



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
Université Chadli Bendjedid - d'El-Tarf
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des sciences de la nature et de la vie
قسم العلوم الزراعية
Département des Sciences Agronomiques

THESE

En vue de l'obtention du diplôme de « Doctorat es Sciences en Agronomie »
Option : Production Animale

THEME

**Incorporation de sous-produits dans l'alimentation du poulet de
chair « cas des rebuts des dattes et du contenu de rumen »**

Présentée par : Mme BAA BARA Yamouna

Jury

Président	Mr TELAILIA S	Pr	Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf
Promoteur	Mr ARBOUCHE R	Pr	Université Ghardaïa
Co- Promoteur	Mme BEN RACHOU N	MCA	Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf
Examineurs	Mr GHOZLANE F	Pr	ENSA El Harrach. Alger
	Mr BOUZID R	Pr	Université Chadli Bendjedid d'El-Tarf
	Mr BERGHICHE A	MCA	Université Souk-Ahras

Année Universitaire 2021/2022

ISSUES DE LA THÈSE

- 1. BARA Y, ARBOUCHE R, BAA A, MAMMERI A, 2021.** Modification quality and valorization of different ruminants content in farm animals feeding. Bulletin of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies. 37/ VOLUME 78 ISSUE 2/NOVEMBER. Received : 30 July 2021. Accepted: 25 October 2021 and Published: 15 November 2021. DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:2021.0008
https://www.researchgate.net/publication/356870830_Modification_of_microbiological_quality_and_valorization_of_different_ruminants_species_ruminal_content_in_farm_animals_feeding
- 2. BARA Y, ARBOUCHE R, ARBOUCHE Y, MONTAIGNE E, BAA A, ARBOUCHE F, 2021.** Date Scraps and Rumen Content Extract in Broiler Feed : Effects on Growth Performances, Carcass Yields, Meat Quality and Economic Efficiency. Sciendo. ADVANCED RESEARCH IN LIFE SCIENCES. 5, 2021, 55-63. Received: 01 September 2021. Accepted: 01 November 2021. DOI: <https://doi.org/10.2478/arls-2021-0030>. <https://sciendo.com/it/article/10.2478/arls-2021-0030>
- 3. BARA Y, BAA A, MAMMERI A, ARBOUCHE R, ARBOUCHE F, 2021.** Opportunité de valorisation des sous-produits dans le régime alimentaire du poulet de chair. Communication orale. 1^{er} Séminaire National en Sciences Agronomiques : Recherches à Vision Économique en Sciences Agronomiques. AGROWEB1-RAVESA 15-16 Juin 2021. Université de M'Sila.



Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
والحمد والشكر لله على فضله وتوفيقه

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à mon directeur de thèse
Mr ARBOUCHE Rafik, Professeur à l'université de Ghardaïa pour l'engagement et la détermination qui
ont permis de concrétiser cette thèse

Je remercie Madame BENRACHOU Nora Maître de conférences à l'université d'El-Tarf qui a encadré
également ce travail de recherche

Mes vifs remerciements s'adressent aux membres du jury :

Mr TELAILIA Salah, Professeur de l'université d'El-Tarf pour l'honneur qu'il me fait en prenant la charge
de présider ce jury de soutenance

Messieurs : GHOZLANE Fayçal Professeur à l'ENSA d'El-Harrach, BOUZID Riad Professeur à l'université
d'El-Tarf et BERGHICHE Amine Maître de conférences à l'université de Souk-Ahras, pour l'honneur
d'accepter d'examiner ce modeste travail

Mes remerciements les plus sincères s'adressent au Professeur MONTAIGNE Etienne, de l'unité mixte de
recherche MOISA, Sup-Agro Montpellier France pour sa bienveillance en révisant l'étude économique

J'adresse un remerciement particulier à Mr ARBOUCHE Fodil, Professeur à l'université de Ghardaïa,
pour son aide précieuse et sa contribution à la bonne marche de ma thèse et pour tous les échanges
enrichissants tout au long de mon cursus universitaire

Ils s'adressent aussi à Mr MAAMERI Adel, Maître de conférences au département d'Agronomie de
l'université de Mohamed BOUDIAF M'sila, pour son aide.

Je voudrai témoigner toute ma gratitude à mon époux et collègue Mr BAA Abdelhamid, Maître de
conférences au département d'Agronomie de l'université de Mohamed BOUDIAF M'sila pour son
implication dans l'étude économique, son aide, sa patience et tous ses sacrifices tout au long de ces
années afin de réaliser le présent travail, et pour la confiance qu'il m'a apporté

Mes vifs remerciements s'adressent également à toute l'équipe du bâtiment d'élevage pour m'avoir
autorisé de suivre l'élevage et mener à bien l'expérimentation

Je souhaite ici rendre hommage et exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui,
de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail

UN GRAND MERCI A TOUS



DEDICACE

Je dédie ce fruit à la mémoire de mon père et de ma belle-mère.

A ma mère, que dieu la protège et la garde saine et sauve

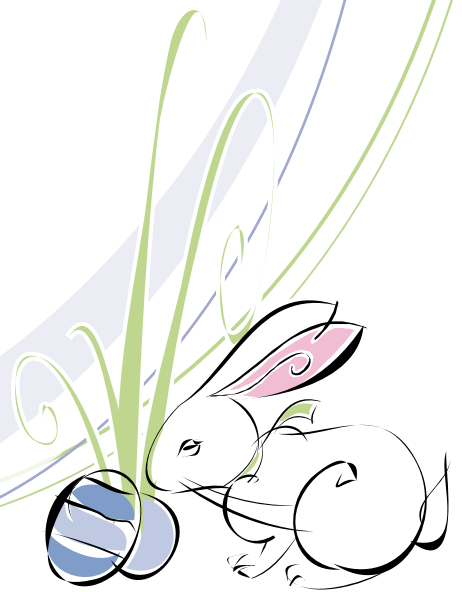
A mon époux et ma fille « Line »

A tous mes frères, sœurs et neveux

A tous les membres de ma deuxième famille de Biskra

Que dieu les protège tous et les bénisse

YAMOUNA



RESUME

L'objectif de cette étude est de remplacer le maïs dans les rations du poulet de chair par les rebuts des dattes entières issus des industries agroalimentaires des zones oasiennes, et de faire une complémentation par l'extrait du contenu de rumen issu des abattoirs de viandes rouges, afin de déterminer l'effet de substitution sur les performances de croissance (poids vif et GMQ), de consommation (ingéré alimentaire et indice de consommation) et les caractéristiques de carcasse. Une analyse économique est établit à travers le calcul du coût des charges de production et le prix de revient de 1 kg de viande.

200 poussins asexués, de souche locale, d'un jour, pesant en moyenne 25 ± 2 g, ont été répartis aléatoirement en 4 lots de 50 sujets chacun, en fonction du taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes (0%, 20%, 30% et 40%). Chaque groupe a été divisé en dix (10) paquets de 05 sujets. L'élevage a duré 48 jours.

Les poids vifs à 48 jours ont été améliorés pour l'ensemble des lots expérimentaux avec + 162 g (20%) ; + 82 g (30%) et + 31 g (40%) d'augmentation. L'ingéré alimentaire est resté constant avec un indice de consommation qui s'est amélioré (- 0,17 lot 20% ; - 0,05 lot 40%) par rapport au lot témoin. Les caractéristiques de carcasse restent inchangées pour l'ensemble des lots, hormis le poids du foie qui est moins développé pour les lots expérimentaux (-19 g lot 20% ; -14 g lot 30% et -17 g lot 40%).

L'incorporation des rebuts de dattes à raison de 40% en substitution du maïs avec addition de 250 ml /kg d'aliment d'extrait de contenu de rumen dans l'alimentation du poulet de chair, a permis d'améliorer le poids vif, le gain moyen quotidien en induisant un ingéré alimentaire et un indice de consommation moins importants. Dans les lots 20% et 40%, respectivement, nos coproduits ont présenté 4,8% et 3,4% de baisse du coût de l'alimentation.

Mots – clés : coût alimentaire, extrait du contenu de rumen, gain de poids, indice de consommation, poulet de chair, prix de revient, rebuts des dattes.

ABSTRACT

The aim of this study was to replacing corn with cull dates from agro-food industries in oasis zones and of complementing this with rumen content extract from red meat slaughterhouses in the chicken's feed rations, to determine the effect of this substitution on growth and consumption performances (live weight, ADG, ingested food and consumption index) and carcass characteristics. An economic analysis is established through the calculation of the cost of production charges and the cost price of 1 kg of meat.

A total of 200 sexless chicks day-old chicks of local stock, with an average weight of 25 ± 2 g, were divided randomly into 4 groups of 50 subjects, each group distinguished by the respective rate of substitution of corn by cull dates (0%, 20%, 30% and 40%). Each group was divided into ten (10) packages of 05 subjects. The breeding lasted 48 days.

The live weights after 48 days improved for all experimental groups, recording an increase of + 162 g (20%) ; + 82 g (30%) and + 31 g (40%). All of the characteristics remained unchanged for all groups with the exception of liver weight, which was lower in the experimental groups.

Substituting 40% of the corn by culls dates while adding 250 ml rumen content extract per kilogramme of broiler chicken feed increased the live weight and average daily gain. In the 20% and 40% lots, respectively, our co-products showed 4.8% and 3.4% lower food costs.

Keywords : broiler chicken, consumption index, cost price, culls dates, food costs, rumen content extract, weight gain,

الهدف من هذه الدراسة هو استبدال الذرة في حصص تسمين الدجاج بمخلفات التمور الكاملة والتي مصدرها الصناعات الغذائية في مناطق الواحات، ومعالجتها بالمحلول المستخلص من محتوى الكرش المأخوذ من مسالخ اللحوم الحمراء من أجل تحديد تأثير الاستبدال على أداء النمو (الوزن الحي، المكسب اليومي المتوسط)، الاستهلاك (مؤشر الاستهلاك والاستهلاك الغذائي) وخصائص الذبيحة. التحليل الاقتصادي تم من خلال حساب تكاليف الإنتاج وسعر تكلفة 1 كغ من اللحم.

تمت تربيته 200 ككتوت (غير معرفة الجنس)، من سلالة محليه أعمارها يوم واحد، بوزن 25 ± 2 غرام، مقسمة عشوائيا إلى 4 مجموعات، لكل منها 50 صوصا اعتمادا على معدل استبدال الذرة بمخلفات التمور (0، 20، 30، 40)%. تم تقسيم كل مجموعة إلى عشرة (10) مجموعات صغيرة تتألف من 05 صيصان كل واحدة. تم تحسين الأوزان الحية خلال 48 يوماً في جميع المجموعات، قدرت الزيادة ب: + 162 غ بالنسبة للمجموعة (20%)، + 82 غ (30%) و + 31 غ (40%). بقيت كميات الأغذية المستهلكة ثابتة مع تحسن مؤشر الاستهلاك (-0,17، للمجموعة 20% و -0,05 للمجموعة 40%) مقارنة مع مجموعة المراقبة. خصائص الذبيحة بقيت دون تغيير بالنسبة لجميع المجموعات، باستثناء وزن الكبد الذي كان اقل تطوراً بالنسبة للمجموعات التجريبية (-19 غ (20%)، -14 غ (30%) و -17 غ (40%) .

دمج 40% من التمور كعلف عوضا عن الذرة مع إضافة 250 مل / كغ من خلاصة الكرش المستخلص في غذاء الدواجن يحسن الوزن الحي ، متوسط المكسب اليومي من خلال التقليل من تناول الطعام وانخفاض مؤشر الاستهلاك. في المجموعات 20% و 40% على التوالي، أدت منتجاتنا المحلية (مخلفات التمور و خلاصة محتوى كرش الاغنام) الي تغذية أقل تكلفة: 4,8% و 3,4%.

الكلمات المفتاحية : تكلفة الغذاء دجاج اللحم، خلاصة محتوى الكرش، زيادة الوزن، سعر التكلفة، مؤشر الاستهلاك، مخلفات التمور

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau n°01	Principaux pays producteurs de viande des volailles dans le monde	6
Tableau n°02	Synthèse des rapports de la FAO (2010-2019) sur la production mondiale de viande par espèce	7
Tableau n°03	Evolution de la consommation des viandes dans le monde (1971-2007)	8
Tableau n°04	Evolution de la consommation des viandes (1980-2020)	9
Tableau n°05	Besoins du poulet de chair en protéines, lysine et AAS selon l'âge	15
Tableau n°06	Recommandations en oligo-éléments (en ppm) pour le poulet de chair	16
Tableau n°07	Apports recommandés en vitamines (en ppm) pour poulet de chair	17
Tableau n°08	Besoins quotidiens en quantité d'aliment par phase d'élevage	17
Tableau n°09	Critères physico-chimiques d'une eau potable pour les volailles	18
Tableau n°10	Principales caractéristiques analytiques des protéagineux et du tourteau de soja ...	21
Tableau n°11	Composition chimique des rebuts des dattes et du maïs	25
Tableau n°12	Effectifs des animaux abattus dans le monde en 2014	28
Tableau n°13	Composition chimique comparative du contenu de rumen	29
Tableau n°14	Récapitulation du schéma d'échantillonnage et des analyses microbiologiques réalisées	35
Tableau n°15	Paramètres statistiques de la flore microbienne détectée dans les échantillons de CR non traités par Hcl1n (UFC/g)	39
Tableau n°16	Paramètres statistiques et application du test de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) sur la flore microbienne détectée dans des échantillons de CR non traités par Hcl1n chez différentes espèces animales (UFC/g).....	41
Tableau n°17	Moyennes de la flore microbienne détectée dans tous les échantillons de CR après traitement chimique (Hcl1n) par rapport aux normes Algériennes (UFC/g)	43
Tableau n°18	Moyennes de la flore microbienne détectée dans tous les échantillons de contenu	43

	de rumen et application du test de Wilcoxon avant et après traitement	
Tableau n°19	Composition chimique des rebuts des dattes	47
Tableau n°20	Teneur en MAT et en AA de l'extrait du contenu de rumen	49
Tableau n°21	Formule des aliments de démarrage, de croissance et de finition en fonction du taux de substitution	50
Tableau n°22	Evolution de la croissance pondérale en fonction du taux de substitution	55
Tableau n°23	Evolution de l'ingéré alimentaire et de l'indice de consommation en fonction du taux de substitution	58
Tableau n°24	Evolution des paramètres d'abattage en fonction du taux de substitution	60
Tableau n°25	Performances zootechniques comparatives	63
Tableau n°26	Prix unitaire des matières premières, énergie, main d'œuvre et transport pour 1kg de rebuts des dattes (schéma 1).....	69
Tableau n°27	Ensemble des coûts de production (schéma 1)	70
Tableau n°28	Coût des postes de dépense pour 1kg de rebuts des dattes (schéma 2)	72
Tableau n°29	Postes de dépense dans le coût total de production (schéma 2)	73
Tableau n°30	Prix unitaire des charges	75
Tableau n°31	Coût des différents concentrés après substitution	77
Tableau n°32	Indicateurs économiques selon le taux de substitution	80
Tableau n°33	Prix d'intérêt des rebuts des dattes en fonction du taux de substitution	84

