renouvellement d'air, exprimés en m^3/kg vif/h. Ces besoins peuvent varier de 0,1 à 6 m^3/kg vif/h. Ils sont fonction des critères physico-chimiques qui composent l'ambiance (la chaleur, l'humidité, l'ammoniac, le gaz carbonique, et l'oxygène). Pour ce qui est de la vitesse d'air, notons que par manque de thermorégulation, les oiseaux non emplumés sont très sensibles aux vitesses d'air élevées. Aussi, la vitesse d'air maximale au démarrage doit être maintenue entre 0,1 à 0,2 m/sec (**Jacquet, 2007**).

- ❖ **Humidité** : l'humidité à l'intérieur du poulailler a une grande incidence sur les possibilités de refroidissement corporel des animaux. En effet, quand ceux-ci ont chaud, ils commencent par augmenter leur ingestion d'eau, puis ils écartent leurs ailes et recherchent la fraîcheur du sol (**Traoré, 1995**). L'humidité favorise la croissance optimale des agents infectieux et infectants. Lorsqu'un poulet est soumis à un environnement à forte humidité, il devient plus réceptif aux maladies que celui qui n'est pas dans le même cadre de vie. Le taux d'humidité normatif à l'intérieur des bâtiments est compris entre 55 et 70 % (**Didier, 1996**).
- ❖ **Eclairage** : l'intensité lumineuse doit être élevée le premier jour afin de faciliter l'accès à l'aliment et à l'eau. La lumière permet en effet aux poussins de repérer les points d'alimentation et d'abreuvement. Toute coupure ou toute baisse de l'intensité lumineuse peut provoquer l'entassement des animaux. C'est pourquoi, dès le premier jour d'âge, un éclairage continu est requis, 24 heures sur 24 heures, avec une intensité lumineuse de 30 à 50 lux/m^2 , afin de stimuler le dynamisme des oiseaux (**Adjou et Kaboudi, 2013**). Le niveau d'éclairage peut être obtenu par l'utilisation de la lumière naturelle et/ou par un éclairage artificiel, ce dernier sera utilisé en complément de la lumière naturelle lorsque l'éclairage sera insuffisant à l'intérieur du bâtiment durant la nuit ou par temps sombre (**ITAVI, 2013**).

1.6.5 Préparation de la poussinière

Après le vide sanitaire, le bâtiment devra être préparé d'avance avant l'arrivée des poussins pour assurer un bon démarrage. Ainsi, les opérations à effectuer 2 jours avant l'arrivée des poussins sont :

- ✓ Installer la garde en délimitant une partie du bâtiment à l'aide d'un isorel ou des bottes de paille sur une hauteur de 50 à 60 cm pour que les poussins ne s'éloignent pas de la source de chaleur et aussi réaliser une économie d'énergie et de paille. La densité prévue est de 40 à 50 poussins par m^2 .

- ✓ Etaler la litière à base de paille ou de copeaux de bois sachant que la quantité à mettre en place varie de 4 à 5 kg par m² sur une épaisseur de 5 à 8 cm pour un démarrage en été et au printemps et 8 à 10 cm pour un démarrage en automne et en hiver ;
- ✓ Pulvériser une solution antifongique ;
- ✓ Remettre en place le matériel premier âge tout en vérifiant son fonctionnement ;
- ✓ Réaliser une deuxième désinfection lorsque tout le matériel est en place,
- ✓ Allumer les sources de chauffage et surveiller leur bon fonctionnement (**Hubbarde, 2015**).

1.7 Pathologies liées à l'élevage de poulet de chair

1.7.1 Maladie digestif de poulet

Parmi les maladies, les plus répandus, qui touche le tube digestif de poulet de chair est la coccidiose. Les coccidioses au sens large sont des sporozoaires, c'est-à-dire des organismes parasites composés d'une seule cellule et agents d'affection diverses. Le plus souvent la coccidiose intestinale à *Eimeria acervulina* ou la coccidiose caecale à *Eimeriatenenlla*. Outre les conséquences économiques liées à une moindre efficacité alimentaire et à l'éventuelle mortalité, les coccidioses sont un facteur prédisposant des entérites à *clostridium perfringens* du fait des lésions intestinales provoquées et de la production de mucus, qui convient bien aux clostridies qui sont des bactéries mucolytiques (**Jean-luc, 2011**).

1.7.2 Maladies bactériennes

La mycoplasmoses (*Mycoplasma gallisepticum*) s'exprime lors d'un stress quelconque (manipulation, vaccination,...etc.). Elle complique souvent une maladie virale d'expression respiratoire : bronchite infectieuse, new-castale, influenza faiblement pathogène, voire une vaccination à virus vivants (Newcastle, notamment) (**Jean-luc, 2011**).

1.7.3 Maladies virales

Coronavirose de la poule le coronavirose de la bronchite infectieuse de la poule comprend de nombreux sérotype, et l'existence de virus à tropisme respiratoire, rénal ou génitale amène à parler beaucoup plus de coronavirose infectieuse, terme bien plus limitatif (**Jean-lucGuéin 2011**).

Le **Tableau 6** représente les principales maladies qui touchent le poulet de chair

Tableau 6 : Causes et exemples de maladies de la volaille (Sonaiya et Swan, 2004).

Agent causal	Exemple
Infectieux :	
Virus	Maladie de Newcastle, encephalomyélite aviaire, variole, maladie de Marek, Bronchite infectieuse, laryngo-trachéite infectieuse, maladie de Gumboro (bursite infectieuse).
Mycoplasme	Maladie respiratoire chronique,
Bactérie	Choléra (Pasteurellose), salmonellose, pullorose, typhose, sinusite infectieuse, colibacillose
Parasites	Externes : puces, poux, tiques Internes : nématodes, hémoparasites, cestodes, trématodes, Protozoaires : coccidiose, histomonose
Champignons	(toxines) <i>A. fumigatus</i> (airsaculite) Aspergillose : <i>A. flavis</i>
Non-Infectieux	
Déficiences :	Rachitisme, doigts crochus, encéphalomalacie
Intoxications :	Empoisonnement par le sel, intoxication alimentaire (botulisme <i>Clostridium botulinum</i> et <i>C. perfringens</i>) plantes vénéneuses.

Chapitre 2

Alimentation de poulet de chair

2.1 Généralités

Les aliments apportent aux animaux les substances nutritives dont ils ont besoin. Un aliment unique est généralement incapable de faire face, seul, à l'ensemble des besoins. C'est la raison pour laquelle plusieurs aliments sont associés au sein d'une ration (**Zitari, 2008**). Pour les animaux d'élevage, l'aliment devra apporter assez de nutriments pour répondre aux besoins de production (œufs ou viande). L'aliment peut se présenter sous différentes formes : matières premières, aliment composé (mélange d'au moins deux matières premières), aliment complet (aliment composé qui, en raison de sa composition, suffit à couvrir les besoins journaliers) ou aliment complémentaire (conçu pour compléter des matières premières distribuées à l'animal, par exemple des céréales (**Itab, 2015**)).

2.2 Matières premières

L'alimentation de volaille est basée essentiellement sur les céréales comme source d'énergie (**Tableau 7**). Plusieurs céréales sont utilisées comme le maïs, le blé, l'orge, l'avoine, le millet et le triticale. Mais le maïs reste la céréale la plus utilisée grâce à sa valeur alimentaire, disponibilité et prix raisonnable. Les tourteaux des oléagineux, des sous-produits de l'extraction des huiles à partir des graines oléagineuses, sont les plus utilisés dans l'alimentation de poulet de chair comme source de protéine. Cette dominance des tourteaux dans l'alimentation de volaille est expliquée principalement par leur richesse en protéine (jusqu'à 50 %), leur disponibilité et leur prix plus accessible que les autres sources comme les protéagineux et la farine de poisson (**Tableau 8**).

2.2.1 Sources d'énergie

- **Maïs** : le maïs est la céréale la plus utilisée dans l'alimentation de poulet de chair (**Figure 7**). Il est très apprécié grâce à sa valeur énergétique élevée parmi les céréales, il est de 3925 kcal/kg brut. En effet le maïs contribue approximativement par 65 % de l'énergie métabolisable et 20 % des protéines brutes d'un régime de démarrage des volailles (**Beghoul, 2015**). Le maïs présente d'une manière générale une excellente digestibilité. Ceci s'explique par la bonne digestibilité de l'amidon et des protéines, sa faible teneur

en cellulose (2,5 % de MS) et l'absence de facteurs antinutritionnels tels que les tanins. La teneur moyenne en nutriment digestible total (TDN) du maïs est de 80,75 % (Ferrando, 1969 citée par Kouamé, 2012).

Le maïs présente l'inconvénient d'avoir des facteurs antinutritionnels (phytine, inhibiteur tryptiques et lectines) et une digestion incomplète de l'amidon par les volailles, ce qui nécessite l'ajout des enzymes pour faciliter cette digestion (α -amylase, maltase et iso-maltase (Beghoul, 2015).

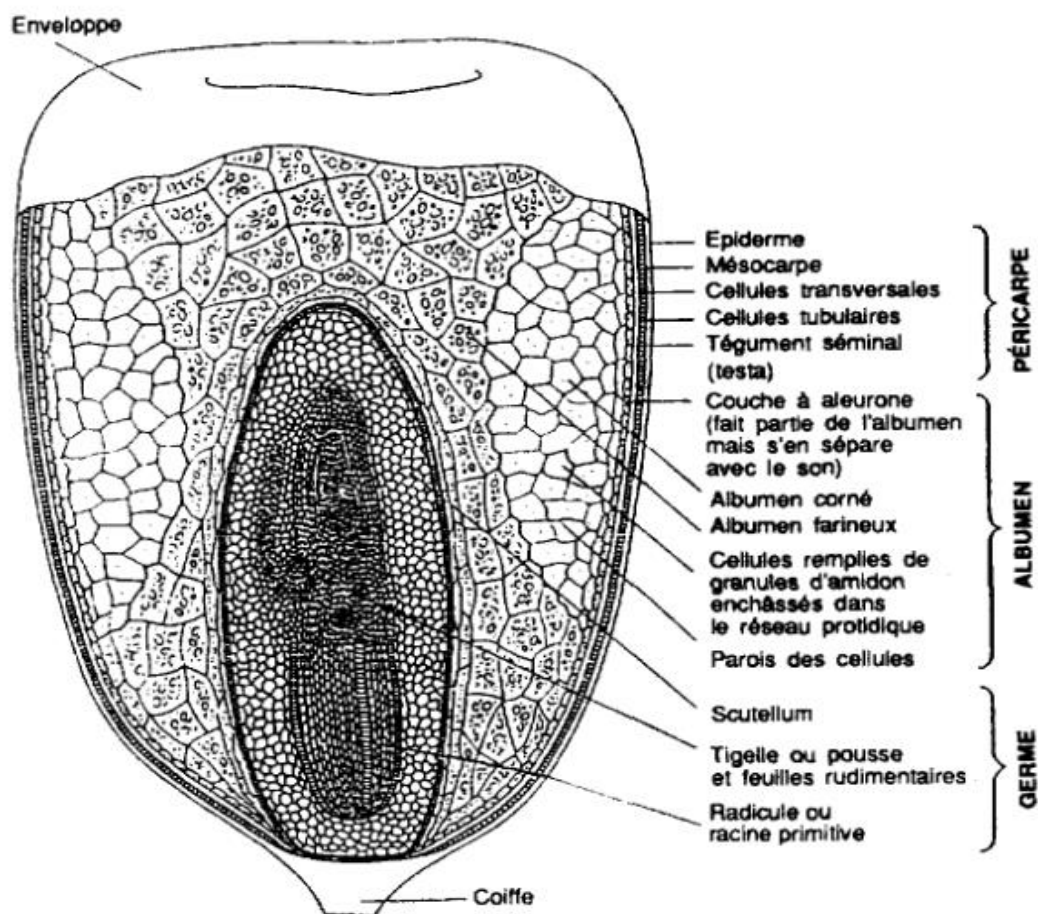


Figure 7 : Structure d'un grain de maïs : coupe longitudinale agrandi environ 30 fois (Kenzi et Wahaj, 2015)

- **L'orge :** L'orge a une teneur en matières grasses moins élevée que celle du maïs, du sorgho ou de l'avoine. Les teneurs moyennes varient de 1,5 à 2,5 %. L'orge demeure une céréale relativement pauvre en protéines par rapport au blé ou au triticale mais sa teneur reste supérieure à celle du maïs. La teneur en protéines est influencée par la variété, et son mode de culture. Les protéines de l'orge présentent un profil en acides aminés mieux adapté aux besoins des animaux que celui du maïs ou du blé. Les teneurs en calcium et

en sodium sont légèrement supérieures à celles du maïs. La teneur énergétique de l'orge est l'une des moins élevées parmi les céréales usuelles. Le taux de fibres élevé des graines de céréales contribue à leur faible valeur énergétique. Les principaux facteurs antinutritionnels des orges sont les bêtaglucanes (**Bamouh, 1999**).

- **Le blé** : le blé est utilisé en alimentation aviaire. Il peut substituer entièrement le maïs dans les rations des monogastriques. Cependant, ses quantités variables de pentosanes sont difficilement digérées et confèrent au blé une texture poudreuse, d'où le besoin de granuler les rations à haut pourcentage de blé. Le grain de blé est constitué de :
 - L'enveloppe : 14 à 15 % le péricarpe la bande hyaline et l'assise protéique (60 % du poids de l'enveloppe). Cette partie est riche en matières grasses et en minéraux essentiels.
 - Le germe : 1,4 % c'est la partie vitale puisqu'elle est très riche en matières grasses et azotées nobles et est un véritable complexe vitaminique (B1, B2, B6, B9 et E).
 - L'albumen (ou amande) : qui représente 83 à 85 %. Il est principalement composé d'amidon (plus de 70 %), d'un peu de gluten (7 %) et encore moins de matières minérales (0,6 %), mais les proportions de cette composition sont légèrement modifiées selon la dureté et la variété du blé (**Beghou, 2015**).