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure n°01	Production mondiale de poulets par les grands producteurs 5
Figure n°02	Production mondiale de viandes sur la période 1990-2016 et projections à l'horizon 2027 7
Figure n°03	Evolution de la production de viandes blanches en Algérie, Maroc et Tunisie 12
Figure n°04	Besoins, recommandations et marge de sécurité pour la formulation d'aliment 13
Figure n°05	Evolution de la production des dattes en Algérie 24
Figure n°06	Moyennes de la flore microbienne détectée dans les échantillons de CR non traité avec Hcl1n 40
Figure n°07	Moyennes de la flore microbienne détectée dans les échantillons de CR non traités par Hcl1n chez différentes espèces animales 42
Figure n°08	Démarche de préparation des sous-produits 49
Figure n°09	Poids vif selon le taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes 55
Figure n°10	Courbe de croissance des animaux dans les quatre lots 56
Figure n°11	GMQ selon le taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes 56
Figure n°12	Ingéré alimentaire selon le taux de substitution du maïs 58
Figure n°13	IC selon le taux de substitution du maïs 59
Figure n°14	Paramètres d'abattage selon le taux de substitution 60
Figure n°15	Etapes de préparations des rebuts des dattes 68
Figure n°16	Composantes du coût de production des RD dans le schéma 1..... 71
Figure n°17	Composantes du coût de production des RD dans le schéma 2..... 74

LISTE DES PHOTOS

	Pages
Photo 01. Rebutts des dattes de variété Deglet-Nour au cours du séchage	22
Photo 02. Contenu de rumen étalé au sol et pulvérisé d'Hcl1n	23

LISTE DES ABREVIATIONS

€	euro
AA	acides aminés
AAE	acides aminés essentiels
ABPA	association Brésilienne des protéines animales
CB	cellulose brute
CE	commission Européenne
CFD	charges fixes directes
CFI	charges fixes indirectes
CIRAD- GRET	centre de coopération internationale en recherche Agronomique pour le développement - Groupe de recherche et d'échanges technologiques
CIRCAB	centre de ressources de communication et d'information pour les administrations et les entreprises
CIRCABC	centre de ressources de communication et d'information pour les administrations, les entreprises et les citoyens
CMV	complément minéral-vitaminique
CNIFA	conseil interprofessionnel de la filière avicole
CNIS	centre national de l'informatique et des statistiques
CP	coût de production
CR	contenu du rumen
CRD	contenu du rumen déshydraté
CRS	contenu du rumen sec
CRSS	contenu du rumen séché au soleil
CVD	charges variables directes
CVI	charges variables indirectes
DAAF	direction de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt
DBRCM	mélange sang-rumen séché
EE	ether extract
DZD	dinar Algérien

EB	énergie brute
ED	énergie digestible
EM	énergie métabolisable
epc (ou ec)	équivalent poids carcasse
ESM	erreur standard moyenne
FAO	organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GMQ	gain moyen quotidien
GP	gain de poids
Hcl	acide chlorhydrique
IA	ingéré alimentaire
IC	indice de consommation
IEMVT	institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
INRA	institut national de la recherche agronomique
IP	indice FAO des prix (introduit en 1996)
ITAVI	institut technique de l'aviculture
Kcal	kilocalories
Kt	kilotonne ou millier de tonne
Ktec	kilotonne équivalent carcasse
MA	ministère de l'agriculture
MADR	ministère de l'agriculture et du développement rural
MAT	matière azotée totale
MB	marge brute
MG	matière grasse
MM	matière minérale
MO	matière organique
MP	matière première
MS	matière sèche
Mt	millions de tonnes
NFE	nitrogen free extract
OCDE	organisation de coopération et de développement économique

OFAAL	observatoire des filières avicoles Algériennes
ONFAA	observatoire national des filières agricoles et agroalimentaires
PB	protéines brutes
pH	potentiel hydrogène
PIB	produits indigènes bruts
Ppm	parties par million
PV	poids vif
q	quintal
qx	quintaux
RC	rendement de carcasse
RD	rebuts des dattes
RDD	rebuts des dattes dénoyautés
RDE	rebuts des dattes entières
SAU	surface agricole utile
t	tonne
UE27	les 27 états membres de l'unité Européenne (incluant Bulgarie et Roumanie à partir de 2007)
UE28	les 28 états membres de l'union Européenne
USD	dollar des États-Unis
USDA	ministère de l'agriculture des Etats-Unis

TABLE DES MATIERES

RESUME, ABSTRACT, ملخص	
REMERCIEMENTS ET DEDICACES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES PHOTOS	
LISTE DES ABREVIATIONS	
INTRODUCTION	

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01. Production et consommation du poulet de chair (statistiques)

1. Généralités	4
2. Dans le monde	4
2.1. Production	4
2.2. Consommation	8
3. Au niveau national	10
3.1. Production	10
3.2. Consommation	12

CHAPITRE 02. Besoins nutritionnels du poulet de chair

1. Besoins nutritionnels du poulet de chair et recommandations	13
1.1. Energie	13
1.2. Protéines	14
1.3. Minéraux	15
1.4. Vitamines	16
2. Consommation d'aliment et de l'eau	17
3. Additifs alimentaires	18
4. Principales matières premières dans l'alimentation du poulet de chair	19
4.1. Les matières premières source d'énergie	19
4.2. Les matières premières source de protéines	20

CHAPITRE 03. Les rebuts des dattes et le contenu de rumen

1. Les rebuts des dattes	23
1.1. Production des dattes en Algérie	23
1.2. Composition chimique des rebuts des dattes	24

2.	Le contenu de rumen	27
2.1.	Effectifs d'animaux abattus	28
2.2.	Importance et composition chimique du contenu de rumen	28

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1. Qualité microbologique du contenu de rumen

Résumé	31
Introduction	32
<u>MATERIEL ET METHODES</u>	
APPROCHE METHODOLOGIQUE	35
1. Echantillonnage	35
2. Protocole et normes pour les analyses microbiologiques	36
3. Interprétation des résultats	37
4. Analyse statistique	37
<u>RESULTATS ET DISCUSSIONS</u>	
1. Le pH des échantillons de contenu de rumen	38
2. Qualité microbologique du CR avant traitement par Hclln	38
3. Variation de la qualité microbologique des CR selon l'espèce animale	41
4. Qualité microbologique des CR après traitement avec Hclln	42
Conclusion	45

CHAPITRE 2. Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

<u>MATERIEL ET METHODES</u>	
1. Objectifs	46
2. Animaux, régime alimentaire et protocole expérimental	46
3. Mesures effectuée	51
3.1. Gain de poids	51
3.2. Indice de consommation	51
3.3. Ingéré alimentaire	52
3.4. Gain moyen quotidien	52
3.5. Taux de mortalité	52
3.6. Rendement de carcasse	53
4. Analyse statistique	53

RESULTATS

LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ABATTAGE

1.	Croissance pondérale	54
1.1.	Au cours du démarrage	54
1.2.	Au cours de la croissance	54
1.3.	Au cours de la finition	54
2.	Consommation d'aliment et efficacité alimentaire	56
2.1.	Au cours du démarrage	57
2.2.	Au cours de la croissance	57
2.3.	Au cours de la finition	57
3.	Paramètres d'abattage	59

DISCUSSION

1.	Performances de croissance	61
2.	Paramètres d'abattage	64

CHAPITRE 3. Analyse économique

APPROCHE METHODOLOGIQUE

66

RESULTATS

1.	Calcul du coût de production	67
1.1.	Coût de production des rebuts des dattes	67
1.1.1.	Premier schéma	67
1.1.1.1.	Calculs des coûts	68
	A. Charges variables directes	68
	B. Charges variables indirectes	69
	c. Charges fixes directes	69
1.1.2.	Deuxième schéma	71
1.1.2.1.	Calculs des coûts	71
	A. Charges variables directes	71
	B. Charges variables indirectes	71
	c. Charges fixes directes et indirectes	71
1.2.	Coût de production du contenu de rumen	74
1.2.1.	Coût des charges variables directes	74

1.2.2. Coût des charges variables indirectes	75
1.2.3. Coût des charges fixes directes	75
1.3. Calcul du coût des aliments	76
1.3.1. Exemple de calcul du CPrs du lot 20%	78
1.3.2. Exemple de calcul du CCE du lot 20%	78
1.4. Coût complet de production	79
1.5. Coût de l'alimentation	79
1.5.1. Coût alimentaire total	80
1.6. Estimation du coût total de production	81
<u>DISCUSSION</u>	83
CONCLUSION	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ARTICLE	

INTRODUCTION

La volaille continuera de renforcer sa position dominante dans le secteur de la viande, son cycle de production court permet aux producteurs de réagir rapidement aux signaux du marché, et se prête à des améliorations rapides en matière de génétique, de santé des animaux et de pratiques d'alimentation (OCDE/FAO, 2019).

Au niveau mondial, la production des viandes blanches détient la première place (37,38%) devant la viande porcine, bovine et ovine (36,87% ; 21,13% et 4,60%, respectivement) au cours de la période 2016-2018. A l'horizon 2028, la production de viandes bovine et ovine devra rester stable alors que celle de la viande blanche évoluera au détriment de la viande porcine (38,72% contre 35,35%) (OCDE/FAO, 2019). Dans son rapport de perspectives alimentaires parait en Juin 2013, la FAO a reporté que la consommation mondiale de cette viande devrait progresser de 200 millions de tonnes entre 2010 et 2050. En Algérie, la production de viandes blanches a connu une forte augmentation durant la période 2010-2017 avec un taux d'accroissement de 109% par rapport à la décennie 2000-2009, devant un taux de progression de 55% pour la production de viandes rouges (MADR, 2020).

L'alimentation du poulet de chair doit être équilibrée de façon à avoir un rendement maximum dans le temps le plus court possible, elle est considérée à la fois l'un des principaux facteurs explicatifs des performances d'élevage et le premier poste du coût de production, estimé à 60-70% (ITAVI, 2002 ; Adamou, 2010 ; Belhouajeb et Chehat, 2013 ; CAR, 2016), et à 90% (MADR, 2012).

Le prix des aliments conventionnels (maïs et soja) dans les marchés mondiaux ne cesse de grimper. (Dronne, 2018) a signalé qu'au cours de la période 2011-2018, les prix se situent presque au double de la moyenne de la période 1974-1998. Alors, (OCDE/FAO, 2017) prévoient que le prix du maïs devrait faire entre 2014-2016 et 2026 une progression en prix courants de 20%, alors que durant cette même période, le prix de la graine de soja devrait progresser de 11%. En Algérie, des quantités immenses de maïs et tourteaux de soja sont importées (OFAAL/ITELV, 2019), la valeur des importations a évolué au cours de la période 1989-2011 de 2 201 328 tonnes de maïs et 733 936 tonnes de tourteaux de soja (CNIS, 2012).

Pour que l'impact du poste « alimentation » sur le kilogramme de viande produit soit moindre, il est judicieux de baisser le coût des formules alimentaires en utilisant des aliments alternatifs aux graines de maïs et de soja. Les sous-produits agro-industriels tels les rebuts des dattes « Hchef » des régions oasiennes et le contenu de rumen des abattoirs de viandes rouges font l'intérêt de cette étude.

Les rebuts des dattes représentent la gamme la plus importante du point de vue tonnage que les pédicelles et les palmes sèches, ils détiennent 25% de la production annuelle (Chehna et Longo, 2001). La production totale de dattes connaît un essor remarquable, elle a passé de 492 188 tonnes en 2006 à 1 094 700 tonnes en 2018 (FAOSTAT, 2019), des quantités qui devraient osciller en 2025 autour de 1 573 097 tonnes (FAOSTAT, 2020). Alors, la production annuelle de « Hchef » est énorme, présentant 273 675 tonnes en 2018 et pouvant être amélioré à 393 274 tonnes d'ici 2025. La composition chimique et valeur nutritive des rebuts des dattes ont été déterminées (Estanove, 1990; Chehna et al, 2000; Chehna et al, 2003; Arbouche, 2012; Meradi et al, 2016a; Mennani et al, 2017 et Arbouche et al, 2018). Ils détiennent une excellente valeur énergétique, mais imposant selon ces mêmes auteurs une complémentation azotée pour les volailles.

Plusieurs essais d'amélioration des performances de production font recours aux améliorateurs de croissance (Rahman et al 2012), des pro-biotiques avec ou sans minéraux et vitamines (Islam et al, 2004; Anjum et al, 2005; Harun Ar Rashid et al, 2015), des enzymes exogènes et des amino acides essentiels (Murakami et al, 2012; Fernandes et al, 2015) et du jus de rumen (Ziolecki et al, 1984; Zebrowska et al, 1989), ont été étudiés. Pour le poulet de chair, le jus de rumen a été testé comme améliorateur de croissance par Kuçukersan et al (2002). Cela, vue que le rumen recueille un microbiote diversifié (bactéries, protozoaires, champignons, virus bactériophages) (Dusart, 2014), sécrétant des enzymes de dégradation multiples (cellulases, hémicellulases, amylase, protéases, enzymes pectinolytiques et lipolytiques) (Grenet et al, 1991) pouvant ainsi augmenter la valeur biologique des matières azotées alimentaires (Thivend et al, 1985).

Dans le contexte de valorisation de sous-produits locaux et la recherche d'aliments alternatifs au maïs et tourteaux de soja, moins onéreux et offrant de viandes au prix de vente beaucoup plus abordable au consommateur que s'axe ce travail. Cette étude consiste à la substitution du maïs dans le concentré du poulet de chair par les rebuts de dattes entières (RDE) à différents taux d'incorporation (0, 20, 30 et 40%), puis à l'imbibition de ce concentré à raison de 250ml/Kg par l'extrait du contenu de rumen (ECR) à activité microbiologique stabilisée chimiquement avant sa distribution aux sujets, afin de contrôler les performances de croissance, les paramètres d'abattage et le coût de production au cours d'un cycle d'élevage de 48 jours.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPTRE 1.

Production et consommation du poulet de chair

1. Généralités

Avec 66 milliards d'individus abattus dans le monde chaque année, les poulets sont les animaux domestiques les plus nombreux sur la planète. En 2016, le nombre de poulets abattus dans le monde a été évalué par la FAO à 65 847 411 000 individus. Comme les poules pondeuses, ils appartiennent à l'espèce *Gallus gallus domesticus*. Plus âgés que les poussins, mais pas encore adultes, les poulets sont les adolescents de cette espèce, aussi bien mâles que femelles. Contrairement aux poules pondeuses qui sont sélectionnées génétiquement pour pondre un maximum d'œufs, les poulets élevés pour leur viande sont sélectionnés pour produire un maximum de chair en un minimum de temps. Si l'espérance de vie de ces oiseaux se situe autour d'une dizaine d'années, les poulets de chair sont abattus à l'âge d'un mois environ dans les élevages intensifs (L214, 2018).

Les différences entre les types de production du poulet de chair tiennent à la densité dans le bâtiment et à l'âge d'abattage. Pour le poulet standard, la densité peut dépasser 20 oiseaux au mètre carré et l'âge d'abattage se situe entre 42 et 50 jours. Pour les poulets de marque, elle est comprise entre 12 et 15 oiseaux au mètre carré et l'âge d'abattage se situe entre 50 et 70 jours. Pour les poulets sous label, elle est inférieure à 10 oiseaux au mètre carré et l'âge d'abattage est supérieur à 81 jours (Larousse, 1984).

2. Dans le monde

Le poulet a représenté 31% de la production mondiale de viande en 2013 (Momagri, 2016). Il détient selon FAOSTAT, 89% de la production mondiale de viande des volailles en 2017, bien avant les dindons (5%), les canards (4%), les oies et les pintades (2%), le reste provient d'autres espèces de volaille. La demande en viandes de volaille reste stimulée par les prix élevés des viandes concurrentes, mais la croissance est ralentie notamment par la hausse des prix des matières premières (Magdelaine et al, 2013).

2.1. Production

Bien qu'elle varie d'une région à l'autre, l'augmentation de la quantité globale de viande produite (dont les volailles) est mise au crédit des pays développés (tableau 01). En 2018 et selon (OCDE/FAO, 2019), les Etats Unis d'Amérique ont acquis la première position en production de poulets avec 19,35 Mt, suivis par le Brésil avec 13,55 Mt,

l'Union Européenne avec 12,31 Mt, la République Populaire de Chine avec 11,7 Mt, l'Inde avec 4,855 Mt et la Russie avec 4,72 Mt (figure 01).

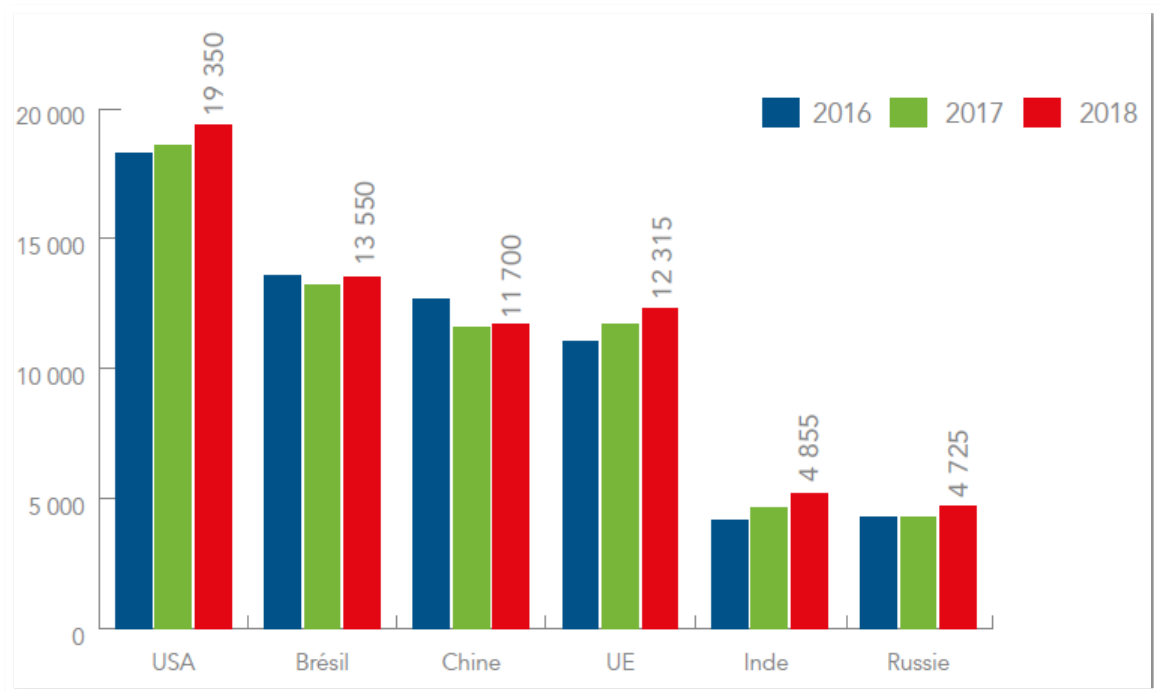


Figure 01. Production mondiale de poulets (en Kt) par les grands producteurs (USDA cité par OCDE/FAO, 2019)

A travers tout le monde, la production de viandes de volaille est en croissance fléchée. La hausse de production pourrait cacher des évolutions différentes selon les espèces : en Amérique par exemple, la production de poulets a marqué une hausse de 3,9% en 2015 par rapport à 2014 en raison d'une demande croissante, contrairement à la production de dindons qui a baissé de 3,7% au même temps car touchée par les épidémies d'influenza aviaire du début de l'année 2015 (ITAVI, 2016b).

Les perspectives agricoles de la FAO (2015) présentent une progression de la production des volailles de 1,8 % par an de 2015 à 2024, tandis que la production des autres types de viandes augmenterait seulement de 1,3 % par an.

Le tableau 01 présente une récapitulation des évolutions de la production de viande de volaille par les grands pays producteurs au cours de la période 2014-2017 et des prévisions de croissance annuelles à 5 ans (2018-2022).

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. Aperçu sur l'importance de la filière avicole chair

Tableau 01. Principaux pays producteurs de la viande des volailles (2014-2017)

	2014 (en Mt)	Evolution 2014/2013	2015 (en Mt)	Evolution 2015/2014	2016 (en Mt)	2017 (en Mt)	Perspectives de croissance annuelle à 5 ans (en Mt)
EUA	20,3	+ 1,5 %	21,5	+ 2,9 %	21,0	21,3	+ 0,8 %
Chine	18,5	+ 0,5 %	19,0	+ 2,8 %	18,90	19,1	+ 1,6 %
UE 27	14,1	+ 2,6 %	13,8*	+ 3,8 %	14,3*	14,5*	+ 0,4 %
Brésil	13,3	+ 2,9 %	13,8	+ 3,6 %	13,90	14,0	+ 0,9 %
Russie	3,70	+ 3,9 %	4,10	+ 11,4 %	ND	ND	ND
Inde	2,50	+ 1,9 %	ND	ND	ND	ND	ND
Monde	110,5	+ 3,9 %	114,8	+ 3,4 %	116,8	118,2	+ 1,2 %
Source	FAO (2015) et CIRCABC cités par ITAVI (2016a)		FAO (2016) ; CIRCAB ; ABPA et USDA cités par ITAVI (2016b)		OCDE/FAO cité par ITAVI (2017)	OCDE/FAO cité par ITAVI (2018)	

*UE 28 ; UEA : états unis d'Amérique ; ND : non disponible

La production de viande se mesure en (epc), ce qui correspond au poids des carcasses produites par les abattoirs, incluant donc des parties non comestibles comme les os et les tendons). Le ratio epc/viande désossée est en moyenne de 1,3 avec de petites différences d'une espèce à l'autre et d'un produit à l'autre (FAO).

Dans le tableau 02, les quantités totales produites dans le monde sont reproduites suivant les perspectives de l'alimentation et des marchés mondiaux de la FAO depuis l'année 2010 jusqu'à l'année 2019 ; à travers, on peut observer la progression de la production des viandes, particulièrement marquée sur le segment de la volaille. L'amélioration serait d'autant plus le fait des pays développés à raison de l'utilisation plus intensive d'aliments pour animaux dans le processus de production. Ainsi, le recours croissant à une alimentation plus riche en céréales dans le processus de production permettra d'atteindre plus rapidement un poids carcasse plus élevé (OCDE/FAO, 2017).

A travers ce même tableau, on aperçoit que c'est au cours de l'an 2015 que la filière avicole a connu son essor, avec une contribution de 36,47% dans la production totale face à celle porcine (36,22%), bovine (21,09%) et ovine (4,49%). Un taux qui devra s'améliorer pour atteindre 38,15% au cours de la campagne 2019/2020 (FAO, 2019) (figure 02).

Tableau 02. Synthèse des rapports de la FAO (2010-2019) sur la production mondiale de viande par espèce (en Mt)

Viande	Total	Bovine	Volailles	Porcine	Ovine	Source
2010 (MT)	294,6	67,5	98,2	109,9	13,5	FAO 2012
2011 (MT)	297,6	67,3	102,1	109,0	13,5	FAO 2013
2012 (MT)	304,2	67,0	105,4	112,4	13,7	FAO 2014
2013 (MT)	311,1	67,8	108,6	115,0	13,9	FAO 2015
2014 (MT)	315,4	68,0	111,0	116,9	13,9	FAO 2016
2015 (MT)	320,5	67,6	116,9	116,1	14,4	FAO 2017
2016 (MT)	326,8	69,7	119,0	117,8	14,7	FAO 2018
2017/18 (MT)	332,4	69,6	122,3	119,8	15,2	
2018/19* (MT)	337,3	71,2	124,8	120,5	15,2	FAO 2019
2019/2020** (MT)	336,5	71,6	128,4	115,6	15,3	

* estimations ** prévisions

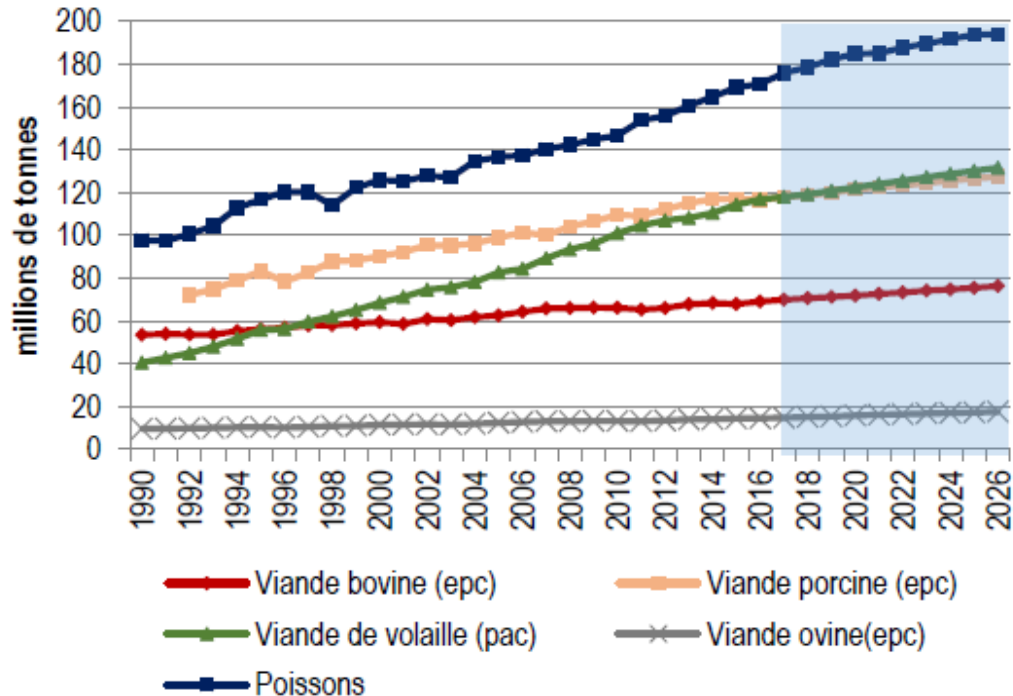


Figure 02. Production mondiale de viande sur la période 1990-2016 et projections à l'horizon 2027 (OCDE/FAO, 2016)

La production totale de viande devrait se chiffrer à un peu plus de 39Mt à l'horizon 2026, soit presque 353Mt, dont presque 75% interviendra dans les pays en développement. L'augmentation de la production mondiale de viande porcine ralentira sur les dix prochaines années principalement parce que ce type de viande ne tient pas une place importante dans l'alimentation au sein de nombreuses régions en développement (OCDE/FAO, 2019).

2.2. Consommation

Depuis les années 60, la consommation de lait par habitant dans les pays en développement a presque doublé, la consommation de viande a plus que triplé et la consommation d'œufs a quintuplé. Cette consommation accrue de produits de l'élevage a eu pour effet d'augmenter considérablement l'apport énergétique mondial par habitant, mais dans des proportions parfois très différentes selon les régions (FAO, 2009).

Le tableau 03 résume l'évolution moyenne de la consommation mondiale de viande par habitant et par espèce depuis la décennie 1971-1980 jusqu'à l'an 2007. Selon (FranceAgrimer, 2011), depuis 1960, le taux de croissance de la consommation de viande de volailles a toujours dépassé 2% par an, elle a progressé notamment dans les zones à fort pouvoir d'achat.