Tableau 7 : Valeur alimentaire de quelques matières premières utilisés comme source d'énergie dans l'alimentation de volaille (**INRA CIRAD, 2020**).

Aliments	MS %	MAT %	CB %	MGr %	MM %	Lignine %	Amidon %	Sucres %	EB MJ/kg
Avoine	87.6	9.4	11.5	4.7	2.5	2.3	36.8	1.3	17
Blé dur	87.8	14.4	2.7	1.8	1.9	1.1	55.8	2.8	16.2
Blé tendre	86.9	11	2.4	1.4	1.5	1	60	2.6	15.8
Maïs	86.3	7.6	2.3	3.6	1.2	0.5	63.8	1.7	16.1
Millet commun	90.6	12.9	6.7	5.1	3.6	2.1	58.2	1.7	17.5
Orge	87.2	9.9	4.7	1.6	2.2	1.1	52.3	2.2	16
Seigle	86.7	8.5	2	1.2	1.8	0.9	53.7	3.1	15.6
Sorgho	87.8	9.3	2.4	2.9	1.9	1	64.6	1.1	16.5
Triticale	86.8	10	2.5	1.2	1.8	1	58.8	3	15.7

MS : matière sèche, MAT : matière azoté totale, CB : cellulose brute, MGr : matière grasse, MM : matière minérale, EB : énergie brute.

- **Sorgho** : le sorgho a une forte teneur en amidon (70 % MS), une proportion non négligeable en matière grasse (environ 3,3 % MS) et est légèrement plus riche en protéines que le maïs (11,4 % MS). De même, il est presque dépourvu de calcium (0,03 % MS) et la disponibilité de son phosphore est faible (0,06 % MS). Le principal problème du sorgho réside dans la variabilité de sa teneur en tanins, qui entraîne l'augmentation de l'amertume de l'aliment, provoquant chez la volaille une diminution de la digestibilité des nutriments de l'aliment, en particulier les protéines (**Kocoun, 2012**).

2.2.2 Source d'azote

- **Tourteau de soja** : il s'agit du sous-produit de l'extraction de l'huile des graines oléagineuses du soja. C'est une matière première pauvre en matières grasses. Le tourteau de soja est la principale matière protéique utilisée en alimentation des volailles comme source de protéines /d'acides aminés (taux protéique de l'ordre de 30 à 50 %) (**Zitari, 2008**). La composition du tourteau de soja (sur matière brute) retenue est de 44 % de Matières Azotées Totales (MAT), 7 % de Matière Grasse (MG) et 6 % de Cellulose Brute (CB). Son taux d'humidité est de 5 % (**Patricia et al., 2015**).
- **Tourteaux de colza et de tournesol** : les tourteaux de colza, et de tournesol présentent des équilibres nutritionnels moins propices que le tourteau de soja : taux protéique plus bas et profil en acides aminés plus ou moins équilibré, valeur énergétique plus faible et pour le colza uniquement, présence éventuelle de facteurs antinutritionnels (**Bouvarel et al., 2014**).
- **Les protéagineux** : les protéagineux (pois, féverole et lupin) présentent, outre leur faible disponibilité sur le marché national, une teneur en protéines plutôt moyenne (20 à 34 % selon les espèces). La concentration en méthionine et plus globalement en acides aminés soufrés est très faible, surtout pour le lupin, eu égard à sa richesse en protéines, malgré une teneur en lysine abondante. La concentration énergétique (mesurée par sa teneur en énergie métabolisable) des trois protéagineux est moyenne et inférieure aux concentrations énergétiques d'un aliment destiné aux volailles, malgré leur teneur en amidon (**Bouvarel et al., 2014**).

Tableau 8 : Valeur alimentaire de quelques matières premières utilisés comme source de protéines dans l'alimentation de volaille (INRA CIRAD, 2020).

Aliment	MS %	MAT %	CB %	MGr %	MM %	Lignine %	Amidon %	Sucres %	EB MJ/kg
Tourteau d'arachide, cellulose brute < 9 %	89.2	49.3	6.8	2.3	6.3	2.9	6.9	9.5	18.1
Tourteau de cacao, huile < 5%	88.3	24.3	13.6	0.8	9.5	14.3	10.1	0.8	15.7
Tourteau de colza (canola), huile < 5 %	90.4	37	11.5	3.2	7	7.4	6.8	9.5	17.8
Tourteau de coprah, huile < 5 %	90.5	21.1	12.3	3.2	6.4	5.7	0.3	10	17
Tourteau de coton, cellulose brute < 15 %	92.2	42	9.6	9.4	6.7	4.9	2.9	4.6	20.2
Tourteau de pépins de raisin	88.3	10.3	42.9	1.4	3.5	40.1	2.2	0.6	17.3
Tourteau de sésame, huile > 5%	93.1	42	7.1	11.1	11.1	1.8	2	3.4	19.4
Tourteau de soja, huile < 5%, 48% protéine + huile	88	46.2	6	1.5	6.2	0.6	5	8.1	17.3
Tourteau de tournesol, huile < 5%, décortiqué	90.4	36.6	17.8	1.2	6.5	6.7	3.5	6.7	17.5

MS : matière sèche, MAT : matière azoté totale, CB : cellulose brute, MG : matière grasse, MM : matière minérale, EB : énergie brute.

2.2.3 Sous-produits alimentaires

- **Son de blé :** le son de blé est constitué de particules fines de pellicules de grains de blé, séparées au moment de la production de la farine panifiable. Il est plus riche en protéines que le blé entier, riche en phosphore, en vitamine du complexe B et en manganèse. Sa teneur en cellulose limite les possibilités d'incorporation dans les aliments pour la volaille à 10 % pour les animaux en croissance et à 15 % maximums chez les adultes (Cothenet et Bastianelli, 1999 citée par Medjnah, 2014).

- **Pulpes** : la pulpe de tomate est le résidu de tomate pressée pour l'extraction de jus (résidu de la fabrication du concentré et de jus de tomate). Elle est composée de peaux (46 %), pépins et pédoncules (54 %) et parfois mélangée à des feuilles de tomate. Les pulpes des tomates sont riches en parois cellulaires peu digestibles mais leur valeur énergétique bénéficie de leur forte teneur en matière grasse (11 % de matière sèche) (**Bouharoud, 2007**).
- **Le son de riz** : le son de riz tout à fait pur s'appelle commercialement vierge. Il a l'apparence d'une farine jaune rougeâtre, onctueuse et douce au toucher, d'odeur et de saveur douceâtre. La valeur alimentaire du son vierge est remarquable. Il contient en effet de 10 à 13 % de protéine, de 12 à 15 % de matière grasse, 35 % de matières extractives, et à peine de 7 à 9 % de cellulose (**Bonadonna, 1936**).
- **Les drêches** : les drêches de brasserie sont les résidus solides de la transformation de grains de céréales germés et séchés (malt) pour la fabrication de la bière et d'autres produits (vinaigre de malt ou extraits de malt). L'orge est la principale céréale utilisée en brasserie, tandis que le blé, le maïs, le riz et le sorgho sont également employés. Le produit est riche en protéines et en fibres, bien adapté à l'alimentation des animaux (**Cnc, 2017**).
- **La mélasse** : la mélasse est le déchet des unités de fabrication du sucre ; c'est un sous-produit utilisé en alimentation des animaux sous différentes formes et aspects. La mélasse est très appétent, grâce à ses sucres et ses sels, elle constitue un aliment dont la saveur et l'odeur stimulent l'appétit et favorisent la digestion. C'est un aliment de très haute valeur énergétique, du fait de sa richesse en glucides fermentescibles (60 à 65 % de glucides solubles dont la majorité est représentée par le saccharose). La mélasse se caractérise par un coefficient de digestibilité apparent voisin de 100 % (**Bouharoud, 2007**).

2.2.4 Additifs alimentaires

Les additifs utilisés en alimentation animale peuvent être classés en deux catégories principales (**Blain, 2002 citée par Saad, 2011**) :

- **Les additifs technologiques** : qui agissent directement sur l'aliment en modifiant ses propriétés physiques, son aptitude à la conservation (conservateurs, enzymes, gélifiants...).

- **Les additifs zootechniques** : qui vont agir directement sur l'animal, en améliorant ses performances zootechniques ou en prévenant les carences nutritionnelles ou certaines maladies parasitaires. Ces derniers se divisent en deux groupes : les nutriments rajoutés à l'état pur aux aliments, les non nutriments (nutriments acides aminés, vitamines, antibiotique ...).

- **Les enzymes additifs en volailles** : ce sont des enzymes qui ne sont pas produites par les animaux monogastriques (β -glucanases, pentosanases, phytases, protéases, lipases, amylases). Ces enzymes sont ajoutées dans l'alimentation pour :
 - inhiber l'action des facteurs antinutritionnels contenus dans les aliments et qui ont des effets délétères sur le processus de la digestion et la santé de l'animal ;
 - augmenter l'accessibilité des nutriments contenus dans les aliments par les enzymes endogènes de l'animal ;
 - pallier l'absence chez l'animal d'enzyme capable d'hydrolyser des liaisons chimiques particulières (**Juin, 2011**).

- **Anticoccidiens** : Chez le poulet, la prévention contre les coccidioses fait appel à des additifs « coccidiostatiques » ajoutés à leur alimentation ou à l'utilisation de vaccins anticoccidiens (**Repérant, 2013**).

2.3 Formulation des aliments composés

La formulation des aliments consiste à combiner plusieurs matières premières et compléments afin de satisfaire les besoins des animaux tout en garantissant le prix le plus faible par kg d'aliment fabriqué, les besoins de base sont l'énergie (énergie métabolisable), les protéines, le calcium le phosphore disponible et les acides aminés essentiels, souvent pour ces derniers, on ne tient compte que de la lysine et de la méthionine qui sont les plus limitants, (**Kenzi et Wahaj, 2015**).

La formulation doit fournir des aliments digestibles équilibrés, pour répondre au mieux aux besoins des animaux. Les apports protéiques sont exprimés en acides aminés digestibles. Le concept de protéine idéale est utilisé pour représenter un profil en acides aminés, qui permet de maximiser le critère de performance fixé (poids vif, indice de consommation, rendements PAC (carcasse prête à cuire) et filet), tout en limitant l'apport d'azote non retenu. Chaque matière première a son propre profil en acides aminés, ce qui lui confère plus ou moins d'intérêt lors de l'optimisation des aliments (**Herve, 2015**).

Selon **Beghoul (2015)**, la formulation des aliments en aviculture est une opération délicate qui nécessite de bonnes connaissances en nutrition et en alimentation. C'est pour cela qu'il est souvent conseillé de consulter un nutritionniste. Composer un aliment équilibré pour les poulets est une opération qui nécessite une bonne planification. Il convient de procéder de la manière suivante :

- Identifier (le ou les) type(s) d'aliment à composer,
- Identifier les besoins nutritifs correspondants à la classe d'âge des volailles dont on veut composer l'aliment,
- Répertorier les matières premières disponibles et leurs caractéristiques,
- Choisir la méthode de calcul à utiliser.

2.3.1 Besoin de poulet de chair

Le besoin alimentaire d'un animal peut se définir comme la quantité d'aliment équilibré qui lui est nécessaire pour avoir une production maximale de viande (poulet de chair) ou d'œufs (poule pondeuse) (**Ndoye, 1996**).

L'énergie contenue dans l'alimentation de la volaille s'exprime en unités d'énergie métabolisable par unité de poids (kJ/g). L'énergie métabolisable désigne la portion de l'alimentation l'oiseau a besoin pour produire chair et pour conserver ses fonctions vitales et sa température (**Smith, 1992**). Selon le même auteur, l'énergie de la ration alimentaire est en grande partie constituée de glucides et, dans une certaine mesure, de graisses ou d'acides aminés.

La valeur énergétique d'une ration est l'un des principaux facteurs déterminant l'efficacité de son utilisation. Il faut moins d'aliment pour élever un poulet de chair lorsqu'on utilise des rations à haute énergie plutôt qu'à faible énergie. L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de consommation et de la vitesse de croissance (**Azzouz, 2006**).

Les protéines sont les principaux constituants de la viande des poulets de chair. Elles sont constituées par l'enchaînement d'acides aminés qui sont utilisés par les volailles pour la reconstruction de nouvelles protéines servant à fabriquer des muscles pour le poulet de chair. Les acides aminés ne servant pas aux productions de muscle sont utilisés pour produire de l'énergie soit excrétés sous forme d'urates. Pour produire la viande, le poulet a besoin de certains acides aminés apportés par l'aliment en quantité bien définie « acides aminés limitant

». Il s'agit principalement de la lysine (1,15 à 1,3 g/100 g) et de la méthionine (0,65 à 0,75g/100 g) (**Franck, 1980 ; Lachapelle, 1995 ; Dayon et Arbelot, 1997**).

Le poulet de chair a des besoins minimum en matière grasse, et en particulier d'acide linoléique. Ce besoin est largement couvert par l'alimentation en particulier le maïs. Il n'est pas nécessaire d'ajouter de matières grasses à la ration, mais l'incorporation matière grasse riche en énergie permet d'atteindre des niveaux énergétiques élevés dans les aliments. Cependant, des limites technologiques existent au niveau des usines de fabrication, qui est limité à 6 % dans le régime (**Leclercq et Beaumont, 2000 citée par Sehad et Goucem 2017**).