Tableau 03. Evolution de la consommation des viandes dans le monde (1971-2007) (FranceAgrimer, 2011)

(Kg/hab/an)	1971/1980	1981/1990	1991/2000	2001/2007
Viande bovine	10,8	10,4	9,70	9,40
Viande ovine	1,60	1,70	1,80	1,80
Viande porcine	10,6	12,4	14,0	15,1
Viande volaille	4,90	6,60	9,40	11,9
Total	28,9	31,1	34,9	38,2

Le tableau 04, synthétisé à partir des données des perspectives de la FAO, résume les moyennes de consommation de viande dans le monde dans les pays développés et les pays en voie de développement au cours de la période (1980-2020) :

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. Aperçu sur l'importance de la filière avicole chair

De 1980 à 2000, la consommation de viande (toutes espèces confondues) a évolué de 76,3 à 82,1Kg par habitant dans les pays développés et de 14,1 à 30,9Kg par habitant dans les pays en développement (FAO, 2009).

Tableau 04. Evolution de la consommation des viandes (Kg/hab/an) (1980-2020)

Consommation	IP FAO	Monde	Pays développés	Pays en développement	Source
1980	ND	30,0	76,3	14,1	FAO (2009)
2005	121	39,75	65,4	30,9	FAO (2007)
2006*	115	40,1	66,1	31,5	
2007	120	42,1	82,3	31,2	FAO (2008)
2008	128	41,7	81,7	30,9	FAO (2010)
2009	133	41,3	78,0	31,1	FAO (2011)
2010	152	42,5	79,2	32,4	FAO (2012)
2011	177	42,5	78,7	32,5	FAO (2013)
2012	182	42,9	76,2	33,5	FAO (2014)
2013	184	43,4	ND	ND	FAO (2015)
2014	198	43,4	ND	ND	FAO (2016)
2015	168	43,5	ND	ND	FAO (2017)
2016	156	43,7	ND	ND	FAO (2018)
2017/18	170	43,9	ND	ND	FAO (2019)
2018/2019*	166	44,0	ND	ND	
2019/2020**	164	43,4	ND	ND	

*IPFAO : indice FAO des prix ; ND : non disponible ; * : estimations ; ** : prévisions*

La consommation annuelle moyenne par habitant est la consommation indigène brute en kilo équivalent - carcasse divisée par l'estimation officielle de la population (FranceAgrimer, 2016). L'estimation pondérale de la production et de la consommation est établie en milliers de tonnes équivalent – carcasse (Ktec). Chaque rubrique du commerce extérieur des viandes et conserves qui porte sur un produit déjà partiellement transformé est convertie en équivalent carcasse par application d'un coefficient de conversion qui permet d'évaluer le poids de carcasse originel dont il le provient. De même, les animaux vivants sont convertis en poids de carcasse.

La consommation totale devrait augmenter de près de 1,5% par an dans le monde. En valeur absolue, l'augmentation de la consommation totale des pays développés représentera au cours de la période (2017-2026) environ un cinquième (1/5) de celle du monde en développement, où elle est alimentée principalement par une croissance démographique et une urbanisation rapide (OCDE/FAO, 2017).

Par le passé, des prix de vente peu élevés ont contribué à faire de la volaille la viande de prédilection, surtout pour les consommateurs des pays en développement. Suite à l'amélioration des revenus, de nombreux consommateurs devraient diversifier leur consommation de viande et ajouter à leur alimentation des viandes plus coûteuses comme la viande bovine et la viande ovine, ce qui fera augmenter la consommation par habitant de ces types de viande d'ici 2028 à l'échelle de la planète (OCDE/FAO, 2018).

3. Au niveau National

Jusqu'au début des années 60, l'aviculture industrielle des pays du Maghreb était inexistante et les produits avicoles étaient issus de l'aviculture traditionnelle. Le développement du secteur industriel a entraîné la marginalisation progressive du secteur traditionnel. En l'absence d'une politique publique de gestion des ressources génétiques avicoles locales, ce secteur est ainsi très menacé par l'érosion génétique.

La filière avicole Algérienne a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales grâce à l'intervention de l'état depuis le début de l'an 1970. Depuis, elle connaît une dépendance accrue vis-à-vis du marché mondial, une faible compétitivité des produits offerts et un manque d'organisation des acteurs de la filière (Kaci, 2015). L'Algérie n'importe plus de viandes blanches depuis la mise en place du programme de développement du secteur avicole, mais, la filière est boulimique en intrants, le secteur importe 80% des 2 500 000 tonnes d'aliments (maïs, tourteau de soja et complément minéral vitaminé), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements (MADR, 2018).

3.1. Production

Le cheptel avicole est estimé en 2017 à 240 millions de poulets et dindonneaux, dont 90% est retenu par les éleveurs du secteur privé. L'aviculture Algérienne n'a cessé de se développer à travers les différents plans de développement et les organisations de productions qui interviennent en amont et en aval de la filière (Ferrah, 2004).

La production nationale a enregistré une évolution considérable, ainsi, l'offre en viandes blanches est passée de 95 000 tonnes à près de 300 000 tonnes entre 1980 et 2010, soit une progression de +212% en 30 ans (MADR, 2011) pour atteindre 530 000 tonnes en 2017

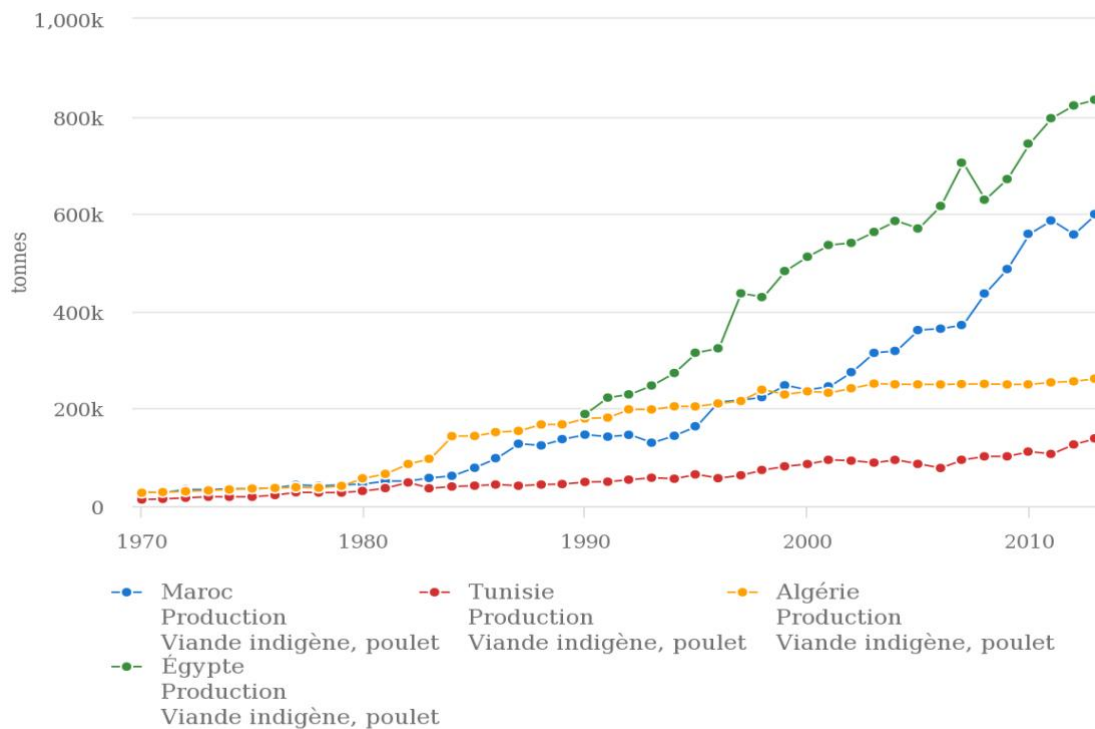
(soit une progression de +153% entre 2009 et 2017) et 580 000t en 2019 selon les prévisions du MADR (2018).

Malgré l'évolution du secteur avicole, l'Algérie se place en dessous de la moyenne requise au niveau mondial ou la production annuelle de poulet tutoie la barre des 130 Mt (MADR 2020). Ainsi, la valeur ajoutée de la production avicole en 2017 a été de 155 milliards DZD contre seulement 54 milliards DZD en 2009, soit une croissance de 184%. La filière avicole en représente 5% de la valeur ajoutée de la production agricole en 2017, évaluée à 2 140 milliards DZD.

La figure 03 extraite des données comparées de la FAOSTAT (2020) trace les courbes d'évolution de la production annuelle de viande de poulet durant la période 1970-2013 de l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et l'Egypte. En Algérie, la production de viande de poulet était en croissance considérable, atteignant 261 000t en 2013 ; une production meilleure par rapport à celle Tunisienne (138 746t), mais bien après celle Marocaine (599 265t) et Egyptienne (834 135t).

Au cours de la décennie 1970-1980, l'évolution de la production des pays du Maghreb n'est pas encore importante, comprise entre 13 200t et 56 800t, environ. Selon la figure 03, au cours de la période 1980-1996, l'Algérie se classe en premier rang devant le Maroc et la Tunisie. En 1980, l'Algérie avec 179 671t se classe devant le Maroc (146 406t) et la Tunisie (49 280t). En 1995, l'Algérie (204 360t) est devant le Maroc (163 654t) et la Tunisie (64 789t).

Depuis 1996, le Maroc se classe au premier rang, devant l'Algérie et la Tunisie, mais bien après l'Egypte qui a produit 323 718t au cours de la même année. Les données pour l'Egypte ne sont pas disponibles au cours des deux décennies 1970-1980 et 1980-1990.



Source: FAOSTAT (avr. 23, 2020)

Figure 03. Evolution de la production de viandes blanches en Algérie, Maroc et Tunisie (1970 - 2015) (FAOSTAT, 2020)

3.2. Consommation

La demande de produits destinés à l'alimentation humaine dépend de la croissance de la population et des revenus, et de plus en plus aussi de l'évolution des habitudes alimentaires et des préférences de consommation (OCDE/FAO, 2018).

Le développement de la filière avicole en Algérie a permis une augmentation sensible de la consommation de viande de poulet de chair. Cette dernière, est passée de 0,82 kg/hab/an en 1972 à 9,18 kg/hab/an en 1986 (Fenardji, 1990). La consommation de la volaille a enregistré une augmentation permanente au cours des vingt dernières années, estimée à 10% chaque année. En 2000, avec 30 millions d'habitants, la consommation est estimée à environ 10kg par habitant. Aujourd'hui avec une population de 42 millions, elle est à environ de 20kg/habitant/an. Cette tendance haussière devrait se poursuivre du fait de la croissance de la population (CNIFA, 2019).

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 2.

Besoins nutritionnels du poulet de chair

1. Besoins nutritionnels du poulet de chair et recommandations

En aviculture, les besoins sont définis pour un lot d'animaux et ne reflètent pas nécessairement les besoins individuels. Les besoins sont exprimés en Energie Métabolisable (EM), exprimée en (kcal/j) (VanEekeren et al, 2006). Des recommandations supérieures aux besoins moyens sont réalisées afin d'être sûr que l'aliment ne soit pas le facteur limitant (figure 4). Au fur et à mesure que l'âge de l'animal augmente, ses besoins évoluent de façon continue avec une diminution des besoins en protéines, relativement aux besoins en énergie (Dusart, 2015a).

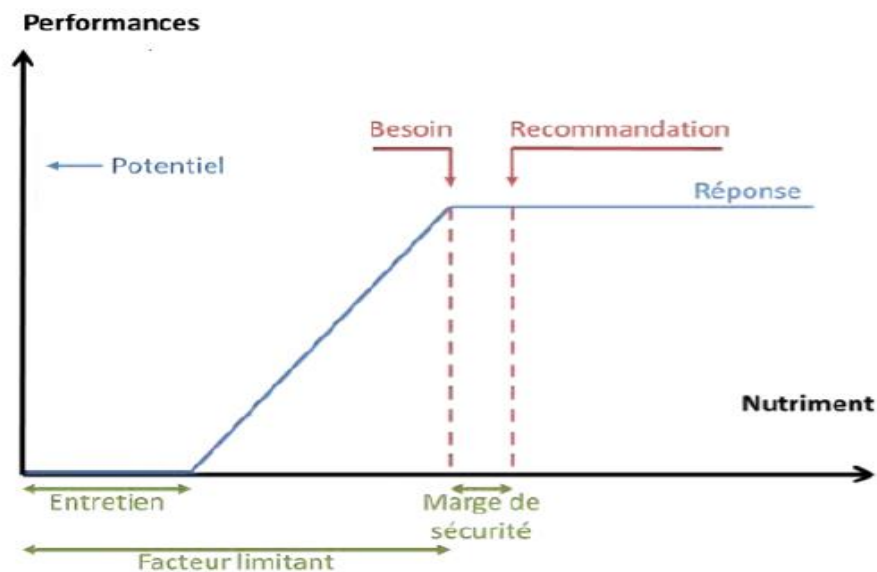


Figure 4. Besoins, recommandations et marge de sécurité pour la formulation d'aliment (Sauvant, 2005)

Les composants nutritionnels de base nécessaires pour les animaux sont l'énergie, les acides aminés, les vitamines, les minéraux et l'eau.

1.1. L'énergie

Elle est nécessaire pour assurer les fonctions métaboliques de base de l'animal et la prise de poids. La quantité d'énergie contenue dans les aliments est généralement exprimée en unités d'énergie métabolisable (EM) par unité de poids (exprimée en cal/g ou en kcal/kg).

En formulation, l'EMAn (énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul) est utilisée, elle ne tient pas compte de l'énergie endogène mais d'une correction par rapport au gain de poids des animaux lié à la fixation de protéines. Dans la pratique, on préconise une concentration énergétique comprise entre 2 700 et 2 900 kcal d'EM par kg d'aliment (Dusart, 2015a).

L'énergie de la ration alimentaire est en grande partie constituée de glucides et, dans une certaine mesure, de graisses ou d'AA (Smith, 1997). Pour obtenir un niveau de croissance suffisamment appréciable, il faut tout d'abord satisfaire les besoins énergétiques pour l'entretien et l'activité de l'oiseau (Picard, 2001).

1.2. Les protéines

L'équilibre protéique de l'aliment coûte cher et est l'un des principaux déterminants du résultat technique. Une formule alimentaire mal ajustée peut annuler la marge bénéficiaire de la production de poulet (Quentin et al, 2004). Les besoins azotés des monogastriques sont généralement exprimés en gramme de protéines brutes (ou d'acides aminés) par 1 000 Kcal d'énergie (ED ou EM). Un résumé des besoins en protéines est rapporté dans le tableau 5. Chez le poulet, méthionine, lysine, thréonine, tryptophane, leucine, isoleucine, valine, serine, arginine, histidine et phénylalanine sont des acides aminés essentiels, c'est à dire que le métabolisme n'est pas (ou mal) capable de les synthétiser (Quentin et al, 2004).

Les besoins doivent être assurés prioritairement en qualité (acides aminés) et surtout en quantité suffisante, et sans excès (Huart, 2004a), et ceci pour entretenir et développer les tissus ainsi que pour fournir diverses productions qui en sont attendues. Un déséquilibre du rapport lysine/méthionine entrainera une augmentation de l'indice de consommation et donc du coût de production.

La notion de « protéine idéale » définit les besoins en AA par rapport aux besoins en lysine fixés à 100%. Les valeurs relatives des AAS, méthionine + cystine, augmentent avec l'âge des poulets car les dépôts protéiques au niveau des plumes représentent 5 à 6 % les premiers jours et 11 à 12 % en fin d'élevage. Les plumes sont riches en AAS

Chapitre 2. Besoins nutritionnels du poulet de chair

comparativement à la carcasse (AAS/lysine 0,62/1 pour la carcasse, 5/1 pour les plumes) (Moriniere, 2015).

Tableau 05. Besoins du poulet de chair en protéines, lysine et AAS selon l'âge (g/100g de PV) (INRA, 1992)

Semaine	Protéines	Lysine	Acides aminés soufrés
1	30,0	1,54	1,18
2	30,5	1,55	1,22
3	32,2	1,57	1,25
4	35,8	1,59	1,30
5	37,5	1,64	1,30
6	42,0	1,69	1,38
7	43,2	1,76	1,40
8	44,8	1,80	1,42
9	45,1	1,85	1,44

La valeur nutritionnelle d'une protéine correspond au pourcentage d'azote ingéré, effectivement utilisé pour la synthèse protéique. Elle dépend donc de la composition de la matière première en AA, mais également des éventuels traitements thermiques subis (Dusart, 2015a).

Il est aussi recommandé d'apporter un minimum de graisses, car elles se traduisent par une augmentation de l'ingéré énergétique, du fait que la synthèse des acides aminés nécessite de l'énergie, d'où l'interdépendance entre l'alimentation azotée et l'alimentation énergétique. En plus, lorsque le besoin énergétique est couvert, les excès de protéines réduisent modérément l'appétit sans altérer la croissance. En moyenne, l'élévation de la teneur en protéines de 1% entraîne une réduction de la consommation d'aliment de 3% (Reddy et Bhosale, 2004).

1.3. Les minéraux

Les minéraux sont des nutriments non-organiques, classifiés comme majeurs (calcium, phosphore, potassium, sodium, chlore, soufre et magnésium) ou oligoéléments (cobalt, cuivre, fer, iode, manganèse, sélénium et zinc) (tableau 6). Ils agissent comme facteurs favorisant la croissance pondérale ou osseuse et la défense immunitaire du poulet de chair (Nys, 2001).

Les minéraux doivent être apportés en quantités suffisantes afin d'éviter les carences préjudiciable au bon fonctionnement physiologique de l'organisme, le cas du phosphore et du calcium sont particuliers.

Parce que le prix du phosphore minéral est élevé, que sa disponibilité est moindre et parce qu'il constitue une ressource non renouvelable, une attention particulière est accordée à l'estimation du phosphore disponible dans les matières premières et à une formulation au plus près des besoins (Dusart, 2015a).

Tableau 06. Recommandations en oligo-éléments (en ppm) pour le poulet de chair (Larbier et Leclercq, 1992)

Oligo-éléments	Démarrage / Croissance	Finition
Cobalt	0,4	0,4
Cuivre	3	2
Fer	40	15
Iode	1	1
Manganèse	70	60
Sélénium	0,1	0,1
Zinc	40	20

Les performances chez le poulet de chair (maximalisation de la consommation d'aliment, de la vitesse de croissance et de la minéralisation osseuse) sont beaucoup plus dépendantes du rapport Ca/NPP (phosphore non phytique) que du niveau d'apport intrinsèque de chacun des éléments (Driver et al, 2005 ; Rama et al, 2006 ; Létourneau et al, 2007 et Magnin et al, 2009).

1.4. Les vitamines

Elles jouent souvent un rôle dans la synthèse enzymatique. Les vitamines étant disponibles sous forme synthétique. Elles peuvent être incorporées selon les besoins lors de la formulation de l'aliment (Azouz, 1997). D'après Moriniere (2015), des compléments en vitamines d'un complexe A, D, E sont conseillés dans les périodes critiques (stade poussin, hiver, période prolongée de sécheresse...). Un déséquilibre vitaminique peut provoquer des troubles sérieux. Le tableau 7 présente les apports recommandés pour le poulet de chair.

Chapitre 2. Besoins nutritionnels du poulet de chair

Tableau 07. Apports recommandés en vitamines (en ppm) pour poulet de chair (Bourdon et al, 1989)

Vitamines	Démarrage et croissance	Finition
Vit A	10 000	10 000
Vit D3	1 500	1 500
Vit E	15	10
Vit K3	5	4
Vit B1	2	2
Vit B2	6	4
Acide pantothénique	5	5
Vit B6	3	2,5
Vit B12	0,01	0,01
Vit D3 niacine	25	15
Acide folique	0,2	0,5
Biotine	0,1	0,05
Choline	500	500

2. Consommation d'aliment et de l'eau

La consommation d'aliment conditionne la production du poulet et son coût détermine son rendement économique. Le niveau d'ingestion varie en fonction de l'âge de l'animal, la souche, la présentation physique de l'aliment, l'environnement (T°, ventilation, etc.), la digestibilité de l'aliment (Huart, 2004a) et des objectifs de production fixés (âge à l'abattage, rendement des pièces, qualité de la viande pour le poulet de chair) (Dusart, 2015a). L'aliment doit être apporté en quantités suffisantes selon l'âge (tableau 8) et doit être bien équilibré.

Tableau 08. Besoins quotidiens en quantité d'aliment par phase d'élevage (Larbier et Leclercq, 1992)

Age (j)	Poids Moyen (g)	IC	Aliment Ingéré (g/j)	Eau Ingérée (g/j)	Rapport Eau/Aliment
7	180	0,88	22	40	1,8
14	380	1,31	42	74	1,8
21	700	1,40	75	137	1,8
28	1 080	1,55	95	163	1,8
35	1 500	1,70	115	210	1,8
42	1 900	1,85	135	235	1,8
49	2 250	1,95	155	275	1,8

L'eau est le principal constituant du corps, représentant environ 70 % du PV total (Rudeaux, 1999 ; Dayon et Arbelot, 1997). Le poulet de chair boit presque deux fois plus qu'il ne mange (tableau 8). L'ingestion d'eau augmente avec l'âge de l'animal et avec la T° ambiante du poulailler. La présence de l'eau dans l'organisme est essentielle pour l'absorption des nutriments et l'élimination des toxines (Smith, 1997). Le manque provoque une réduction de la consommation et de graves retards de croissance. Selon VanEekeren et al (2006), une restriction de 10 % d'eau risque d'entraîner une baisse de la croissance et de l'efficacité des poulets de chair. Certains critères physico-chimiques de l'eau doivent être respectés (tableau 9).

Tableau 09. Critères physico-chimiques d'une eau potable pour les volailles (Moriniere, 2015)

Paramètres physicochimiques	Préconisations
pH	5,5 < pH < 6,5
Dureté (TH)	10 à 15°F
Fer	< = 0,2 mg/l
Manganèse	< = 0,05 mg/l
Nitrates	< = 50 mg/l
Nitrites	< = 0,1 mg/l
Matières organiques	< = 2 mg/l

TH : Titre hydrotimétrique ; °F: Degré Français

3. Additifs alimentaires

Il est possible d'utiliser des additifs technologiques (conservateurs, antioxydants, liants, agents antimottants et coagulants), sensoriels (composés aromatiques), nutritionnels (vitamines, provitamines, et oligoéléments) et zootechniques (enzymes et microorganismes) (Carrière et Roinsard, 2015). Des produits médicamenteux (antibiotiques, anticoccidiens), des facteurs de croissances, des détoxiquants, etc... Leur intérêt est évident lorsque les conditions d'élevage sont défectueuses (Azouz, 1997).

Parmi ces additifs, les enzymes suscitent beaucoup d'intérêt ; ce sont des protéines ajoutées aux aliments, principalement chez les volailles, permettant d'améliorer la digestibilité et la

biodisponibilité de certains nutriments et également pour une meilleure disponibilité des éléments nutritifs, en modifiant les caractéristiques physiques ou chimiques des excréments. Les matières premières utilisées renferment, à des teneurs spécifiques, des parties indigestibles représentées par des polysaccharides non amylacés (Geraert, 1991), du fait que le poulet ne possède pas assez d'enzymes nécessaires à leur dégradation (Gunal et al, 2006), l'administration des additifs alimentaires est devenue indispensable. L'utilisation d'enzymes sous forme d'additifs (protéases, xylanases, glucanases, amylases...) ou sous forme de matières premières (céréales) fermentées est bien connue pour améliorer la digestibilité globale de l'aliment (Parr, 2011).

4. Principales matières premières dans l'alimentation du poulet de chair

Les aliments destinés aux volailles sont estimés être composés en moyenne de 34% de blé, 27% de maïs, 27% de tourteau de soja et, 12% d'autres matières première telles que l'huile (3%), le tourteau de colza (0,2%), le tourteau de tournesol (0,3%) ou drêches (0,9%) (Cereopa, 2013).

4.1. Les matières premières source d'énergie

Parmi les céréales, il faudra privilégier le maïs, le blé tendre et le triticale et utiliser avec précaution, le seigle et l'orge qui contiennent des facteurs antinutritionnels (Dominique, 2009).

Le Maïs : la principale source d'énergie en alimentation des volailles (Cothenet et Bastianelli, 1999). Il est très appréciée grâce à sa valeur énergétique élevée parmi les céréales (Larbier et Leclercq, 1992), elle est de 3 925 kcal/kg brut (entre 3 200 et 3 726 kcal/kg de MS). En effet, le maïs contribue approximativement par 65% de l'EM et 20% de PB d'un régime de démarrage des volailles. En revanche, le maïs est pauvre en protéines, elles-mêmes mal pourvues en lysine et en méthionine. Il possède par contre un excès de leucine (Larbier et Lerclercq, 1992). La valeur nutritive du maïs n'est pas influencée uniquement par sa teneur en nutriments mais aussi par les caractéristiques de ces nutriments. Une température de séchage élevée modifie la quantité des protéines salino-solubles et rend plus difficile la séparation de ces protéines avec l'amidon. Ceci réduit la digestibilité de l'amidon (Tiago et al, 2011).

Le Blé : le blé peut substituer entièrement le maïs dans les rations des monogastriques. Cependant, ses quantités variables de pentosanes sont difficilement digérées et lui confèrent une texture poudreuse, d'où le besoin de granuler les rations à haut pourcentage de blé. L'intérêt nutritionnel du blé réside dans son apport énergétique sous forme d'amidon (DeBlas et al, 1995), complété par des composés protecteurs : fibres, magnésium, vitamines du groupe B. Le blé contient une quantité notable de protéines, mais ces dernières ne peuvent pas couvrir les besoins de l'organisme car elles sont déficitaires en lysine. Il est donc nécessaire d'associer la consommation de blé à celle d'une légumineuse pour rééquilibrer la qualité protéique globale. Il contient peu de matières grasses, ce qui évite l'accumulation de la graisse non saturée dans la chair de l'animal quand on y inclut une grande quantité dans les rations (Fernandez et Ruiz, 2003).

L'Orge : l'utilisation de l'orge à des niveaux élevés chez la volaille détériore les performances de croissance, en particulier chez les jeunes oiseaux (Jeroch et Danicke, 1995). Elle peut être incorporée jusqu'à 30 % dans les aliments des adultes sans incidence négative sur la croissance (Brake et al, 1997). L'orge contient également des β -glucanes qui augmentent la viscosité au niveau de l'intestin et réduisent la digestibilité des nutriments (Chesson, 2001). L'utilisation d'enzymes (principalement des β -glucanases) est donc recommandée dans des régimes à base d'orge (Bedford et Partridge, 2010) et permet ainsi une valorisation nettement plus élevée.

Le Sorgho : la 5^{ème} céréale la plus produite dans le monde, elle occupe le second rang parmi les céréales les plus utilisées dans l'élevage commercial de poulet de chair, dindons et poules pondeuses (Beyer, 2014), notamment dans plusieurs pays en Asie (Heuzé et al, 2012).

4.2. Les matières premières source de protéines

Plusieurs matières premières, dont les protéagineux (féverole, pois, farine de luzerne déshydratée), les tourteaux oléo-protéagineux (soja, arachide, colza, coton, lin, palmiste, sésame, et tournesol), les issus de meuneries (généralement peu énergétiques et relativement riches en azote) (ITAVI, 1980).

Chapitre 2. Besoins nutritionnels du poulet de chair

Le tourteau de soja : le soja est la matière première riche en protéines et en effet intéressante d'un point de vue nutritionnel (Bouvarel, 2013), et ainsi son profil nutritionnel est particulièrement bien adapté aux volailles (Juin, 2015). Le tourteau de soja, traité thermiquement, est le plus apprécié (bien qu'il présente un ratio lysine / acides aminés soufrés (AAS) déséquilibré par rapport au besoin du poulet) (Dominique, 2009), mais il doit être supplémenté en méthionine. Le tableau 10 apporte la valeur des tourteaux de soja ; plus faible teneur en EM (2 325 Kcal/j), plus riche en PB (45,8 %), AAS (2,99%), méthionine et tryptophane (1,38% et 1,35%, respectivement) par rapport aux autres protéagineux.