Les vitamines jouent souvent un rôle dans le système enzymatique. A la différence des protéines, de l'énergie et de certains minéraux, la poule a besoin que dans de faibles quantités. Les quantités réellement nécessaires dépendent du régime, du taux de croissance, de la production, de la taille de l'oiseau et éventuellement aussi du climat. Un déséquilibre vitaminique peut provoquer des troubles sérieux (**Smith, 1992**). Une carence en vitamine risqué de provoquer des troubles graves. Les hautes températures entraînent une augmentation du besoin en vitamine A (**Nga ombede, 2009**).

Les principaux vitamines nécessaires dans l'alimentation de poulet de chair sont les vitamines de groupe B, E, D, K et A. ces vitamines sont généralement apportées dans l'alimentation en association avec les minéraux sous forme de complément minéralo-vitaminique (CMV).

Les minéraux interviennent dans la constitution du squelette (os et cartilages), de certains éléments de soutien (tendons et ligaments) et dans l'équilibre osmotique. Ces minéraux constitués principalement par le calcium, le phosphore, le sodium et le chlore sont faiblement représentés dans les aliments d'origine végétale. Il faut donc généralement faire appel aux compléments minéraux pour couvrir les besoins. Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (**Boussaâda, 2016**). Les oligo-éléments contribuent à l'édification de l'organisme. Ce sont des éléments minéraux essentiels pour les volailles mais seulement en quantités faible (fer, cuivre, zinc, sélénium, manganèse, cobalt et iode) (**Azzouz, 2006**).

La cellulose, constituant principal des tissus de soutien des végétaux, a une importance faible chez le poulet de chair. Il est souhaitable de ne pas dépasser 5 % de cellulose brute dans

l'aliment, pour éviter des accidents de transit et une mauvaise utilisation de la ration (**Pangui, 2011**).

Le corps de poulet contient environ 60 % d'eau. La présence d'eau dans l'organisme est essentielle pour l'absorption des nutriments et l'élimination des matières toxiques. L'eau est également essentielle pour la régulation de la température corporelle de l'oiseau élevé dans un environnement chaud (**Smith, 1992**). Une sous consommation d'eau provoque une baisse de la consommation alimentaire et la réduction du gain de poids. Cela peut être dû à un problème d'appétence (solution médicamenteuse, maladie, densité élevée), ou à une insuffisance d'abreuvoirs (**Kokoun Kouamé, 2012**). Les besoins alimentaire de poulet de chair sont représentés dans le **Tableau 9**

Tableau 9 : Apports recommandés à différents stades de vie en protéines, acides aminés et en minéraux (% du régime) en fonction du niveau énergétique de la ration (kcal d'EM/kg) chez le poulet de chair (**INRA ,1989 citée par Cherif Abderahim, 2013**).

Stades	Démarrage			Croissance			Finition		
	2900	3000	3100	2900	3000	3100	2900	3000	3100
Energie	2900	3000	3100	2900	3000	3100	2900	3000	3100
Protéines brutes	21,5	22,2	23,0	19,6	20,4	21,0	18,2	18,9	19,5
Lysine	1,12	1,16	1,20	0,98	1,02	1,05	0,84	0,87	0,90
Méthionine	0,47	0,48	0,50	0,43	0,44	0,46	0,38	0,39	0,40
A. A. soufrés	0,84	0,87	0,90	0,75	0,77	0,80	0,69	0,71	0,73
Calcium	1,00	1,03	1,06	0,90	0,93	0,97	0,80	0,83	0,87
Phosphore total	0,67	0,68	0,69	0,66	0,67	0,68	0,60	0,61	0,62
Sodium	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	0,17
Chlore	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15

2.3.2 Choix des matières premières

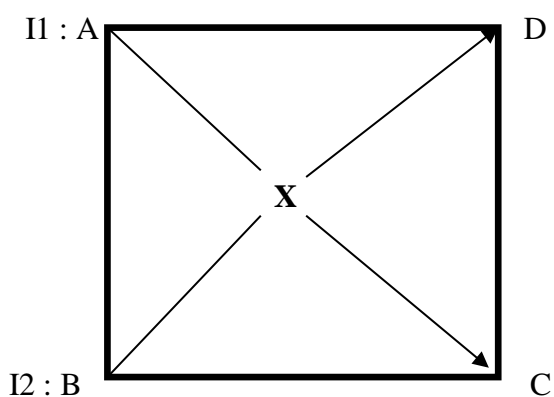
Le choix des matières premières est basé essentiellement sur la capacité de ces derniers à satisfaire les besoins alimentaires du poulet, leur prix, leur disponibilité sur le marché et leur valeur alimentaire (équilibre en acides aminés, absence de facteurs antinutritionnels).

Le secteur poulet de chair en Algérie est très fragile et vulnérable à cause de la totale dépendance à l'étranger en matière d'intrant alimentaire (maïs et tourteaux de soja). En valeur globale, les importations des matières première (maïs/TS) avoisinent 379 millions USD pour la période janvier-mars 2014 (OFAAL, 2015).

2.3.3 Méthodes de formulation

❖ Méthode de "Carré de Pearson"

C'est une méthode qui détermine la proportion de deux ingrédients à mélanger pour satisfaire le besoin d'un nutriment. Elle s'effectue avec le carré de Pearson ci-après (Brah et al., 2015) :



Où :

X la solution désirée : le besoin nutritionnel à satisfaire

A et B les teneurs en nutriment des deux sources d'ingrédients I1 et I2 pour satisfaire le besoin nutritionnel X.

C représente la différence entre A et X sans tenir compte de signe ; c'est la part de l'ingrédient I2 dans le mélange.

D représente la différence entre B et X sans tenir compte de signe ; c'est la part de l'ingrédient I1 dans le mélange.

La proportion (%) d'ingrédient I1 contenant le nutriment A s'obtient par :

$$I1 = \left(\frac{|D|}{|C+D|} \right) * 100$$

La proportion (%) d'ingrédient I2 contenant le nutriment B s'obtient par :

$$I2 = \left(\frac{|C|}{|C+D|} \right) * 100$$

❖ Méthode Algébrique

C'est une méthode alternative à celle de carré de Pearson en utilisant une équation algébrique simple. Elle permet de satisfaire un besoin nutritionnel en faisant la combinaison de deux ingrédients à travers un système d'équation (**Brah et al., 2015**).

$$\begin{cases} ax + by \text{ besoin à satisfaire} \\ x + y - 100 \text{ de besoin à satisfaire} \end{cases}$$

- X et Y sont les inconnues de l'équation et représentent les pourcentages des deux sources d'ingrédients à mélanger ;
- a et b sont les teneurs en nutriment contenues dans les deux ingrédients respectifs.

C'est une méthode simple. Elle peut être utilisée par les fermiers. Elle peut comporter plusieurs ingrédients pour satisfaire un besoin. Ses limites sont qu'elle ne peut satisfaire qu'un seul besoin et ne peut pas être utilisée dans une formulation avec plusieurs besoins à satisfaire (**Brah et al., 2015**).

❖ Méthode de programmation linéaire

Il existe actuellement une série de programmes (logiciels) qui peuvent être utilisés sur micro-ordinateur, par exemple l'Amstrad 1513, Feed Access, NutrAnim, pour élaborer des régimes. Les avantages de ces programmes pour élaborer un régime sont les suivants (**Smith, 1992**) :

- il permet de formuler un régime qui, dans la limite des contraintes fixées, répond le mieux aux besoins nutritionnels au moindre coût ;
- il écarte les aliments dont l'adjonction au mélange est trop coûteuse et indique au préparateur du mélange la somme qu'il peut investir dans les ingrédients écartés ;
- il indique au nutritionniste les contraintes qui font augmenter le coût du mélange, ainsi que la répercussion que des modifications éventuelles des contraintes auraient sur le coût ;
- il fournit une analyse complète du contenu nutritionnel de la ration et épargne ainsi au nutritionniste une série de calculs fastidieux ;

❖ Méthode d'essai et d'erreur

Il s'agit de la méthode la plus populaire de formulation de rations pour la volaille. Comme son nom l'indique, la formulation est manipulée jusqu'à ce que les besoins nutritionnels

des oiseaux soient atteints. La méthode d'essai et d'erreur peut être effectuée manuellement sur papier ou à l'aide d'un ordinateur en utilisant un programme comme une feuille de calcul, par Excel, Lotus123 et Quattro pro. Cette méthode rend possible la formulation d'une ration qui répond à tous les besoins nutritionnels des oiseaux. La limitation de cette méthode est que c'est laborieux et prend plus de temps avant d'arriver à un résultat assez satisfaisant (**Afolayan et Afolayan, 2008**).

2.4 Fabrication des aliments composés

Les aliments composés sont conçus par formulation pour répondre aux besoins nutritionnels des animaux selon leur âge, leur fonction physiologique et leur niveau de performances. Un aliment complet est adapté d'un point de vue nutritionnel, et formulé grâce à une formule spécifique, destiné à être distribué comme ration unique et capable maintenir en vie et/ou de promouvoir la production sans addition d'une quelconque autre substance supplémentaire, à l'exception de l'eau (**FAO et IFIF, 2013 ; Tabti, 2014**).

Les aliments composés sont fabriqués dans les usines à partir de diverses matières premières. La préparation des aliments est réalisée en plusieurs étapes (**Buldgen et al., 1996 citée par Tabti, 2014**) :

2.4.1 Réception et stockage des matières premières :

2.4.2 Broyage

Les céréales et les tourteaux doivent être broyés en particules grossières de 0,5 à 1,5 mm avant d'être mélangés par des broyeurs (à marteaux) et il a pour but principal de réduire la taille des particules des aliments pour en accroître la surface d'accès aux enzymes digestives, mais aussi pour en favoriser un mélange homogène et une agglomération satisfaisante.

2.4.3 Prémélange

Cette étape consiste à mélanger toute les matières premières avec une partie des céréales moulues en faibles quantités, de manière à mieux les répartir dans le mélange final.

2.4.4 Mélange

Le prémélange est incorporé progressivement au reste des matières premières à l'aide d'un mélangeur.

2.4.5 Granulation

L'agglomération implique un traitement thermique de conditionnement. Elle contribue à un meilleur état sanitaire, à une plus grande disponibilité de certains constituants alimentaires (amidon) et à une densification de l'aliment plus facile à transporter et à ingérer sans tri par l'animal. La granulation par pressage avec incorporation de vapeur et adjuvants (liants) conduit à la présentation de l'aliment sous forme de granulés et enfin, refroidissement avant conditionnement éventuel et stockage de l'aliment composé. Pour certains types d'animaux (jeunes volailles, pondeuses...), les aliments composés sont présentés en miettes avec une étape supplémentaire de concassage du granulé (**Sauvant et al., 2000 ; Larousse agricole, 2002 citées par Aimene, 2015**).

2.5 Aliments de poulet de chair

La conduite alimentaire en poulet de chair est généralement basée sur trois types d'aliments (démarrage, croissance et finition) (**Tableau 10**) afin que les apports en nutriments répondent au mieux aux besoins de l'animal (**Fabrice, 2015**).

2.5.1 Aliment en phase de démarrage

La phase démarrage correspond aux 28 premiers jours du poulet, pendant lesquels il consommera environ 30 à 35 g d'aliment par jour soit 1 kg sur la période de démarrage. En pratique, cette phase est très délicate, notamment parce qu'il est difficile d'apporter les acides aminés soufrés (méthionine et cystine) en suffisance dans la ration. Il faudra veiller, en particulier chez le poulet « démarrage », à apporter ces nutriments limitants tout en évitant d'apporter en excès des protéines afin de respecter rigoureusement les exigences nutritionnelles et les équilibres entre les différents acides aminés (**Morinière, 2015**).

Un apport d'azote maximum pendant les premiers jours de vie des poussins est nécessaire car une carence en azote se traduirait par un arrêt de croissance et une perte d'appétit. Les niveaux protéiques dans la ration sont adaptés en fonction de l'âge du poulet de chair, les besoins protéiques correspondent à l'apport nécessaire en acides aminés indispensable, d'où la notion de besoins protéique remplacée de plus en plus par la notion de besoins en acides aminés (**Azzouz, 1997 citée par Attabi et Ayed, 2018**). Des informations sur les caractéristiques des textures alimentaires des aliments de poulet de chair sont représentées dans le **Tableau 10**.

2.5.2 Alimentation en phase de croissance

L'aliment 2^{ème} âge est moins riche en protéines. Il est utilisé à partir de la fin de la 4^{ème} semaine d'âge. Un poulet de chair consomme entre 2750 g et 3400 g d'aliment au cours des 21 jours suivants. Soit une consommation journalière d'environ 130 g à 160 g. Il faut donc 3 à 3,5 kg d'aliments 2^{ème} âge par poulet. Il est conseillé de faire une transition progressive entre les 2 provendes à partir du 2^{ème} jour de la 4^{ème} semaine d'âge (Guyzoducamer, 2014).

2.5.3 Alimentation en phase de finition

L'aliment de croissance sera remplacé, durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéine et plus riche en énergie tout en respectant l'équilibre énergétique /protéique. Toute déficience nutritionnelle en un ou plusieurs acides aminés durant les deux premières phases d'élevages se traduit par une diminution du rendement en filet à la fin de cette période, car des travaux récents semblent montrer que les rendements filet sont optimisés lorsque les besoins permettant d'obtenir un I.C minimum sont optimisés durant les deux premières phases d'élevages (Leclercq et Beaumont, 2008 citée par Djebbouri et Hamrani, 2017).

Tableau 10 : Exemple des formules alimentaires pour poulet de chair (Lv et al., 2015).

Phase de croissance	Démarrage 1-21 jours	Croissance 22-32 jours	Finition 33-40 jours
Maïs %	48,98	49,64	50,15
Blé %	10,00	15,00	20,00
Huile de soja %	2,74	3,30	4,09
Tourteau de soja %	34,57	28,73	22,77
Calcaire %	0,95	0,95	0,94
Phosphate bicalcique %	1,88	1,50	1,12
NaCl %	0,31	0,31	0,31
Lysine %	0,00	0,04	0,11
Méthionine %	0,17	0,13	0,11
CMV %	0,40	0,40	0,40
Protéines brutes %	21,00	19,00	17,00
Calcium %	0,90	0,80	0,70
Energie Kcal/kg	2820	2920	3020
Lysine %	1,00	0,90	0,80
Méthionine + Cystine %	0,76	0,68	0,61

2.6 Problématique de l'alimentation de volailles en Algérie

La filière avicole Algérienne est parmi les productions animales qui a connu l'essor le plus spectaculaire depuis les années 1980 grâce à l'intervention de l'Etat (**Wiki mémoires, 2019**).

La filière chair fonctionne avec le modèle alimentaire américain basé sur les matières alimentaires « maïs-tourteau de soja » dont des quantités immenses sont importées au fil du développement des élevages avicoles (**Meziane et al., 2013**). L'aliment de poulet de chair est fabriqué par un organisme étatique qui est l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB) et par des fabricants privés. L'ONAB assure la régulation de la distribution des matières premières pour les autres fabricants.

En volume, l'Algérie a importé 3 millions de tonnes (t) de maïs et 900.000 tonnes de soja en 2012, en légère baisse par rapport à 2011. En 2011, les quantités importées étaient évaluées à plus de 3,15 millions de tonnes de maïs et 1,11 million de tonnes de soja. Mais en valeur, la facture des importations de ces deux matières est restée inchangée par rapport à 2011 à plus de 1,4 milliard de dollars en raison du renchérissement des prix sur le marché international suite à la sécheresse qui a sévit aux Etats-Unis, premier producteur et exportateur mondial (**Belaid, 2015**).

En effet, les prix des aliments industriels enregistrent des accroissements notables, consécutivement au rehaussement des prix des matières premières alimentaires sur les marchés mondiaux, ce qui aura pour effet de restreindre drastiquement le pouvoir d'achat industriel des aviculteurs algériens (**Ferrah, 2010**).

Les prix du maïs ont augmenté de plus de 30 % et ceux du soja de 50 % durant juin et juillet 2012, poussant le gouvernement algérien à supprimer, dès le mois d'août la TVA et les droits de douanes sur ces deux matières qui constituent 80 % de l'aliment avicole (**Belaid, 2015**).

Le gouvernement a encouragé la production locale de maïs et s'est engagé également à acheter toute la production des agriculteurs à un prix "très avantageux", soit le double du cours international. L'ITELV a pris l'initiative dans le but d'un intérêt économique d'incorporer l'orge dans l'alimentation de poulet de chair. Les résultats ont montré que durant le cycle d'élevage (49 jours), l'orge en grain représentant 10 % de la ration totale consommée par le poulet sans qu'il y ait détérioration des performances zootechniques (**Belaid, 2015**).

Chapitre 3

Généralités sur le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.)

3.1 Origine et classification

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) est un arbre appartenant à la famille des Fabacées. Originaire du Moyen-Orient, il se caractérise par une importance écologique, industrielle et ornementale. Cette fabacée est connue par ses vertus médicinales et thérapeutiques, très intéressantes vu les activités pharmacologiques des composés phytochimiques présents dans les extraits biologiques de la plante (Kaderi et al., 2014).

Le mot (caroubier) vient de l'Arabe marocain el Kharoube, tasiliroua ou tikida en Berbère, caroubier en Français, et carob tree en anglais, algarrobo en Espagnol, carrubo en Italien, alfarrobeira en Portugais, Karubenbaum en Allemand, charaoupi en Grec et charnup en Turc. Il est aussi appelé pain de saint Jean-Baptiste, figuier d'Egypte ou fève de phythagore (Sbay, 2008).

Selon l'INPN (Inventaire Nationale du patrimoine naturel) le caroubier est classifié comme suit :

Règne : Plantae

Sous-règne : Viridaeplantae

Classe : Equisetopsida

Clade : Spermatophyta

Sous-classe : Magnoliidae

Super-Ordre : Rosanae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Sous-Famille : Caesalpinioideae

Genre : *Ceratonia*.

Espèce : *Ceratonia siliqua* L. 1753.

3.2 Distribution géographique

Originaire du Moyen-Orient, le caroubier est aujourd'hui rependu dans tout le bassin méditerranéen. On le rencontre principalement en Espagne, Portugal, Maroc, Grèce, Italie, Turquie, Liban, Algérie, Tunisie, Egypte, et Chypre. Ces dernières années le caroubier a été également introduite en Australie, en Afrique du Sud, aux Etats-Unis, en Inde et en Amérique de sud (Tous *et al.*, 1996 ; Sbay, 2008). Le centre d'origine et la distribution géographique du caroubier dans le monde sont représentés dans la **Figure 8**.

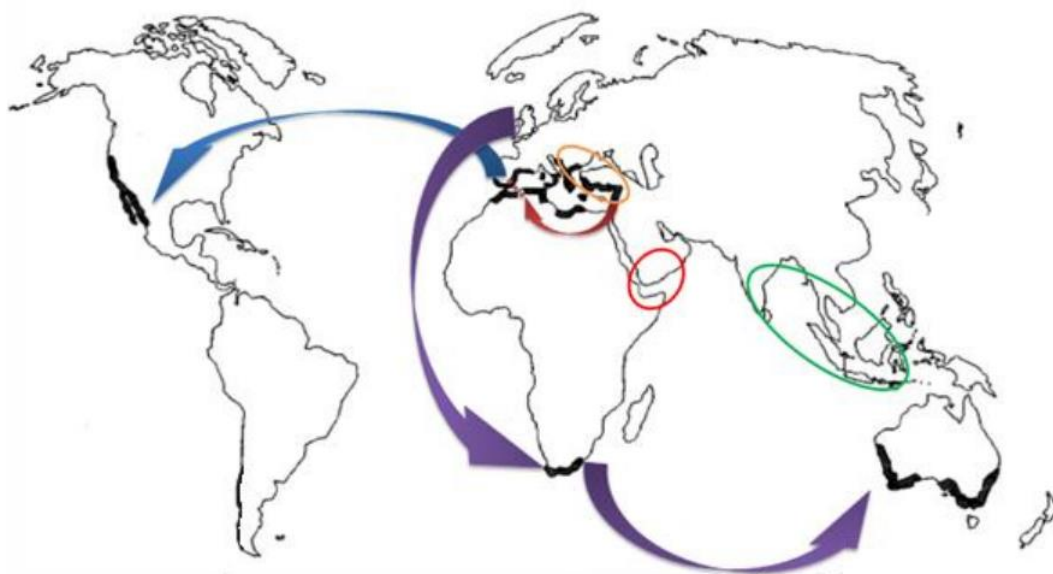


Figure 8 : Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde (les cercles représentent les différentes hypothèses qu'existent sur le centre d'origine de *C. siliqua*. Les flèches symbolisent la distribution de l'espèce dans le monde) (Mahdad, 2013).

3.3 Description morphologique

Le caroubier est un arbre au feuillage abondant, persistant et très dense. Il peut atteindre dans des conditions propices une hauteur de 7 à 10 m, voire 15 à 20 m en orient et enregistrer une circonférence au niveau de la base du tronc de 2 à 3 m. C'est un arbre xérophile avec une longévité considérable (jusqu'à 200 ans). Il présente de puissantes racines qui pénètrent dans le sol à une profondeur de 18 mètres ou plus. Sa croissance est très lente, en particulier au début de son existence. Il peut émettre des rejets de souche avec vigueur et se caractérise par des branches solides et robustes (Ait Chitt *et al.*, 2007).

3.3.1 Le port et le feuillage

Le tronc est gros et tordu, l'écorce brune et rugueuse (**Ghédira et al., 2019**). Les feuilles sont ovales, d'un vert sombre et luisant sur le dessus et tirant sur le rougeâtre en dessous et elles ont un pétiole de 10 à 20 cm de longueur (**Figure 9**). Elles sont alternées pennées et ayant 2 à 5 paires de folioles coriaces ovales et entières, légèrement échancrées au sommet et paripennées (**Haddarah, 2018**).

3.3.2 Les fleurs

Les fleurs très petites, constituées d'un calice pourpre sans corolle, sont réunies en grappes axillaires cylindriques. Elle apparaissent d'août à octobre (**Ghédira et al., 2019**). Les fleurs mâles (**Figure 9**), femelles et hermaphrodites poussent sur des pieds différents. Les pieds mâle sont stériles et improductifs (**Rejeb, 1995**).

3.3.3 Le fruit

Le fruit du caroubier ou la caroube, se compose d'une pulpe enveloppant des graines régulières. En effet la pulpe sucrée de la caroube est employé depuis longtemps, comme nourriture de bétail à côté d'autres aliment comme la farine d'orge (**Ait Chitt et al., 2007**).

Les caroubes, sont des gousses aplaties, de 10 à 30 cm de long sur 1,5 à 3 cm de largeur, d'abord vertes (**Figure 9**), elles deviennent brun foncé à maturité, en juillet de l'année suivante. Elles sont coriaces, épaisses et indéhiscentes (**Bahloul et al., 2013**).

La gousse de caroube est principalement composée de deux éléments : la pulpe et les graines qui représentent respectivement, 90 % et 10 % du poids de la gousse. L'arbre de caroubier commence à produire des gousses à partir de l'âge de 6 ans. Le fruit se développe très lentement nécessitant 9 à 10 mois pour atteindre la maturité (**Haddarah, 2018**).

3.3.4 Les graines

Les graines de caroube sont brunes, de forme ovoïde aplatie, biconvexes et très dures. Elles sont séparées les unes des autres par des cloisons pulpeuses. La taille et le poids de ces graines étant très réguliers, soit 0,20 g, elles ont servi d'unité de mesure dans l'Antiquité. Leur nom est à l'origine du carat (emprunté à l'arabe qirât), qui représentait le poids d'une graine de caroube, dans le commerce des pierres précieuses (**Ghédiram et al., 2019**).

Se sont, indigestible par l'être humain comme par l'animal, est composée essentiellement d'antioxydants et de polysaccharides (galactose et mannose dans une proportion de 1 : 4) (**Bahloul et al., 2013**).

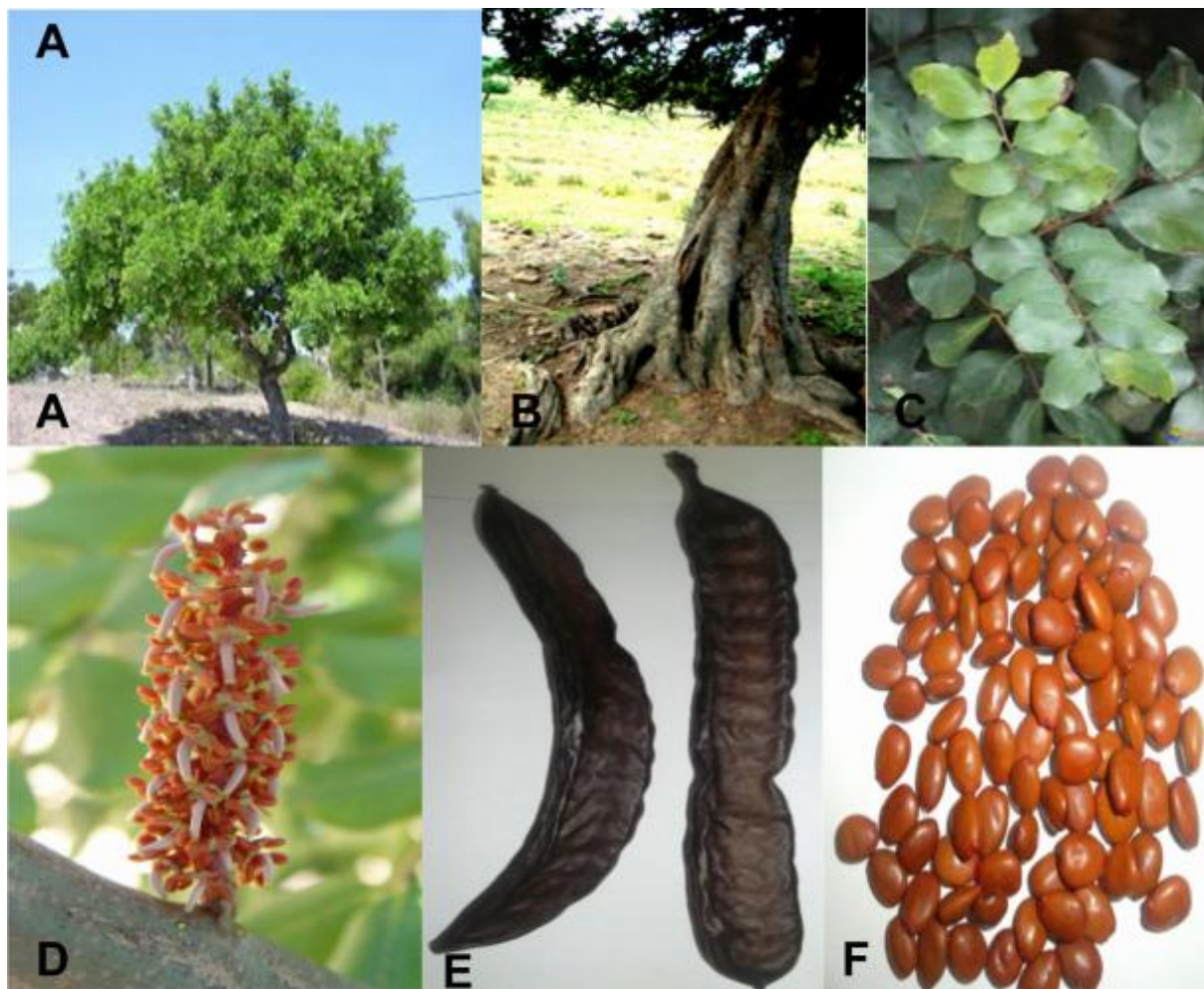


Figure 9 : Apparats végétatif et reproducteur de caroubier. (A. Port général de l'arbre, B. Écorce, C. Feuille, D. Fleurs mâle et femelle, E. Fruits matures « gousse », F. Graines)

(Kaderi et al., 2014)

3.4 Exigences pédoclimatiques

Le caroubier, dont l'aire de répartition s'étend dans les secteurs des plateaux et en moyennes montagnes jusqu'à 1700 m d'altitude, est indifférent à la nature du substrat, il tolère les sols pauvres, sableux, limoneux lourds, rocaillieux et calcaires, schisteux, gréseux et des pH de 6,2 jusqu'à 8,6, mais il craint les sols acides et très humides (Bouhrem, 2019).