Tableau 10. Principales caractéristiques analytiques des protéagineux et du tourteau de soja (INRA, 1984)

	MS (%)	EM Kcal/Kg*	PB (%)	Acides aminés (% de protéines)				
				Lys-	Soufrés	Méth-	Trypto-	Thréo-
Féverole	87	2650	26,4	6,29	2,01	0,80	0,83	3,52
Pois lisse de printemps	87	2560	22,3	7,27	2,68	1,14	0,91	3,95
Lupin	87	2415	35,7	4,71	2,24	0,78	0,78	3,61
Tourteau de soja 48	88	2325	45,8	6,35	2,99	1,38	1,35	3,91

* valeurs déterminées sur coqs adultes

Les tourteaux de colza et de tournesol : le colza et le tournesol présentent moins d'intérêt que le soja. Leurs tourteaux ont un profil d'acides aminés intéressant (relative richesse en AAS) (Dominique, 2009). Le tourteau de colza est une source de protéines intéressante en raison de la qualité de ses protéines. Cependant, la teneur en protéines digestibles est trop faible et les fractions pariétales sont trop importantes (12% de cellulose brute et 10% de lignine), pour qu'il soit utilisé intensivement en alimentation des volailles (Juin, 2015). Le tournesol, présente aussi une teneur en protéines trop faible et nécessite d'être décortiqué non seulement pour concentrer les protéines mais aussi la fraction énergétique utilisable. Ce tourteau décortiqué (36% de protéines et 19% de cellulose par rapport à la matière brute) trouve sa place en alimentation des volailles à raison de 5 à 10% dans les formules (Peyronnet et al, 2012).

Le tourteau d'arachide : ce tourteau a des teneurs relativement élevées en matières azotées 45 à 50%. Celles-ci sont suffisamment pourvues en méthionine et en lysine. Ces protéines ont une valeur biologique inférieure à celle des protéines du tourteau de soja du fait d'une basse teneur en lysine, méthionine et tryptophane. (Zhang et Parsons, 1996 ; Costa et al, 2001) ont indiqués que ce tourteau ne doit pas dépassé chez le poulet 20% d'incorporation.

Le tourteau de coton : excellente source de protéines, il a des teneurs en AAS (méthionine et cystine) légèrement supérieures à celles du soja, mais leurs teneurs en lysine est plus faible (Cothenet et Bastianelli, 1999). Les principales limites d'utilisation de cette matière première chez la volaille sont sa teneur élevée en fibres et la présence de gossypol. Ce dernier est connu pour se lier à la lysine et réduire sa disponibilité et son absorption au niveau de l'intestin (Nagalakshmi et al, 2007 ; Dagher, 2008). Selon certaines études (Azman et Yilmaz, 2005), le tourteau de coton peut être utilisé chez le poulet et la poule sans détériorer les performances. En pratique, il est déconseillé de dépasser le taux d'incorporation de 10% dans les aliments destinés aux volailles (Larbier et Leclercq, 1992).

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 3.

Les rebuts des dattes et le contenu de rumen

Depuis des années, les chercheurs ont recherché des ingrédients alimentaires non conventionnels pouvant être utilisés dans l'alimentation du bétail, et qui réduisent le coût des aliments et de production. Les rebuts des dattes des régions oasisiennes et le contenu de rumen issu des abattoirs de viandes rouges font l'objet de ce chapitre.

1. Les rebuts des dattes

Les écarts de tri de dattes représentent les fruits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) non consommables par l'être humain et qui sont destinés traditionnellement à l'alimentation de bétail. Ils représentent une moyenne de 25% de la production annuelle de dattes, et peuvent être utilisés de façon rationnelle dans l'alimentation du bétail (Chehma et al, 2000).

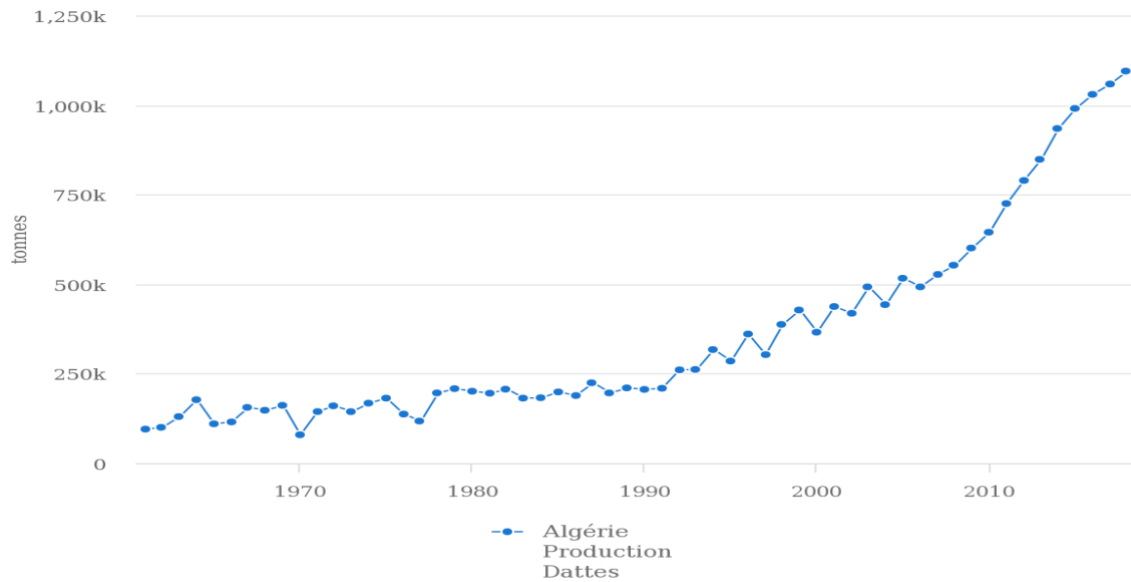
En Algérie, plusieurs travaux ont porté sur la valorisation des rebuts des dattes dans l'alimentation du mouton et du dromadaire (Chehma et al, 2000 ; Chehma et Seddi, 2001 ; Chehma et al, 2003 ; Chehma et Longo, 2004 ; Boudechiche et al, 2008a ; Boudechiche et al, 2009 ; Boudechiche et al, 2010 ; Meradi et al, 2016a ; Baa et al, 2018). Très peu d'étude ont cerné le poulet de chair (Meradi et Alloui, 2009 ; Meradi et al, 2016b ; Boukhris et al, 2017), ils ont visé l'incorporation des rebuts de dattes dans la ration alimentaire et la détermination de leurs effets sur la croissance du poulet de chair. L'étude réalisée par Adamou (2010) a porté sur la substitution du maïs dans la ration du poulet par un mélange de dattes sèches et luzerne et l'analyse des performances zootechniques.

1.1. Production des dattes en Algérie

La culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayas sahariennes. Elle se répartie dans les zones du Sud-Est (Biskra, El-Oued et Ouargla), Sud-Ouest (Bechar, Adrar), Centre-Extrême-Sud (Ghardaia, Tamanrassat, Tindouf, Illizi) et d'autres zones éparses (Merrouchi et Bouammar, 2015). Néanmoins, la répartition potentielle du palmier dattier se trouve dans le Sud-Est qui abrite plus de 50% du patrimoine national (ONFAA, 2017).

La production annuelle des dattes a connu un essor remarquable en Algérie, selon FAOSTAT (2020), ou elle a passé de 95 000t en 1961 à 1 094 700t en 2018 (figure 05), un chiffre qui pourra s'améliorer d'ici 2025 à 1 573 097t. Pour l'ensemble de la période 1961-2013 (53 ans), la FAOSTAT a rapporté un taux de progression de la production de 793% entre la première et la dernière année.

Selon les tables de la FAOSTAT et la figure 04 qui en ensuive, c'est en 1970 qu'on observe la valeur la plus basse de la production (79 265qx), et ainsi en 2016 qu'elle a dépassé 1million de tonne.



Source: FAOSTAT (mai 16, 2020)

Figure 05. Evolution de la production des dattes en Algérie (FAOSTAT, 2020)

1.2. Composition chimique des rebuts de dattes

Les rebuts des dattes sont composés par une grande gamme de catégories, dont les plus importantes du point de vue tonnage sont les « Hchef et Sich ». Plusieurs nominations référentielles citées par (Chehma et Longo, 2001) sont attribuées aux rebuts des dattes :

- M'soussa** : dattes attaquées par l'ectomyclois
- Kehla** : dattes noires ayant été oxydées
- Belha** : dattes tardives immatures
- Bouferoua** : dattes attaquée par boufaroua « *Oligonychus afrasiaticus* »
- Mentoucha, Mengouba** : dattes attaquées par les oiseaux et les rongeurs
- Malbouza** : dattes écrasées
- H'chef** : dattes déshydratées)
- Sich** : dattes non fécondées (mauvaise qualité/indisponibilité du dokkar ou pollen)

La composition chimique des rebuts des dattes a été bien déterminée dans plusieurs études. De grandes variations sont annoncées dans le tableau 11.

La particularité de la composition chimique des rebuts des dattes réside dans leur teneur élevée en sucres totaux, teneurs allant suivant le tableau 05 de 60 à 82% de MS, leur procurant un pouvoir énergétique élevé favorable à l'engraissement (Chehma et Longo, 2001 ; Arbouche et al, 2018). La variété Deglet-Nour contient 63% de sucres totaux (Benyahia, 1989 ; Boukhris et al, 2017). Grâce à leur saveur sucrée, les RD augmentent l'appétibilité de certains aliments refusés par l'animal (Maatallah, 1970).

La valeur énergétique des rebuts des dattes (2 300-3 785 Kcal/Kg MS) les situent au même niveau que le maïs (3 780 Kcal/Kg MS) et par conséquent, les présentent comme une source appropriée d'énergie dans l'aliment des volailles, ce qui a été annoncé par (Estanove, 1990 ; Chehma et al, 2000 ; Ahmed Serir, 2017) avec la restriction de les accompagner d'un apport protéique les rendant ainsi intéressants. (Boukhris et al, 2017) ont proposé d'incorporer des acides aminés de synthèse vue leurs pauvreté en MAT. La concentration énergétique optimale pour les volailles est comprise entre 2 700 et 2 900 kcal d'EM par kg d'aliment (Dusart, 2015). La richesse des rebuts de dattes en EM pourrait être due à leur teneur importante en glucides cytoplasmiques, particulièrement en monosaccharides (glucose, fructose) et saccharose (Estanove 1990).

Le tableau 11 expose aussi des faibles teneurs en MAT, variant de 1,38% de MS (Boudechiche et al, 2008b) à 5,2% de MS (Meradi et al, 2016a) contre 9% de MS (INRA, 1989) et 13,1% (Arbouche et al, 2018) pour les graines de maïs. (El-Kelawy et al, 2020) ont trouvé pour les noyaux des dattes un taux de protéines brutes de 6,38%.

Cependant, d'après (Boukhris et al, 2017) les rebuts de dattes se caractérisent par un bon équilibre en acides aminés essentiels (AAE) (lysine, méthionine et cystéine). L'équilibre du rapport (méthionine/lysine) pourrait améliorer l'indice de consommation (IC) et donc le coût de production (Moriniere, 2015).

Le taux des rebuts des dattes en cellulose brute (CB) est légèrement supérieur à celui du maïs, 1,5-24% contre 2,2% (INRA, 1989) et 2,6% (Arbouche et al, 2018), probablement, les noyaux de dattes riches en fibres sont à l'origine de cette richesse en CB. Comparativement, pour les rebuts des dattes dénoyautés, on peut aussi observer des teneurs plus faibles en CB allant de 1 à 4% de MS. (Boudechiche et al, 2010) ont considéré qu'un taux avoisinant 6-10% de CB est faible et est attribué à la richesse des rebuts des dattes en

sucres cytoplasmiques qu'en sucres pariétaux, ce qui par ailleurs leur confère une bonne valeur énergétique (1,06 UFL).

Les rebuts des dattes sont très riches en sels minéraux (potassium, calcium, phosphore et soufre) (Munier, 1973 ; Mkaouar et Kechaou, 2013), dépourvues d'amidon (Sawaya et al, 1982). Outre la valeur nutritive, les dattes sont riches en composés phytochimiques tels que les composés phénoliques (Vayalil, 2012 ; Noui, 2017), d'intérêt très intéressant en phyto-thérapie.

2. Le contenu de rumen

Le contenu ruminal est un des ingrédients non conventionnels, facilement disponible dans les abattoirs de viandes rouges. Il peut être ajouté aux régimes alimentaires à différents taux selon les espèces (Elfaki et Abdellati, 2016). (Chennaoui et al, 2012) ont indiqué que l'objectif de la valorisation des déchets d'abattoir pour usage agricole est double ; l'élimination des polluants et l'obtention d'un sous-produit riche en nutriments pour l'alimentation du bétail.

Plusieurs études dans les pays du moyen orient et à travers le monde ont déjà été entrepris dans ce sens et ont notamment porté sur la valorisation du contenu de rumen dans l'alimentation du bétail, voici quelques exemples d'étude sur le poulet de chair :

- (Esonu et al, 2006) : évaluation des performances, des caractéristiques des organes et de l'analyse économique de la viande du poulet de chair nourri au digesta de rumen séché ;
- (Adeyemi et al, 2008) : nourrir le poulet de chair avec des régimes contenant la farine des racines de manioc entières fermentées avec du filtrat de rumen ;
- (Darwazeh, 2010) : effets du filtrat du rumen fermenté avec du son de blé sur les performances des poulets de chair de finition ;
- (Esonu et al, 2011) : évaluation de la valeur nutritive du mélange de sang bovin fermenté et de digesta du rumen pour le poulet de chair ;
- (Elfaki et Abdellati, 2015) : évaluation de la valeur nutritive du contenu de rumen des bovins, chameaux, moutons et chèvres ;
- (Elfaki et al, 2015) : effet du contenu de rumen séché (CRS) sur les performances, des constituants plasmatiques et des caractéristiques de carcasse du poulet de chair ;
- (Elfaki et Abdellati, 2016) : le contenu du rumen dans l'alimentation animale ;

- (Yitbarek et al, 2016) : effet du mélange sang-rumen séché (DBRCM) sur l'apport alimentaire, le gain de poids corporel, le taux de conversion alimentaire et le taux de mortalité des poussins de chair SASSO C44.