Le caroubier est décrit comme une plante à grande adaptabilité à la région du bassin méditerranéen, caractérisé par des conditions climatiques semi-arides méditerranéennes. Les caroubiers ont un système profondément enraciné permettant une adaptation aux différents types de sols et conditions de salinité (Haddarah, 2018).

3.5 Usages et intérêts

Le caroubier est une essence agro-sylvo-pastorale offrant de nombreux avantages et intérêts socio-économiques et écologiques. Il est cultivé depuis longtemps, surtout pour ses fruits comestible et sucrés qui sont riches en calcium, phosphore, potassium, magnésium, et pectine (**Benmahiole et al., 2011**).

La gomme de caroube a plusieurs applications techniques dans différent domaines (agroalimentaire, pharmaceutique, pétrochimie, ...) comme produits anti-cœliaques, émulsions, épaississant, dans la teinture, allumettes et pesticides, adjuvant de floculation pour augmenter la stabilité et liant d'eau pour les explosifs (**Batlle et Tous, 1997**).

La gomme de caroube est commercialisée sous forme d'une poudre blanchâtre selon sa pureté, employée dans divers domaines : alimentaire, pharmaceutique, cosmétique et textile (**Lakkab et al., 2018**). Les principales utilisations de différentes parties de la gousse de caroube sont représentées dans le **Tableau 11**.

Tableau 11 : Principaux produits de la caroube (pulpe et graines) et leurs utilisations majeures (**Batlle et Tous, 1997**)

Produits	Traitement reçu	Utilisations
Pulpe Brute	Aucun Moulage	Alimentation animale (Cheval et ruminants) Alimentation humaine et animale (ruminants et non ruminants)
	Extraction et purification Fermentation et distillation	Sucre et mélasse Alcool et production de protéines microbiennes
Poudre	Extraction Lavage, séchage, torréfaction et moulage	Tanins comme anti-diarrhée Ingrédients alimentaires ; substituant du cacao ; préparation de produits diététiques et pharmaceutiques
Graines Endosperme	Moulage	CBG ou E-410 ; additifs alimentaires ; fibre diététique ; aliments pour mascottes ; produits pharmaceutiques et cosmétiques
Embryon	Moulage	Farine de germe ; nutrition humaine et animale
Episperme	Extraction Tanins	pour le tannage des cuirs

3.5.1 En industrie agro-alimentaire

La gousse de caroube, plus riche en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière, est utilisée en industrie alimentaire comme source de sucre (**Bahloul et al., 2013**).

La gomme de caroube est extraite de l'albumen des graines de (unités de β -D-mannose et de α -D-galactose), issue de l'endosperme, elle constitue le 1/3 du poids total de la graine. Cette gomme est utilisée dans l'agro-alimentaire comme épaississant connu sous le code normalisé E410, la confiserie et aussi dans les préparations alimentaires diététiques, pour diminuer l'apport alimentaire dans le traitement de l'obésité (**kaderi et al., 2014**). 100 kg de graines produisent en moyenne 20 kg de gomme pure et sèche (**Benmahiole et al., 2011**).

La gousse du caroubier est une matière première appropriée à la production de bioéthanol, en raison de sa forte teneur en sucre (50 %) et la facilité de son extraction (**Sánchez et al., 2010**).

La farine élaborée à partir de la pulpe peut être utilisée comme ingrédient dans certains aliments, tels que les gâteaux, bonbons, crèmes glacées, boissons, sirops. De plus, elle est utilisée comme substituant du cacao dans la production du chocolat car elle est moins calorifique et ne contient ni caféine ni théobromine (**Mahdad, 2013**).

3.5.2 En industrie pharmaceutique

La gomme de caroube est utilisée dans divers produits pharmaceutiques et cosmétiques (comme agent masquant pour inhiber l'odeur ou le goût du produit) (**Lakkabe et al., 2018**).

La pulpe de caroube, obtenue après séparation des graines, constitue une bonne source de fibres alimentaires, de sucres et d'une gamme de composés bioactifs tels que les polyphénols. Les composés bioactifs présents dans cette pulpe se sont révélés bénéfiques pour le contrôle de nombreux problèmes de santé tels que le diabète, les maladies cardiaques et le cancer du côlon en raison de leurs activités antidiabétiques, antioxydantes et anti-inflammatoires (**Salih et al., 2020**). Les tanins de la caroube présentent d'importantes propriétés anti-diarrhéiques, et sont largement utilisés dans le combat des diarrhées chez les enfant (**Lizardo et al., 2002**).

Les tanins sont probablement responsables de la lutte antibactérienne : sur la base de la teneur en tanins, auxquels l'activité antimicrobienne a été liée, l'extrait de caroube inhibe les germes *Cellvibrio fulvus*, *Clostridium cellulosolvens*, *Sporocytophaga myxococcoides*, *Bacillus subtilis* (**Ghédira et al., 2019**).

La farine du fruit, est employée dans les industries agro-alimentaire et pharmaceutique, principalement contre les troubles gastro-intestinaux (diarrhée). La pulpe est préconisée contre la tuberculose pulmonaire (**Benmahiole et al., 2011**).

3.5.3 En alimentation de bétail

Le fruit du caroubier ou la caroube, se compose d'une pulpe enveloppant des graines régulières. En effet la pulpe sucrée de la caroube est employée depuis longtemps comme nourriture de bétail à côté d'autres aliments comme la farine d'orge (**kaderi et al., 2014**). De par sa richesse en fibres et en polyphénols, la farine de caroube a été utilisée dans l'alimentation du lapin (**Ghédira et al., 2019**).

3.6 Composition chimique

La gousse de caroube est riche en sucres (40-60 %) en particulier, saccharose (27-40 %), fructose (3-8 %) et glucose (3-5 %) qui sont considérés comme étant les sucres majeurs qui contribuent à la saveur des fruits ; mais pauvre en lipides (0,4-0,6 %) et protéines (2-6 %) (**Shaw 1988 ; Arab, 2013**). La pulpe charnue est riche en calcium, phosphore, potassium, magnésium, et pectine (**Bahloul et al., 2013**). La composition chimique de la farine de caroube est représentée dans le **Tableau 12**.

La graine dont l'enveloppe tégumentaire (source de polyphénols antioxydants) représente (30 à 33 %), emmagasine deux composants nutritifs relativement essentiels à savoir (**Bahloul et al., 2013**) :

- **le germe, appelé embryon, (23 à 25%)** : riche en protéines (52 %), en carbohydrates (27 %) et peut conduire à la farine de germe de caroube destinée à la nutrition infantile.

- **l'endosperme, appelé albumen (42 à 46%)** : produit gélifiant (gomme de caroube) qui rentre dans la fabrication d'un additif alimentaire commercial connu sous le code E410 (agent de texture). Ce dernier est utilisé principalement dans l'industrie alimentaire, la pharmacie et la cosmétique.

Selon **Amessis-Ouchemoukh et al. (2017)** la gousse de caroube est une très bonne source de polyphénols (5165,49 mg/100g), flavonoïdes (342,51 mg/100g) et vitamine C (36,29 mg/100g). Les mêmes auteurs confirment que *Ceratonia siliqua* est très riche en caroténoïdes incluant α -carotène, lycopène, lutéine et β -carotène. Tous ces principes actifs identifiés dans la

gousse de caroube sont connus pour leur activité antioxydante. La gousse de caroube contient de l'acide gallique et des gallotanins connus pour leur capacité à inhiber la prolifération des cellules cancéreuses (neuroblastoma, adénome, adénocarcinome et cancer du sein) (Corsi et al., 2002 ; Roseiro et al., 2013).

Tableau 12 : Valeur alimentaire de la farine de caroube destinée à l'alimentation des animaux (INRA CIRAD, 2020).

Paramètre	Brut	Sec	Unité
Matière sèche	85.2	100	%
Protéines brutes	4.3	5	%
Cellulose brute	8.7	10.3	%
Matières grasses brutes	0.6	0.7	%
Matières minérales	3	3.5	%
Cendres insolubles	0.01	0.01	%
Amidon	1.4	1.6	%
Sucres totaux	38.7	45.4	%
Energie brute (kcal)	3570	4190	kcal/kg
Calcium	4.3	5.1	g/kg
Phosphore	0.8	0.9	g/kg
Phosphore phytique	0.6	0.7	g/kg
Magnésium	0.6	0.7	g/kg
Potassium	8.2	9.7	g/kg
Sodium	0.27	0.31	g/kg
Chlore	1.6	1.8	g/kg
Soufre	3.1	3.6	g/kg
Bilan cations-anions	-16	-18	mEq/kg
Bilan électrolytique	179	210	mEq/kg
Manganèse	10	11	mg/kg
Zinc	7	8	mg/kg
Cuivre	3	3	mg/kg
Fer	14	17	mg/kg
C18 : 1 acide oléique	2.2	2.6	g/kg
C18 : 2 acide linoléique	0.7	0.8	g/kg
Méthionine	0.9	1	g/kg
Cystine	0.5	0.6	g/kg

3.7 Production de caroube

La production de caroube est essentiellement concentrée en Espagne, au Maroc, en Italie au Portugal, en Grèce, en Turquie, au Chypre et en Algérie. Par ailleurs, de faibles productions ont été enregistrées au Liban, en Tunisie, en Australie et en Afrique du Sud (**Benmahiole et al., 2011**).

Selon les statistiques de la **FAO (2020)**, la production mondiale totale de la caroube est estimée à 144.960 tonnes en 2018 soit une augmentation de 6,18 par rapport à l'année 2017 (**Tableau 13**). La superficie récoltée est de 42.866 ha avec un rendement annuel de 33.817 hg/ha pour l'année 2018.

En Algérie, le caroubier occupe une superficie de 789 ha produisant 2.880 tonnes avec un rendement de 36.507 hg/ha pour l'année 2018. L'Algérie a enregistré une diminution de 40,35 % par rapport à l'année précédente (**FAO, 2020**).

Tableau 13 : Superficie récoltée, rendement et production de caroube dans le monde et en Algérie (**FAOstat, 2020**)

Zone	Élément	Année	Unité	Valeur
Algérie	Superficie récoltée	2016	Ha	814
		2017	Ha	827
		2018	Ha	789
	Rendement	2016	hg/ha	40025
		2017	hg/ha	48861
		2018	hg/ha	36507
	Production	2016	tonnes	3257
		2017	tonnes	4042
		2018	tonnes	2880
Monde	Superficie récoltée	2016	Ha	41109
		2017	Ha	40873
		2018	Ha	42866
	Rendement	2016	hg/ha	32472
		2017	hg/ha	33276
		2018	hg/ha	33817
	Production	2016	tonnes	133489
		2017	tonnes	136008
		2018	tonnes	144960

Chapitre 4

Bilan des travaux précédents sur l'incorporation des ressources alimentaires locales dans l'alimentation de poulet de chair

4.1 Le caroube (*Ceratonia siliqua* L.)

4.1.1 Méthodologie

Etude 1 : dans leur travail **Ortiz et al. (2004)** ont étudié l'impact de l'inclusion de caroube (6 % et 9 %) dans l'alimentation de poulet de chair sur l'utilisation des nutriments, l'énergie métabolisable apparente, la digestibilité apparente des protéines brutes (CP) et des lipides.

Pour se faire, des poussins de chair mâles âgés de cinq jours (Cobb) ont été répartis au hasard en 3 groupes expérimentaux de 10 poussins chacun. Les poussins ont été logés dans des cages métalliques, 2 oiseaux / cage, et nourris pendant 16 jours (âgés de 5 à 21 jours) avec un régime de référence (DR) ou l'un des deux régimes d'essai contenant des graines de caroube à 6 et à 9 %. Les formules alimentaires sont représentées dans le **Tableau 14**.

Le dioxyde de titane a été ajouté aux régimes en tant que marqueur non digestible. Des échantillons d'excréments ont été collectés dans chaque cage au cours des trois derniers jours de l'expérience et utilisés pour estimer la digestibilité des graisses brutes. Au jour 22, tous les oiseaux ont été abattus et le jéjunum et l'iléon de chaque oiseau ont été disséqués. Leur contenu a été rincé dans des contenants en plastique. Le contenu jéjunal a été utilisé pour les mesures de viscosité et le contenu iléal pour la mesure du pH, de la matière sèche, de l'azote et du titane pour estimer la digestibilité du CP. Les analyses ont été effectuées sur des échantillons groupés des deux oiseaux dans la même cage.

Tableau 14 : Composition des aliments expérimentaux (g/kg) (**Ortiz et al., 2004**).

Ingrédients	Standard	6 %	9 %
Maïs	479	397	356
Tourteaux de soja	410	404	400
Huile de tournesol	66	94	109
Grains de caroube	0	60	90
Méthionine	2	2	2
dioxyde de titanium	5	5	5
Mélange de base	38	38	38

Mélange de base donne en g/kg : NaCl 3,0 ; carbonate de calcium 10,0 ; phosphate bicalcique : 9,0 ; BHT : 1,0 ; vitamines et minéraux : 5,0.