2.1. Effectifs d'animaux abattus

Le contenu de rumen est l'un des déchets animaux qui représentent l'une des ressources sous-utilisées les plus importantes. Dans le monde, la quantité produite par an est très importante et est reliée au nombre de têtes abattues. En 2014, selon les estimations de la FAOSTAT (2014), le nombre total de ruminants abattus a été de 1 318 671 502 par an (tableau 12), dont 1 289 322 355 têtes des trois espèces (bovin, ovin et caprin) (97,77%).

En Algérie, annuellement, près de 330 000 têtes de bovins et 9 millions de têtes d'ovins sont abattues (Kardjadj et Luka, 2016), l'équivalent de 8 250 tonnes brutes de contenu de rumen de bovin et 40 500t pour l'ovin, soit un total moyen de 48 750t par an. Sachant que la capacité de rumen des bovins est estimée à 25Kg/animal abattu avec 13,4Kg de MS (Beranger et Robelin, 1978), et celle des ovins est estimée à 2-7Kg d'après (Rezakhani et al, 2008).

Tableau 12. Effectifs des animaux abattus dans le monde en 2014 (FAOSTAT, 2014)

Espèce	Nombre de têtes abattues
Bovin	300 074 797
Buffle	26 220 078
Camélidé	3 129 069
Caprin	444 168 894
Ovin	545 078 664
Total monde	1 318 502

2.2. Importance et composition chimique du contenu de rumen

Les déchets d'abattoirs de viandes rouges (panse, cornes, viandes saisies, ...) sont produits quotidiennement en quantités énormes (1,42t/j) (Labioui et al 2009), et déversés dans les décharges publiques. Ils sont par conséquent, responsables de la pollution de l'environnement et compromettant donc la santé publique. La valorisation de ces sous-produits est justifiée d'un part par la protection des populations des méfaits de ces déchets (Labioui et al, 2007 ; Reuveni et al, 2002) et d'un autre part par la récupération d'une

source riche en matière organique (plus de 39,86% de MS) et autres éléments dont l'intérêt peut être véritable au niveau de l'alimentation du bétail ou de l'agriculture (Petersen et al, 2003).

Le contenu des réservoirs gastriques des ruminants n'est que des matières végétales à différents stades de la digestion microbienne, riche en nutriments (Emmanuel, 1978 ; McDonald et al, 2002 ; Agbabiaka et al, 2011a ; Agbabiaka et al, 2011b). Sa composition et valeur nutritive varient principalement selon l'espèce, il offre une bonne source d'énergie, de protéines, de minéraux et de vitamines (du groupe B particulièrement) (Elfaki et Abdellati, 2016). La composition chimique du contenu de rumen sec est très hétérogène, elle varie d'une saison à l'autre, et d'une région à l'autre, elle est fonction de l'alimentation de l'animal avant l'abattage (Rezakhani et al, 2008).

Dans le tableau 13 ci-dessous, la teneur en matière sèche du contenu de rumen sec varie entre 71,15% et 96,32%. La variabilité des teneurs de matières azotées totales et cellulose brute est très remarquable, allant de 6,6 à 42,3% (pour les MAT), et de 9,45 à 40,4% (pour la CB). Les teneurs en matières minérales sont acceptables, allant de 7,6 à 21,54%.

Tableau 13. Composition chimique comparative du contenu de rumen

Désignation	MS (%)	Composition chimique en % de MS				Références
		MAT	MG	CB	MM	
CR	-	21	6,1	30,3	11,5	Jovanovic et Cuperlovic (1977)
CRS	81,8	18,52	8,79	15,3	7,6	Esonu et al (2006)
CRD	71,15	12,85	3,35	9,45	8,36	Olukayode et al (2008)
CR	91,8	11,38	6,1	24,00	8,11	Togun et al (2009)
CRS	94,53	18,58	3,77	34,44	18,40	Agbabiaka et al (2011b)
CR	89,1	42,3	2,0	26,2	9,67	Ojebiyi et Saliu (2014)
CRS	96,20	14,38	4,40	24,80	16,42	Amani et al (2015)
CRSS	96,32	18,53	2,99	28,28	14,23	Elfaki et al (2015)
CRSS	91,3	18,53	7,81	28,28	9,25	Fathalla et al (2015)
CR	-	6,6	1,0	40,4	12,2	Jet Saartje et al (2015)
CRS	91,6	14,22	3,29	29,1	14,5	Anmar et al (2016)
CRSS	85,36	11,18	1,22	22,99	21,54	Efrem et al (2016)
CR Camelin	93,70	23,70	3,00	28,10	12,00	Makinde et al (2017)

CR : contenu du rumen ; CRS : contenu du rumen sec ; CRSS : contenu du rumen séché au soleil ; CRD : contenu du rumen déshydraté

Dans son article publié récemment, Cherdthong (2020) a noté que le contenu de rumen contient une teneur variant de 13,5 à 46,1% de protéines brutes et de certains nutriments essentiels (cellules microbiennes, acides aminés, minéraux et acides gras volatils). Son utilisation avec des sous-produits agro-industriels permet d'améliorer la digestibilité des nutriments (protéines notamment), réduit les coûts d'alimentation et contrôle l'élimination des déchets dans l'environnement.

Agbabiaka et al (2012) ont affirmés que les valeurs les plus importantes sont enregistrées pour le contenu de rumen sec des bovins (CRSB) avec 19,87% de protéines brutes et 34,90% de fibres brutes ($p>0,05$), 11,12% de cendres ($p<0,05$) alors que le contenu de rumen séché des caprins et des ovins ont présentés des taux les plus élevés en phytate, phytine phosphore et oxalate par rapport au CRSB ($p<0,05$). L'étude a montré qu'il y a peu ou pas de variation dans la composition en nutriments de ces déchets d'abattoir. Cependant, leur protéine brute $18,5\pm 1,0\%$ est comparable à certains aliments reconnus comme les céréales usagées et les sous-produits de blé, ce qui peut présenter un grand potentiel dans les régimes des monogastriques en tant que source de xanthophylles et de fibres alimentaires.

PARTIE EXPERIMENTALE

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1.

Qualité microbiologique du contenu de rumen

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen**Résumé**

Cette étude est basée sur l'analyse microbiologique d'un sous-produit d'abattoir de viandes rouges qui est le contenu du rumen, avant et après traitement par l'HCl1n, en vue de son valorisation dans l'alimentation des animaux d'élevage.

Au total, 24 échantillons de contenu du rumen ont été collectés par paires (deux séries), immédiatement après abattage de 12 ruminants (bovins, ovins et caprins) ; la première série n'a pas été traitée avec l'HCl (N₀ = 12), tandis que la deuxième série a été traitée avec l'HCl1n (N₁ = 12) pour ajuster son pH à environ 2. Ensuite, tous les échantillons (séries 1 et 2) ont été soumis à un ensemble d'analyses microbiologiques ciblant l'identification et le dénombrement de germes suivants : Flore Mésophile Aérobie Totale ; Coliformes Fécaux et Totaux ; Clostridium Perfringens ; *Staphylococcus aureus* ; *Salmonella spp* ; ainsi que les Levures et Moisissures.

Les résultats ont révélé qu'après avoir abaissé le pH à 2, les échantillons de la 2^{ème} série sont considérés de qualité satisfaisante, en référence aux normes microbiologiques Algériennes pour les aliments du bétail. Les taux de réduction des germes de la 2^{ème} série par rapport à la 1^{ère} série étaient les suivants : Flore Mésophile Aérobie Totale (86,45%), Coliformes Totaux (96,43%), Coliformes Fécaux (70,41%), Clostridium Perfringens (88,4%), levures et moisissures (87,75%) et absence totale de *Staphylococcus aureus* et de *Salmonella spp*.

Mots clés : abaissement du pH, qualité microbiologique des aliments, sous-produits agro-industriels, traitement HCl1n.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen**Introduction**

La production animale dépend principalement de la disponibilité et de la qualité du fourrage. Les ressources fourragères en Algérie se composent principalement de chaumes de céréales, de jachères de pâturage, de parcours steppiques, de forêts, de maquis et de quelques fourrages cultivés (Kali et al, 2011). Le fourrage cultivé contribue peu à l'alimentation des herbivores (6,1% de la SAU) par rapport aux plantes fourragères spontanées (Bencherchali et Houmani, 2010). Cela serait dû à plusieurs facteurs, d'une part, les dernières années ont vu des changements climatiques en Afrique du Nord et dans le grand Maghreb. Aussi, les trois quarts de la surface de l'Algérie sont soumis aux influences climatiques : hyper-aride, aride et semi-aride, caractérisées par une sécheresse estivale marquée (Nouaceur et al, 2013). En revanche, l'application de la politique agricole de développement dans les régions steppiques a occasionné des pertes très importantes en termes d'espace et de production pastorale (Nedjraoui, 2004).

Par conséquent, Yousfi et al (2017) rapportent que le déficit fourrager dans la steppe Algérienne est d'environ 40% en moyenne sur la période 2000 - 2014. Ce déficit fourrager avait un impact négatif sur la productivité animale et se traduit par un recours massif aux importations des produits d'origine animale tels que les produits laitiers et carnés (Adem et Ferrah, 2002). Selon le MADR (2014), les importations ont dépassé 770000 tonne d'orge et 13000t d'avoine pour plus de 2 millions USD. Parmi les solutions adoptées par les autorités Algériennes pour corriger ce déficit, mis à part l'importation, il ya la valorisation des sous-produits (Madani et al, 2004). Cependant, la bonne utilisation des sous-produits en alimentation animale nécessite la maîtrise de leur conservation, la connaissance de leur composition, de leur valeur nutritionnelle et des moyens susceptibles de les améliorer (Magnier, 1991).

En Algérie, des millions de tonnes de sous-produits agro-industriels sont jetés dans la nature, dont le contenu du rumen produit au niveau des abattoirs. Selon Béranger et Robelin (1978), chez les bovins, les contenu de rumen sont estimés à environ 25kg par animal abattu avec ($13,4 \pm 0,3$ kg) de matière sèche (MS). Chaque année, près de 9 millions d'ovins et 330000 têtes de bovins sont abattus en Algérie (Kardjadj et Luka, 2016). Face à ce nombre d'animaux abattus, on peut estimer que des milliers de tonnes de contenu de rumen seraient perdues chaque année.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

En effet, le contenu de rumen est largement disponible, et est principalement un déchet créant une pollution environnementale (Abouheif et al, 1999 ; Cherdthong et Wanapat, 2013). Avec un traitement et une utilisation appropriée, les contenu de rumen pourraient être une source précieuse de nutriments, lorsqu'ils sont inclus dans les régimes alimentaires de diverses catégories de bétail (Abouheif et al, 1999). La valorisation de ces déchets se justifie pour deux raisons : d'une part pour désengorger les aires de stockage, limiter les sources croissantes de pollution, et protéger la population riveraine des décharges publiques contre la méfiance envers ce type de déchets (Labioui et al, 2007 ; Chennaoui et al, 2012), et d'autre part, récupérer une source riche en matière organique (avec plus de 39,86 % de MS) et d'autres éléments qui peuvent présenter un réel intérêt dans l'alimentation du bétail et en agriculture (Petersen et al, 2003, Chennaoui et al, 2012).

Les ruminants, par l'action de leur microbiote, peuvent utiliser la lignocellulose qui est le polymère carboné le plus abondant sur la planète, le rumen ayant un rôle central dans la libération de cette vaste réserve d'énergie. Le rumen utilise la lignocellulose pour fabriquer des produits comme le lait et la viande qui seront ensuite disponibles pour les humains à consommer comme source de nourriture dense en nutriments (Matthews et al, 2020). Cependant, la contamination du contenu de rumen pendant ou après l'abattage, par des germes plus ou moins pathogènes, reste toujours probable, ce qui nécessiterait une réduction de cette flore par des moyens physiques ou chimiques, avant d'incorporer le CR dans l'alimentation animale.

Plusieurs études antérieures ont porté sur l'utilisation de contenu de rumen dans l'alimentation des animaux d'élevage ; en Thaïlande, Seankamsorn et Cherdthong (2020) ont suggéré que l'utilisation du contenu de rumen sous forme de granulés pourrait être un complément stratégique alternatif pour les bovins originaires de Thaïlande et croisés Wagyu afin d'améliorer les bilans azotés et les micro-organismes. Selon Mwesigwa et al (2020), l'utilisation du contenu de rumen dans l'alimentation animale, est encore faible et limitée aux porcs et aux pondeuses en Ouganda. En Éthiopie, Gebrehawariat et al (2016) ont montré que le contenu de rumen est un aliment potentiel pour les pondeuses ; il est économique et simple à mettre en oeuvre et c'est un aliment prometteur notamment pendant les périodes de pénurie et de coût élevé des aliments conventionnels.

Dans certains contextes, l'application de solutions traditionnelles de gestion centralisée des déchets entraîne des coûts élevés de collecte et de traitement. Ces coûts sont comptabilisés

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

au niveau des équipements et des moyens de transport gigantesques (Labioui et Cherkaoui, 2009). Afin de minimiser ces coûts et dans le cadre de la valorisation des sous-produits d'abattoir, notre étude propose l'atténuation de la flore microbienne du contenu de rumen par un traitement chimique qui est l'acide chlorhydrique dilué (HCl1n) en vue de sa valorisation en alimentation animale.

La qualité microbiologique du contenu de rumen issu des abattoirs de ruminants a été déterminée dans le but de les incorporer en complément dans l'alimentation des animaux d'élevage (ruminants, volailles, lapins, ...) après avoir proposer une méthode pour réduire leur charge microbienne en vue de leur conservation, d'autant plus que les contenu de rumen sont considérés comme un environnement favorable au développement microbien (Labioui et al, 2007).

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

MATERIEL ET METHODES

APPROCHE METHODOLOGIQUE

Au total, 24 échantillons de contenu de rumen ont été collectés. Pour chaque espèce de ruminants (bovin, ovin et caprin), huit (8) échantillons ont été prélevés (tableau 14). Deux échantillons ont été prélevés pour chaque animal ; un témoin (non traité par l'Hcl), et un autre traité avec l'Hcl1n. Le volume de la solution Hcl1n utilisé est en moyenne de 0,8 ml/10g d'aliment.