Etude 2 : Álvarez-Fuentes et al. (2012) ont testé l'effet de l'incorporation de caroube (18,3 %) dans l'alimentation sur les performances zootechniques de poulet de chair (**Tableau 15**).

Après la réalisation des analyses physico-chimiques des aliments, les chercheuses ont mesuré les performances de croissance des poussins de chair Cobb (6 j) recevant un régime témoin pour le premier groupe et un régime qui comporte la farine de caroube (4mm) pour le deuxième groupe (16 poussins pour chaque groupe). Les poussins ont été répartis dans des cages en batterie d'élevage identiques (4 dans chaque cage) dans une pièce à température contrôlée. L'alimentation et l'eau étaient offertes ad libitum.

Le gain de poids, la prise alimentaire et le taux de conversion alimentaire ont été enregistrés chaque semaine. L'expérience a duré quatre semaines.

Tableau 15 : Composition chimique des aliments pour poulet de chair (Álvarez-Fuentes et al., 2012).

Ingrédients	Contrôle	Contrôle + caroube
Maïs	540	330
Tourteau de soja	365	250
Huile de colza	35	60
Amidon de maïs	40	40
Farine animale	15	13
CMV	5	5
Caroube	0	302
Lysine	1,2	1,2
Méthionine	2,8	2,8
Energie métabolisable (MJ/kg)	13,63	13,56
Protéines g/kg	212	207
Fibres g/kg	37	59
Lipides g/kg	61	94

Etude 3 : dans leur travail, **Vilà et al. (2012)** ont examiné l'effet de l'incorporation des galactomannanes de la gomme de caroube dans l'alimentation sur la digestibilité des nutriments et les performances de croissance chez le poulet de chair, ainsi que sur la prévalence de *Salmonella enterica* var *Enteritidis*.

Pour arriver à leur objectif, les chercheurs ont réalisé quatre expériences avec des poulets de chair ou des poulets de leghorn (poules pondeuses) confrontés à 10^6 FUC (unités formant colonie) de *S. Enteritidis* à 1 jour de vie. Les poussins ont été nourris avec la gomme de caroube à différentes concentrations (25, 50 ou 100 g / kg), seul ou en association avec la β -mannanase, cellulase ou l' α -galactosidase à 8,3 U / g ; ou nourris du D-mannose à 25 g / kg, ou

de la gomme de caroube dépolymérisée ou de la gomme de guar à 100 mg / kg. Les essais ont duré 3 ou 4 semaines.

- Le poids corporel et la consommation alimentaire ont été déterminés et le taux de conversion alimentaire calculé (consommation/gain). Les fèces ont été collectées au cours de la dernière semaine d'essai pour évaluer l'équilibre des nutriments (énergie, lipides et protéines), en utilisant l'oxyde de chrome comme marqueur inerte. La viscosité du contenu iléal a également été déterminée à la fin de la deuxième expérience. La présence de Salmonella dans les caeca a été déterminée deux et 3 semaines après la provocation.

4.1.2 Principaux résultats

Etude 1 : au terme des travaux d'**Ortiz et al. (2004)**, ces chercheurs ont conclu que :

- La graine de caroube contenait 681 g / kg de MS de fibres alimentaires, dont environ la moitié était des fibres solubles.

-Les coefficients de digestibilité apparente du CP dans les régimes 6 et 9 % ont été réduits respectivement de 12,7 et 29,5% par rapport au régime de référence.

- Les coefficients de digestibilité apparente des lipides dans les régimes 6 et 9 % de caroube ont été réduits de 20,9 et 23,8 % par rapport au régime de référence ainsi que l'énergie métabolisable.

- L'inclusion de graines de caroube dans l'alimentation des poussins altère sa valeur nutritive et est associée à une augmentation drastique de la viscosité intestinale.

Etude 2 : les principaux résultats obtenus par **Álvarez-Fuentes et al. (2012)** sont résumés dans les points suivants :

-Les analyses physico-chimiques révèle que la farine de caroube est constituée de 18,4 % protéines, 14,7 % fibres et 6,3 % lipides dont 50,1 % d'acide linoléique, très important pour la croissance des poules.

-Les poussins nourris avec le régime de caroube avaient un gain de poids plus faible que celui des poussins nourris avec un régime de contrôle. En revanche le taux de conversion alimentaire le plus élevé est enregistré par les poussins nourris avec le régime contenant la caroube.

-La prise alimentaire très faible chez les poussins nourris avec le régime de caroube est expliquée, selon les mêmes auteurs, par la présence des substances anti-nutritionnelles dans la

graine de caroube, qui dans certains cas peuvent provoquer un environnement visqueux dans l'intestin postérieur du poussin ce qui diminue la digestibilité et l'absorption des nutriments.

-Pour l'utilisation de la farine de caroube comme source alimentaire alternative dans l'alimentation de poulet de chair, un traitement thermique est proposé pour améliorer la digestibilité de cet aliment.

Etude 3 : Vilà et al. (2012) ont montré que :

- L'inclusion de gomme de caroube dans le régime alimentaire des poules a altéré les performances et la digestibilité des nutriments.

- l'incorporation de D-mannose dans l'alimentation a diminué les performances seulement alors que l'inclusion de la gomme de caroube polymérisée n'a pas affecté ni les performances ni la digestibilité des nutriments.

- L'ajout de β - mannanase a diminué significativement la viscosité intestinale des poules nourries avec la gomme de caroube et a diminué partiellement l'effet indésirable de ce régime sur les performances et la digestibilité des nutriments.

- L'inclusion de gomme de caroube dans le régime alimentaire des poulets aux concentrations élevées a réduit la présence de Salmonella chez les oiseaux infectés.

4.2 Déchets de dattes

4.2.1 Méthodologie

Etude 1 : une étude sur les effets de l'incorporation de déchets de dattes locaux dans la ration alimentaire sur les performances de croissance de poulets de chair a été menée par **Meradi et al. (2016)**.

Dans un premier lieu, les déchets de fabrication de la pâte de datte, provenaient de l'unité de conditionnement des dattes de Biskra ont été séchés et analysés pour déterminer leur valeur alimentaire.

Dans une deuxième étape, un total 240 poussins de souche Hubbard F15 âgés de 1 jour ont été répartis en 4 groupes de 60, en fonction du taux de substitution du maïs par des déchets de dattes locaux (0 %, 10%, 20 % et 30 %) pendant 49 jours (**Tableau 16**). Les poussins d'un jour ($43 \pm 2,3$ g), ont été répartis en quatre parquets homogènes d'une surface de 6 m² chacun et constitués de 60 sujets chacun, dans un bâtiment fermé avec ventilation statique.

Chapitre 4 : Bilan des travaux précédents sur l'incorporation des ressources alimentaires locales dans l'alimentation de poulet de chair

Les animaux ont été individuellement pesés à 10 et 20 jours d'âge durant la phase de démarrage, à 33 jours et à 42 et 48 jours d'âge pendant la phase de finition. Pendant toute la phase d'élevage, l'aliment a été distribué à volonté et le refus pesé quotidiennement. Le taux de mortalité a été recueilli tous les jours sur l'ensemble de l'expérimentation.

Tableau 16 : Formules des aliments de démarrage (1 à 20 jours), de croissance (21 à 33 jours) et de finition (34 à 48 jours) distribués aux poulets en fonction du taux de substitution du maïs par les déchets de dattes (**Meradi et al., 2016**).

Type d'aliment % de substitution	Démarrage				Croissance				Finition			
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
Ingrédient, kg/100 kg												
Maïs	60	54	48	42	64,0	57,6	51,2	44,8	69,0	62,1	55,2	48,3
Déchet de dattes	0	6	12	18	0	6,4	12,8	19,2	0	6,9	13,8	20,7
Tourteau de soja	30	30	30	30	27	27	27	27	21	21	21	21
Son de blé	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Calcaire	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Phosphate bicalcique	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
CMV chair	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Energie métabolisable (kcal/kg)	2875	2860	2847	2833	2972	296 6	295 1	293 6	2972	2966	2951	2936
Matière azote totale, %	20,2	20,1	19,9	19,8	18,97	18,8	18,7	18,6	16,4	16,2	16	16
Cellulose brute, %	16,5	16,9	17,1	17,3	15	15,3	15,5	15,8	15,6	15,8	16,1	6,4

Etude 2 : le but de l'étude de **Bara et al. (2019)** était de déterminer l'effet de remplacement du maïs par des dattes de réforme des industries agro-alimentaires des zones oasiennes (traitées par un extrait de rumen) sur les performances de production et les caractéristiques de carcasse des poulets de chair.

Un total de 200 poussins d'un jour mâles et femelles (local), d'un poids moyen de 25 ± 2 g, ont été répartis au hasard en 4 groupes de 50 individus alloués à une surface de 5 m² par groupe. Chaque lot a été divisé en dix (10) sous lot de 5 sujets.

Chapitre 4 : Bilan des travaux précédents sur l'incorporation des ressources alimentaires locales dans l'alimentation de poulet de chair

En utilisant le logiciel de formulation des aliments WUFFDA software, les chercheurs ont formulés les aliments pour poulet contenus 0 % (contrôle), 20 %, 30 % et 40 % de déchets de dattes et 250 ml du jus de rumen des ovins pulvérisé pour 1 kg d'aliment (**Tableau 17**).

Les animaux ont été pesés individuellement à 10, 20, 33, 42 et 48 jours. Les aliments non consommés étaient pesés et le taux de mortalité a été enregistré chaque jour. Le 49^{ème} jour, 25 poulets choisis au hasard dans chaque groupe ont été tués. Le poids vif, le poids de la carcasse éviscérée et le poids des pieds, de la tête, des plumes, du gésier, des viscères et du foie ont été déterminés.

Tableau 17 : Formules alimentaires utilisées dans l'alimentation de poulet (**Bara et al., 2019**)

Aliment	Démarrage				Croissance				Finition			
	0	20	30	40	0	20	30	40	0	20	30	40
T.substitution	0	20	30	40	0	20	30	40	0	20	30	40
Maïs	61	48.8	42.7	36.6	64	51.2	44.8	38.4	70	56	49	42
Dattes	0	12.2	18.3	24.4	0	12.8	19.2	25.6	0	14	21	28
T. de soja	30	30	30	30	27	27	27	27	21	21	21	21
Son de blé	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
P. bicalcique	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
CMV	1.25	1.25	1.25	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1
L-Lysine	0.15	0.15	0.15	0.15	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Méthionine	0.4	0.4	0.4	0.15	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Jus de rumen ml	0	250	250	250	0	250	250	250	0	250	250	250
EM Kcal/Kg	2890	2912	2923	3119	2840	2920	3015	3242	2990	3351	3610	3873
Protéines %	21	22.18	22.02	21.51	20.33	21.21	21.02	20.85	18	19.8	19.1	18.75
Lipides (%)	2.8	2.33	3.3	1.87	2.88	2.4	2.15	1.91	3.05	2.52	2.25	1.99
Fibres (%)	2.96	2.69	2.62	2.43	2.91	2.63	2.49	2.51	2.81	2.5	2.35	2.19

4.2.2 Principaux résultats

Etude 1 : Les principaux résultats obtenus par **Meradi et al. (2016)** sont :

- Les analyses alimentaires des déchets de dattes montrent qu'ils sont riches en sucres totaux (63,3 % MS) et en cellulose brute (31 % MS). Leurs teneurs en matière azotée (5,2 % MS) et en lipides (7,06 % MS) sont faibles.
- Durant la phase de démarrage, les lots 10 % et 30 % de substitution du maïs par des déchets des dattes ont eu des poids et des vitesses de croissance significativement identiques. Le lot contrôle est resté dominant par rapport aux lots 10 %, 20 % et 30 %.
- Durant la phase de croissance, les lots 10 % et 30 % ont eu des poids et des vitesses de croissance moins performants que les lots 0 % et 20 %.
- Durant la phase de finition, les lots 30 % et 20 % ayant des poids et des GMQ (gain moyen quotidien) inférieurs que les lots 0 % et 10 %.
- L'utilisation de déchets des dattes peut entrer au moins jusqu'à 20 % en substitution du maïs durant la phase de croissance et à 10 % durant la phase de finition dans les formules alimentaires du poulet de chair de souche Hubbard F15. A 30 % et au-delà, les performances de croissance des poulets chutent.

Etude 2 : les principaux résultats soulevés par **Bara et al. (2019)** sont :

- Dans la phase de démarrage, le meilleur gain moyen quotidien a été enregistré par les poules nourries par une alimentation 20 % et 40 % substitution par les dattes (76 g/j/p).
- Dans la phase de croissance, les meilleures valeurs de gain moyen quotidien ont été enregistrées par les poules nourries par une alimentation 30 % substitution par les dattes (27 g/j/p).
- Dans la phase de finition, le meilleur gain moyen quotidien a été enregistré par les poules nourries par une alimentation 20 % substitution par les dattes (83 g/j/p).
- L'incorporation de dattes de réforme à un taux de substitution du maïs de 40 %, avec l'ajout de 250 ml d'extrait de rumen par kilogramme d'aliment, améliore le poids vif et le gain quotidien moyen avec une quantité réduite de nourriture ingérée et un indice de consommation inférieur. Les caractéristiques des carcasses restent inchangées.
- Le régime avec un taux de substitution de 20 % s'est avéré plus rentable que les régimes 30 % et 40 % d'un point de vue technique et économique.

4.3 Autres ressources

Dans leur étude, **Abbasi et al. (2014)** ont évalué l'impact de l'incorporation de la pulpe séchée de *citrus sinensis* (0,5 ; 1 ; 1,5 et 2 %) sur les performances de croissance et les paramètres sanguins de 200 poussin (Ross 308) élevés durant 35 jours. la prise alimentaire, les refus et la prise de poids ont été enregistrés quotidiennement. Le taux de conversion alimentaire a été calculé. Les paramètres sanguins ont été mesurés et le poids de la carcasse, des viscères, cuisse, graisses abdominale, foie, pancréas et intestins ont été enregistrés. Des analyses microbiologiques de contenu des caeca ont été réalisées aussi.

Ces chercheurs ont montré que l'utilisation de **résidus d'oranges séchées** s'est amélioré la prise alimentaire et le gain de poids corporel, diminution de la graisse hépatique et abdominale ainsi que les taux sériques des triglycérides dans le poulet. La concentration de 2 % des résidus d'orange dans les régimes alimentaires de poulets de chair avait un effet positif sur performances, caractéristiques de la carcasse, métabolites sanguins, immunité humorale et population microbienne (caeca) de poulets de chair.

Beghoul (2015) a étudié l'effet de la substitution partielle de tourteau de soja et de maïs par les **pois, féverole orge et triticale**. Pour se faire, 550 poussins de chair d'un jour de souche ISA 15, sont pesés puis divisés en 5 lots (110 poussins/lot), un lot témoin et quatre lots expérimentaux :

- Lot 1 « témoin » est nourri avec un aliment standard comprend : du maïs, du tourteau de soja et du son de blé.
- Lot 2, le tourteau de soja est remplacé partiellement par le pois concassé pendant les trois phases classiques de l'élevage du poulet de chair (15, 14, et 11 %).
- Lot 3, le tourteau de soja a été substitué partiellement pendant les trois phases par la féverole (15, 14, et 11 %).
- Lots (4) et (5), le maïs a été remplacé partiellement par l'orge pour le premier (lot 4) et par le triticale dans le second (lot 5) avec des pourcentages respectivement (31, 32, et 35 %) et (31, 32, 35 %).
- Le poids vif, le gain moyen quotidien et l'indice de consommation des animaux ont été calculés à la fin de chaque phase.

Les résultats obtenus par **Beghoul (2015)** montre que :

- Dans la substitution partielle de tourteau de soja par le pois concassé et la féverole, les poules nourries par le régime de féverole enregistre le poids moyen à l'abattage (2744,7 g) et le rendement carcasse (73,23 %) les plus élevés et l'indice de consommation le plus faible (2,01).
- Dans la substitution partielle du maïs par l'orge et le triticale, les poules nourries par le régime d'orge enregistre le poids moyen à l'abattage (3146,2 g) et le rendement carcasse (70,34 %) les plus élevés et l'indice de consommation le plus faible (1,97).

Boudouma (2008) a testé l'effet de la substitution partielle du maïs par le **son de blé** (13, 22, 32 %) sur les performances de croissance de 400 poussins (ISA).

Les résultats obtenus par cette chercheuse révèlent que l'introduction du son de blé à raison de 13 % dans les régimes destinés aux poulets de chair n'a pas d'indice sur leurs performances zootechniques aussi bien en phase de croissance que de finition en revanche avec des aliments renfermant des taux de son de blé de 22 et 32 % les performances chutent fortement quel que soit l'âge de l'animal.

L'ensemble des travaux réalisés sur l'incorporation des ressources locales dans l'alimentation de poulet de chair sont résumés dans le **Tableau 18**.

Tableau 18 : Bilan de quelques travaux sur l'incorporation des ressources locales dans l'alimentation de poulet de chair

Ressource alimentaire	Souches testées	Nombre de sujets	Concentration	Principaux résultats	Références
Caroube (<i>Ceratonia siliqua</i> L.)	Cobb	30	6 et 9 %	Altération de la valeur nutritive des aliments. Et Augmentation de la viscosité intestinale.	(Ortiz et al., 2004)
	Cobb	32	18,3 %	Gain de poids plus faible et un taux de conversion alimentaire plus élevé par rapport au contrôle	(Álvarez-Fuentes et al., 2012)
Gomme de caroube	poulets de chair ou poulets leghorn	/	2,5 ; 5 ou 10 %	β-mannanase a diminué partiellement l'effet indésirable de gomme de caroube sur les performances et la digestibilité des nutriments. L'inclusion de gomme de caroube dans le régime alimentaire a réduit la présence de Salmonella chez les oiseaux infectés.	(Vilà et al., 2012)
Déchets des dattes	Poules locales	200	20, 30 et 40 %	Amélioration du poids vif et GMQ -IC faible	(Bara et al., 2019)
Coproduits des citrus (<i>C. Sinensis</i>)	Ross 308	200	0,5 ; 1 ; 1,5 et 2 %	Effet positif sur les performances, caractéristiques de la carcasse, métabolites sanguins, immunité et population microbienne	(Abbasi et al., 2014)
Pois, fève	ISA 15	550	15, 14 et 11 %	- La fève est le meilleur substituant de tourteau de soja.	(Beghoul, 2015)
Orge, triticale			31, 32 et 35 %	- L'orge est le meilleur substituant partiel du maïs	
Son de blé	ISA	400	13, 22, et 32 %	L'inclusion de 13 % du son dans les régimes permet les meilleures performances, pour l'ensemble de la période expérimentale.	(Boudouma, 2008).

Conclusion

Le présent travail est une synthèse des travaux précédents portant sur l'évaluation de l'impact de l'incorporation des ressources locales dans l'alimentation de poulet de chair sur les performances de croissance.

En Algérie, la filière poulet de chair fonctionne avec le modèle alimentaire américain basé principalement sur le couple maïs-tourteaux de soja dont la totalité des quantités exploitées sont importées. Cette situation rend la filière complètement dépendante à l'étranger et augmente considérablement la facture des importations, surtout avec la flambé des prix des matières premières dans les marchés internationaux et la diminution de la valeur de Dinard algérien.

Malgré les efforts de l'Etat, qui porte sur la suppression de la TVA et les droits de douanes sur ces deux matières en 2012 et l'encouragement (accès au foncier et financement) des agriculteurs pour produire le maïs localement, aucune amélioration n'est observée.

D'autres solutions, comme la substitution du maïs et de tourteaux de soja par des céréales, produit et coproduits produits localement, s'avèrent nécessaire pour soulever le problème de l'alimentation dans la filière chair et dans la production animale d'une manière générale.

Depuis des années, plusieurs chercheurs de différents instituts de recherches et universités nationales se sont intéressés à la recherche des ressources locales pour substituer partiellement les matières premières importées.

Des dizaines de recherches ont été conduites sur fêverole, fèves, pois, lupin, levure de bière, tourteaux de colza, farine de sous-produits de volailles, protéines d'organismes unicellulaires comme matières premières locales source de protéine. Triticale, sorgho, orge, caroube, dattes, sons de blé comme source d'énergie.

Les résultats obtenus sont très pertinents, les régimes qui comportent des ressources locales en l'état ou après un traitement thermique ou enzymatique donnent des performances comparables ou supérieures à celles de régime témoin basé sur le maïs et tourteaux de soja.

Les ressources locales peuvent être introduites en alimentation du poulet de chair en donnant des performances zootechniques intéressantes mais elles constituent une gamme réduite et une production faible. Dans ces conditions la substitution reste difficile.

Références bibliographiques

1. **Abbasi H., Seidavi A., Liu W., Asadpour L.** Investigation on the effect of different levels of dried sweet orange (*Citrus sinensis*) pulp on performance, carcass characteristics and physiological and biochemical parameters in broiler chicken. Saudi Journal of Biological Sciences. (2015). 22 : 139-146.
2. **Adjou K., Kaboudi K. 2013.** Démarrage du poulet de chair : une étape clé pour la conduite de la bande. La semaine vétérinaire, 20 septembre, n° 1552.
3. **Afolayan MO. and Afolayan M.** Nigeria Oriented Poultry Feed Formulation Software Requirements. Journal of Applied Sciences Research. (2008). 4: 1596-1602.
4. **Aimene H. 2015.** Caractéristiques des additifs alimentaires utilisés en alimentation animale en Algérie (Régions de l'Est). Mémoire de master. Nutrition animale et produits animaux. 46p.
5. **Ait Chitt M., Belmir H. et Lazrak A.** Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. (2007). 153 : 1-4.
6. **Alloui N. 2013.** Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. LRESPA, Service des Sciences Avicoles, Département Vétérinaire, Université Hadj Lakhdar de Batna, Algérie.
7. **Álvarez-Fuentes G., García-López J.C., Pinos-Rodríguez J.M., Aguirre-Rivera J.R., Jasso-Pineda Y. and Celestino-Santillán S.G.** Effects of feeding the seeds of *Prosopis laevigata*, *Acacia schaffneri* and *Ceratonia siliqua* on the performance of broiler chicks. South African Journal of Animal Science. (2012). 42: 254-259.
8. **El Bouamrani A. et Hadj Moussa I. 2017.** Situation de l'aviculture type chair dans la zone nord-est dans la wilaya d'Ain Defla. Mémoire de master. Sciences et Techniques de Production Animale. Université El Djilali Bounaama d'Ain Defla. 47p.
9. **Amessis-Ouchemoukh N., Ouchemoukh S., Meziat N. et al.** Bioactive metabolites involved in the antioxidant, anticancer and anticalpain activities of *Ficus carica* L., *Ceratonia siliqua* L. and *Quercus ilex* L. extracts. Industrial Crops and Products. (2017) : 956-973.

10. **Anonyme 1.** file:///C:/Users/info/Desktop/caroube/fiche_technique_gomme_caroube.pdf
11. **Anonyme 2.** <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-3359-caroubier.html>
12. **Anonyme 3.** <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/caroubier.htm>
13. **Arab N. 2013.** Effet des composés phénoliques de la caroube sur les paramètres du stress oxydatif chez des rates soumises à un rypergras. Mémoire de master. Biologie. Université Abou Bakkr Belkaid. Tlemcen. 75p.
14. **Azzouz H. 2006.** Alimentation de poulet de chair. Institute technique des Elevages. Pp : 5, 7, 11.
15. **Bahloul A., Kitane S. et Khelifa M. 2013.** Nouveau procédé de traitement et valorisation de graine de caroube par cuisson thermique en autoclave et séparation de l'épluchure par voie mécanique. Brevets. WO 2013/129899 Al. 17p
16. **Bamouh Ahmed.** Valorisation des orges en aviculture. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA). (1999). N ° 55. 4p
17. **Battle I. and Tous J. 1997.** Carob tree *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy.
18. **Bara Y., Arbouche R., Arbouche Y., Montaigne E., Abdelhamid B. and Arbouche F.** Effects of Replacing Corn With Cull Dates And Rumen Content Extract On Production Performances and The Characteristics of Broiler Chicken Carcasses. Ponte. (2019). 75 (8) : 137-148.
19. **Beghoul S. 2006.** Bilan lésionnel des autopsies des volailles effectuées au niveau du laboratoire vétérinaire régional de Constantine. Mémoire de magister. Médecine Vétérinaire. Université Mentouri de Constantine. 89 p.
20. **Beghoul S. 2015.** Effets De L'utilisation Des Céréales Et Des Protéagineux Autres Que Le Maïs Et Le Soja Dans L'alimentation Du Poulet De Chair. Thèse de doctorat. Pathologies aviaires et aviculture. Université des frères Mentouri. 177p.
21. **Belaid B. 1993.** Notion de zootechnie générale, Office des Publication Universitaire. Alger.
22. **Belaid D. 2015.** L'élevage avicole en Algérie. Édition. 66p.

23. **Bendjelloul N. 2017.** Identification d'*Hétérakis Gallinarum* Isolé Du Poulet De Chair Et Poulet Fermier (*Gallus Gallus*) Dans Les Localités De Mesra Et Enaro (Mostaganem). Mémoire de master. Biotechnologie alimentaire. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 42p.
24. **Benmahiole B., Kaid-harache M. et Daguin F.** Le caroubier une espèce méditerranéen à usage multiple. (2011). 51-58.
25. **Belala R. et Talah A. 2019.** Suivi d'élevage de poulet de chair au niveau de la Daira de khemis Miliana. Déplombe de docteur vétérinaire. Université de Saâd Dahleb- Blida 1-. 31p.
26. **Bludgen A. et al. 1996.** Aviculture semi industrielle en climat subtropical, guide pratique. Les presses agronomiques de Gembloux : 45-46, 47-48.
27. **Bonadonna T.** Le Son De Riz Dans L'alimentation Des Vaches Laitières. Le Lait, INRA Editions. (1936). 16 (158) : 811-832.
28. **Boudouma D. 2008.** Valorisation de son de blé dans l'alimentation de volaille. Thèse de doctorat. Production animale. Institut national agronomique. Alger. 172p.
29. **Bouharoud R. 2007.** Inventaire, Quantification et Utilisation Potentielle des Sous-Produits Agro-Industriels chez les Ruminants En Algérie. Mémoire de magister. Alimentation et Performances Zootechniques. Université Saâd Dahleb de Blida. 118p.
30. **Bouhrem I. 2019.** Le caroubier : Valorisation et utilisation industrielle. Mémoire de master. Biotechnologie Alimentaire. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 50p.
31. **Boulenouar T. 2020.** Production et consommation de la viande blanche : L'Algérie loin des normes. <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/147007>.
32. **Boussaâda T. 2016.** Facteurs de réussite d'un bon démarrage du poulet de chair. Mémoire de magister. Production animale. Université Batna 1. 80p.
33. **Bouvarel I., Lessire M., Narcy A., Duval E., Grasteau S., Quinsac A., Carine Peyronnet C., Tran G et Heuze V.,** Des sources de protéines locales pour l'alimentation des volailles : quelles voies de progrès ? OCL. (2014). 21(4) : D405. p2.
34. **Brah N., Houndonougbo F. M., Issa S. et Chrysostome C. A. A. M.,** Tableur Ouest Africain de Formulation d'Aliments de Volailles (TOAFA –Volaille). International Journal of Biological and chemical sciences. (2019). 13(3): 1308-1320.

35. **Cherif Abderahim M. 2013.** Performances zootechnico-économiques et caractéristiques de carcasse des poulets de chair (Hubbard F15) nourris aux rations à base de feuilles de *Leucaena leucocephala* (LAM) au Sénégal. Mémoire de master. Production animale. EISMV de Dakar. 44p.
36. **COBB. 2010.** Guide d'élevage poulet de chair, Performances et recommandations nutritionnelles.
37. **Corsi L., Avallone R., Cosenza F. et al.** Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia* (2002). 73 : 674-684.
38. **Comité national des coproduits. 2017.** Drêches de brasserie. 10 p.
39. **Dayon J. et Arbelot B. 1997.** Guide d'élevage des volailles au Sénégal. ISRALNERV.
40. **Didier. 1996.** Cité par : **Bessa D. 2019.** Représentation de la filière avicole dans la région de Tizi-Ouzou et évaluation de la production et de la consommation de viande de poulet. Mémoire de master. Production et nutrition animal. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 82p.
41. **Djebbouri D. et Hamrani L. 2017.** Suivi d'élevage de poulet de chair dans la Wilaya de Sidi Bel Abbas. Sciences vétérinaire. Université de Saâd Dahlab. Blida. 50p.
42. **Djerou Z. 2006.** Influence des conditions d'élevage sur les performances chez le poulet de chair. Mémoire de magister. Médecine vétérinaire. Université Mentouri de Constantine. 112p.
43. **Drif I. et Mahdi F. 2018.** Etude comparative du coût de production des élevages de poulet de chair (région de M'sila). Mémoire de master. Production et nutrition Animal. Sciences Agronomique. Université Mohammed Boudiaf M'sila. 48 p.
44. **EL Bouamrani A. et Hadj Moussa I. 2017.** Situation de l'aviculture type chair. dans la zone nord-est dans la wilaya d'Ain Defla. Mémoire de master. Sciences et Techniques de Production Animale. Université d'Ain Defla. 47 p.
45. **FAO et IFIF. 2013.** Bonnes pratiques pour l'industrie de l'alimentation animale – Mise en œuvre du Code d'usages pour une bonne alimentation animale du Codex Alimentarius. Manuels FAO : Production et santé animales. Numéro 9. Rome, Italie. 120p.
46. **FAOstat. 2020.** <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.

47. **Feliachi. 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. Commission nationale AnGR. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 46p.
48. **Ferrah A.** La filière avicole Algérienne diagnostic et stratégies. Institut technique des élevages. (2010). 10 page.
49. **Ferrando R. 1969.** Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse. Vigot Frères. Paris : 190p.
50. **Franck Y. 1980.** L'alimentation rationnelle des poulets de chair et des pondeuses. Edition : ITAVI. Paris. 41p.
51. **GENT side** maxisciences.com/poulet/l-elevage-de-volailles-en-batterie-un-sujet-polemique_art620.html
52. **Ghédira K. et Goetz P.** Caroubier : *Ceratonia siliqua* (L.) (Fabaceae). Phytothérapie. (2019). 17 : 286-290.
53. **Guyzoducamer, 2014.** Comment élever le poussin les 21 premiers jours. <http://neoindependance.canalblog.com/archives/2014/01/10/28917950.html>
54. **Haddarah A. 2013.** L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise. Thèse de doctorat. Procédés Biotechnologiques et Alimentaires. L'Université Libanaise (Ecole Doctorale des Sciences et Technologie) Et l'Université de Lorraine (France). 112 p.
55. **Hervé J. 2011.** Les enzymes additifs pour les volailles. Journée d'automne de l'AFZ. 14p.
56. **Herve J. 2015.** L'alimentation protéique des volailles. Rencontres régionales Poitou-Charentes de la recherche et du développement Saintes. France. 42 p. hal-01263585.
57. **Hubbard. 2015.** Bibliothèque technique. Guide d'élevage poulet de chair (PDF en ligne).<http://www.hubbardbreeders.com/fr/technique/bibliothequetechique/> Consulté le 31/01/2016. 62 P.
58. **INRAA. 2003.** Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie. Rapport, TNRA Algérie. 16p.
59. **INRA Prod. Anim. 2004.** Productivité et qualité du poulet de chair 17 (4), 265-273.
60. **INRA CIRAD. 2020.** <https://feedtables.com/fr>.

61. **INPN.** Citation : Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2020. Inventaire National du Patrimoine Naturel, Site web : <https://inpn.mnhn.fr>. Le 20 août 2020.
62. **Itab. 2015.** Alimentation des volailles en agriculture biologique. Cahier technique. p 15. 19.
63. **ITAVI. 2001.** Elevage des volailles. Paris. Décembre.
64. **ITAVI 2009.** Guide d'élevage aviculture fermière. Paris. 1^{er} édition.
65. **ITAVI 2017.** Situation du marché des volailles de chair Edition novembre 2017.
66. **ITAVI 2017.** Conditions de démarrage des poulets de chair influençant l'utilisation d'antibiotiques et le taux de mortalité dans les 10 premiers jours. Douzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 05 et 06 avril 2017.
67. **Jacquet. 2007.** Guide pour l'installation en production avicole. 31: 12-13.
68. **Jean-luc G. et al. 2011.** Maladies des volailles. Editions Frances Agricole. 3^{ème} édition. 539p.
69. **Kaderi M., Ben Hamouda G., Zaeir H., Hanana M., Hamrouni L.** Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Ceratonia siliqua* (L.). Phytothérapie. (2014). DOI 10.1007/s10298-014-0904-4.
70. **Kenzi MZ. et Wahaj M. 2015.** Etude sur l'alimentation de poulet de chair à base de maïs (Zenata et Ain Kebira). Technologie des industries agroalimentaires. Université ABOU-BAKR BELKAID Tlemcen. 65 p.
71. **Kokoun Kouamé Y. 2012.** Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée chez le poulet de chair au Sénégal. Médecine vétérinaire. Université cheikh Anta Diop de Dakar. 109 p.
72. **Lachapelle A. 1995.** Manuel d'aviculture moderne. A l'intention des futurs entrepreneurs en aviculture. ENSA. Thiès. 105p.
73. **Lakkab I., Lachkar M., El Hajaji H. et EL Bali B.** Nouveau procédé de décorticage de la caroube. (2018).
74. **Larousse agricole. 2002.** Industrie de l'alimentation animale. Edition 2002. Pp 318. 613p. http://www.larousse.fr/archives/assets/img/cover/120/B_agricole.png.
75. **Leclercq B. et Beaumont C.** Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéines. INRA Prod. Anim. (2000). 13 : 47-59.

76. **Lizardo R., Canellas J., Mas F., Torrallardonna D. et Brufau J.** L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la santé de porcelets. (2002) : 98-101.
77. **Ly M., Yan L., Wang Z., et al.** Effects of feed form and feed particle size on growth performance, carcass characteristics and digestive tract development of broilers. *Animal Nutrition*. (2015). 1 : 252–256.
78. **Maameri T. et Said F. 2018.** Effet de L'incorporation de la farine de caroube sur les paramètres organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques d'un lait fermenté type yaourt. Mémoire de master. Contrôle de qualité des aliments. Université de Mostaganem. 45 p.
79. **Mahdad MY. 2013.** Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie. Mémoire de magister. Amélioration de la production végétale et biodiversité. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen. 98p.
80. **Mahma H. et Berghouti F. 2016.** La filière avicole (poulet de chair) dans la wilaya d'Ouargla : autopsie de dysfonctionnement Cas de la région d'Ouargla. Parcours et Elevage en Zones Arides. Mémoire en Sciences de la nature et de la vie. Université d'Ouargla. 53 p.
81. **Mahmoudi. 2002.** L'élevage avicole en Algérie collection dossiers agronomique Edition 2015.
82. **Medjnah. 2014.** Alimentation de poulet de chair. Mémoire de master. Production et nutrition animale. Université Mohamed Boudiaf de M'sila.
83. **Meradi S., Arbouche F., Chekkal F., Benguigua Z., Mansori F. et Arbouche R.** Effets de l'incorporation de déchets de dattes locaux dans la ration sur la croissance de poulets de chair. *Livestock Research for Rural Development*. (2016). 28 (5) : 9p.
84. **Meziane F.Z., Longo-Hammouda F.H., Boudouma D. et Kaci A.** Quelles alternatives au couple « tourteau de soja - maïs » de l'aliment poulet de chair en Algérie ? (2013). Colloque international sur : l'école nationale supérieure agronomique : 50 ans de formation et de recherche
85. **Morinière F.** Alimentation des volailles en agriculture biologique. Cahier technique. Edition 2015. 20 p.

86. **Moula. 2009.** L'élevage avicole en Algérie. Edition 2015. 66 p.
87. **Mourad Y. 2016.** Indicateurs technico-économiques de la production du poulet de chair dans la région d'Ain Touta. Institute des sciences vétérinaires et des sciences agronomique de Batna. 68p.
88. **Ndoye N. 1996.** Étude de la qualité nutritionnelle des aliments de volaille vendus au Sénégal et de l'effet de leur supplémentation en lysine, en méthionine et en lipides sur les performances zootechniques de poulet de chair. Faculté de médecine vétérinaire et de pharmacie. Thèse de docteur vétérinaire. Ecole inter Etat des sciences et médecine vétérinaire de DAKAR. 81p.
89. **Njue S.W., Kasiiti J.L., Macharia J.M., Garcheru S.G., Mbugua H.C.W. (2002).** Health management improvements of family poultry production in Africa : survey results from Kenya. In El-Yuguda I.S., Ngulde M.B., Aboubakar Baba S.S (2007). Indices de santé, de conduite et de production des poulets villageois dans des communautés rurales sélectionnées de l'Etat de Borno (Nigeria). Aviculture Familiale Vol. 17, No. 1-2.
90. **OFAAL. 2015.** Observatoire des filières avicoles algérienne. Note de conjoncture produits et intrants avicoles. ITELV. 11p.
91. **O.R.AVIE.** (Office Régional d'Aviculture de l'Est). Contrôle sanitaire en aviculture du 11 août 2004. 25 p.
92. **Ortiz LT., Rodríguez ML., Alzueta C., Rebolé A., Centeno C. and Treviño J.** Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed in broiler chick diets on nutrient digestibility and intestinal viscosity. In : Muzquiz M., Hill G.D., Cuadrado C., Pedrosa M.M. and Burbano C. Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds. (2004). Ed : Wageningen Academic Publishers. 235-238.
93. **Réperant J-M.** La résistance aux anticoccidiens utilisés en volaille : Résistance aux antiparasitaires, notamment aux anticoccidiens utilisés en volaille. Les cahiers de la Recherche Santé, Environnement. Travail ANSES, (2013). Les multi-résistances, pp.32.<<https://www.anses.fr/fr/content/les-cahiers-de-la-recherche>>. <anses-01702390>.
94. **Roseiro LB., Duarte LC., Oliveira DL. Et al.** Supercritical ultrasound and conventional extracts from carob (*Ceratonia siliqua* L.) biomass: effect on the phenolic profile and antiproliferative activity. Ind. CropsProd. (2013). 47 : 132-138.

95. **Salih G. et Jilal A.** Utilisation alimentaire de la pulpe de caroube : Formulation et test consommateur. 2020.
96. **Sánchez S., Lozano LJ., Godinez C. et al.** Carob pod as a feedstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas. *Applied Energy*. (2010). 87: 3417-3424.
97. **Sauvant D., Dronne Y., Andre F., Bougon M., Delort-Laval J. et Fromageot D.,** L'inventaire des pratiques en alimentation animale. In AFSSA. (2000). Rapport du groupe de travail sur« L'alimentation animale et sécurité sanitaire des aliments ».PP 9(6)-19(3)20-36(5)-61(4).177P. www.afssa.fr.
98. **Sbay H.** Le caroubier au Maroc. Un arbre d'avenir. (2008). 47 page.
99. **Sehad H. et Goucem L. 2017.** Analyse de l'efficacité alimentaire chez le poulet de chair élevé à l'ORAC. Mémoire de master. Nutrition Animale et produits Animaux. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 48p.
100. **Smith AJ. 1992.** L'élevage de la volaille. Tome 2. Edition : Maisonneuve et Larose. France.
101. **Socodevi. 2013.** Guide d'élevage semi intensif.
102. **Sonaiya EB. et Swan EJ. 2004.** Production en aviculture familiale, un manuel technique. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture FAO. Rome. 140p.
103. **Tabti Adil. 2014.** Le Soja dans l'Alimentation du Poulet de Chair. Amélioration de la Production Végétale. Diplôme Mastère II. Université Abou-Bakr-Belkaid. 60p.
104. **Teno G. 2009.** Etude des déterminants de la consommation du poulet du pays: Cas de la région de Dakar. Thèse doctorat. Vétérinaire. Dakar, n° 36.
105. **Traore A. 2006.** Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rapport du Mali. 22p.
106. **Vilà B., de Queiroz D., Badiola I., Pérez-Vendrell A. and Brufau J.** Effects of carob bean gum on performance, nutrient digestibility and *Salmonella enterica* var. *Enteritidis* colonisation in chickens. *Food Research International*. (2012). 45: 1133-1138.
107. **Wiki mémoires. 2019.** Bâtiment d'élevage de poulet : La filière avicole en Algérie.

108. **Zitari S. 2008.** Etude des valeurs nutritives de certaines ressources alimentaires locales utilisées dans l'alimentation des animaux. Mémoire de Master. Université de Sousse.