1. Echantillonnage

Un échantillonnage aléatoire simple de contenu de rumen frais a été effectué directement après l'abattage et l'éviscération des animaux de trois espèces ; bovin, ovin et caprin, tout en veillant à la séparation des contenu de rumen (par espèce et par individu). En suivant les règles d'asepsie recommandées (Konte et al, 1990), chaque échantillon de contenu de rumen prélevé a été homogénéisé par des mouvements de rotation de la panse immédiatement après l'abattage. Ensuite, l'identification immédiate des échantillons est réalisée à l'aide d'un marqueur indélébile.

Les échantillons sont prélevés puis acheminés directement dans une glacière isolée au laboratoire de microbiologie et de biochimie de l'Université de M'Sila, où ils subissent immédiatement des traitements et des tests microbiologiques.

Tableau 14. Récapitulation du schéma d'échantillonnage et des analyses microbiologiques réalisées

Espèce	Nombre par espèce	Nombre d'échantillons par espèce	Flores recherchées
Bovin	4	8	- Flore mesophile aérobie totale (FMAT)
Ovin	4	8	- Coliformes fécaux et totaux
Caprin	4	8	- <i>Clostridium perfringens</i> - <i>Staphylococcus aureus</i>
Total	12	24	- Levures et moisissures - <i>Salmonella ssp</i>

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen**2. Protocole et normes pour les analyses microbiologiques**

Au laboratoire, le pH des échantillons de contenu de rumen a été mesuré par un pH-mètre préalablement calibré sur 10g d'échantillon (milieu semi-liquide). La lecture s'effectue directement sur l'échelle graduée de l'appareil. Par la suite, la dilution appropriée de l'HCl pour stabiliser le pH à la valeur 2 a été déterminée, afin d'atténuer la charge des éventuels microorganismes pathogènes et d'assurer un environnement suffisamment acide et défavorable au développement microbien. Après avoir enregistré le pH de chaque échantillon avant et après traitement, il a été constaté que la solution d'HCl diluée à 1 normalité (HCl1n) est la plus efficace pour réduire l'acidité à la valeur souhaitée ($\text{pH} \leq 2$).

Les analyses microbiologiques réalisées (tableau 14) dans trois dilutions dans de l'eau peptonée tamponnée sont :

- **Flore aérobie mésophile totale (FMAT)** : le dénombrement a été réalisé après ensemencement sur gélose nutritive ordinaire (GNO) et incubation à 30°C pendant 72 heures (AFNOR, NF 08-051, 1991).
- **Coliformes totaux (CT) et coliformes fécaux (CF)** : le dénombrement est réalisé sur gélose VRBL après 48h d'incubation à 37°C pour les TC et 44°C pour les FC (AFNOR, NF 08-060, 2009).
- **Clostridium perfringens (CP)** : dans des tubes stériles, 1ml de solutions mères et des dilutions décimales sont introduits. Ces tubes sont placés au bain-marie pendant 15-20 minutes à 70-75°C pour détruire les formes végétatives éventuellement présentes et activer les formes sporulées. Immédiatement à la sortie du bain-marie, ces tubes sont refroidis sous l'eau du robinet. Par la suite, une quantité de 18 à 20ml de gélose Mande Liver est fondue puis refroidie à $45^{\circ}\text{C} \pm 1$, elle est additionnée de 0,2 ml de fer Alun et 0,5 ml de sulfite de sodium 5%, ce mélange est ajouté à chaque tube d'essai. Ainsi, les milieux préparés mélangés à l'inoculum sont doucement agités pour éviter la formation de bulles d'air. Après solidification sur paille, les tubes sont incubés à 37°C pendant 48 heures (AFNOR, NF 08-056, 1994).
- **Staphylococcus aureus** : isolé sur milieu sélectif Baird Parker supplémenté en tellurite de potassium et jaune d'œuf, et incubé à 37°C pendant 48 heures. Des colonies noires, brillantes, courbes et entourées d'une zone opaque et d'un halo clair sont prises en considération (AFNOR, NF 08-057, 2004).

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

- **Salmonella spp.** : le pré-enrichissement est réalisé par l'ajout de 25g de l'échantillon à 225ml d'eau peptonée tamponnée stérile dans un erlenmeyer de 250ml. Le ballon est incubé à 37°C pendant 24 heures. L'enrichissement est réalisé sur 10ml de bouillon de sélénite de sodium (SFB) auquel est ajouté 1ml de milieu de pré-enrichissement. Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 heures. L'isolement est réalisé sur gélose Hecktoen et incubé à 37°C pendant 24 heures (AFNOR, NF 6579, 2002).
- **Levures et moisissures** : le dénombrement est réalisé par comptage des colonies cultivées après ensemencement en surface et incubation à 25°C pendant 2 à 5 jours, sur milieu OGA (AFNOR, NF 08-059, 2002).

3. Interprétation des résultats

L'interprétation repose sur un classement en deux catégories : satisfaisant et insatisfaisant, d'un point de vue microbiologique et en fonction d'une valeur limite « m = M ». Dans certains cas, la présence d'un seul organisme, comme *Salmonella* spp., est inacceptable (Di Bartolomeo, 2011). Le comptage des colonies et l'expression des résultats ont été réalisés selon la norme (AFNOR, NF, XP V08-102, 1998).

4. Analyse statistique

L'étude statistique a été réalisée à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics version 21 (2011). La moyenne, l'écart type, min et max ont d'abord été calculés. Puis un test non paramétrique (de Kruskal-Wallis) a été réalisé pour la comparaison entre espèces animales avant traitement, et un test de Wilcoxon pour la comparaison de la qualité microbiologique avant et après traitement. Les critères d'appréciation microbiologique des résultats obtenus sont issus des normes Algériennes définies par la circulaire du 30 mars 1990 (MADR, 1990) relative au contrôle des aliments pour animaux.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen**RESULTATS ET DISCUSSIONS****1. Le pH des échantillons de contenu de rumen (CR)**

Nos échantillons ont des valeurs légèrement acides à neutres, situant dans l'intervalle (5,96 – 7,05). La valeur moyenne du pH de ces échantillons est de $(6,61 \pm 0,57)$. Elle est comparable à celle rapportée par Labioui et al (2007) $(6,72 \pm 0,23)$ pour les contenu de rumen de ruminants obtenus auprès des abattoirs au Maroc. Le développement des microorganismes du rumen dépend directement des conditions physico-chimiques de l'environnement. Le pH du rumen est légèrement acide, généralement entre (6,0 et 7,0) (Kinet, 2011). Les valeurs moyennes de pH, obtenues lors de cette présente étude, prouvent que les microorganismes du rumen avant abattage se développent et fermentent correctement (écosystème microbien en équilibre), et cela permet de déduire qu'il y a une bonne dégradation des aliments ingérés et donc une bonne synthèse des protéines et vitamines.

Après abattage et éviscération du tube digestif, l'équilibre interne du rumen est interrompu et le milieu devient aérobie en favorisant la multiplication des germes pathogènes, ce qui est affirmé par Cuq (2007), rapportant que la majorité des microorganismes pathogènes sont des neutrophiles. Ainsi, pour limiter leur développement, le traitement chimique par Hcl1n des contenu de rumen a été réalisé pour diminuer la valeur du pH à (≤ 2) . Une étude similaire réalisée par Labioui et Cherkaoui (2009), affirme que l'acidification du milieu (RC) par des bactériocines produites par des bactéries lactiques, permet la destruction des germes pathogènes (FC, *Salmonella* spp. et *Clostridium* spp.) lors de la première semaine de fermentation.

2. Qualité microbiologique du CR avant traitement par Hcl1n

Le tableau 15 et la figure 6 résumant la qualité microbiologique de 12 échantillons non traités chimiquement par l'Hcl1n.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen**Tableau 15.** Paramètres statistiques de la flore microbienne détectée dans les échantillons de CR non traités par Hcl1n (UFC/g)

Flore Microbienne	Min	\bar{X}	Max	ET
FMAT ($\times 10^3$)	3,65	8,86	37	9
CT ($\times 10^3$)	1,94	3,93	5,5	1,1
CF ($\times 10^3$)	0,19	2,67	4,4	1,27
<i>Clostridium perfringens</i> ($\times 10^2$)	0,9	7,52	22,5	7,27
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0
Levures et moisissures ($\times 10^3$)	0,2	0,98	2,1	0,53
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	0	0

FMAT : flore mésophile aérobie totale, CT : coliformes totaux, CF : coliformes fécaux,

Min : Minima, Moy: Moyenne, Max : Maxima, ET : écart-type

Le niveau de contamination du contenu de rumen par (FMAT) est d'environ $(8,86 \pm 9) \times 10^3$ UFC/g, avec un max de $3,7 \times 10^3$ CFU/g et un Min de $3,65 \times 10^3$ UFC/g. Ainsi, notre produit est considéré selon notre plan d'échantillonnage à deux classes : satisfaisant ou de bonne qualité microbiologique, c'est-à-dire inférieure à la spécification MADR pour l'alimentation animale qui est $(< 3 \times 10^6)$ UFC/g.

Les coliformes totaux (CT) vont de $(1,94 \times 10^3)$ à $(5,5 \times 10^3)$ UFC/g avec une moyenne de $(3,93 \pm 1,1) \times 10^3$ UFC/g. Cette valeur est supérieure à celle fixée par le MADR pour l'alimentation animale $(< 3 \times 10^3)$ UFC/g et dans ce cas l'aliment est considéré comme insatisfaisant. Les coliformes fécaux sont estimées en moyenne à $(2,67 \pm 1,27) \times 10^3$ UFC/g.

Les *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp.*, sont absents dans tous les échantillons.

Les *Clostridium perfringens* (CP) sont présents avec $(7,52 \pm 7,27) \times 10^2$ UFC/g, et un Max de $(22,5 \times 10^2)$ UFC/g. Cette valeur est supérieure à celle fixée par les normes Algériennes pour l'alimentation animale $(< 10^2)$ UFC/g.

Les levures et moisissures sont estimées à $(0,98 \pm 0,53) \times 10^3$ UFC/g, ce seuil est satisfaisant en se référant aux normes Algériennes pour l'alimentation animale $(< 10^3)$ UFC/g.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

FMAT : flore mésophile aérobie totale, **TC** : coliformes totaux, **FC** : coliformes fécaux, **CP** : *Clostridium perfringens*, **SAR** : *Staphylococcus aureus*, **Y-M** : levures et moisissures, **SAL** : *Salmonella spp.*

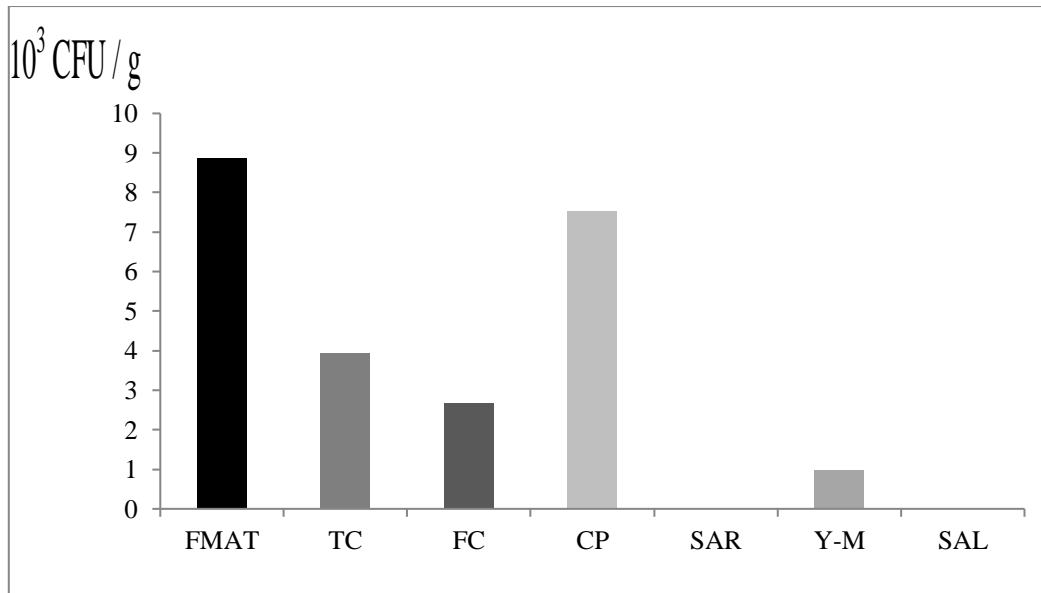


Figure 6. Moyennes de la flore microbienne détectée dans les échantillons de contenu de rumen non traités avec HCl1n

Les résultats obtenus pour les levures et moisissures dans cette étude sont satisfaisants et en concordance avec les normes Algériennes d'alimentation animale (<10³ UFC/g). Comparativement, dans une étude menée par Bouali (2010), *Salmonella spp.*, *Clostridium spp.*, les levures et les moisissures sont totalement absentes dans des matières premières d'origine végétale pour la fabrication d'aliments pour le bétail ainsi que des produits finis. En effet, la présence de moisissures et/ou de mycotoxines dans l'alimentation animale, a plusieurs effets néfastes : altération des qualités organoleptique et nutritive des fourrages entraînant une diminution des performances zootechniques (croissance, rendement laitier, etc...), apparition de maladies diverses (mycose, allergies,...), intoxications aiguës ou chroniques liées à l'ingestion de mycotoxines (Boudra, 2009). Dans tous les cas, si la teneur en microorganismes (au moins un groupe microbien) est supérieure aux spécifications de la qualité de l'aliment, cet aliment est considéré comme moisi (Gafner, 2012). Ainsi, les échantillons de contenu de rumen pour cette étude, avant traitement avec HCl1n, sont considérés comme inacceptables.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

3. Variation de la qualité microbiologique des CR selon l'espèce animale

Il est évident sur le tableau 16 et la figure 7 ci-dessous, qu'il y a une dominance en nombre de flore totale, levures et moisissures dans le contenu de rumen du caprin. Le nombre de (FMAT) ($136,62 \times 10^2$ UFC/g) enregistré chez les caprins est supérieur (presque le double) à celui des bovins ($76,5 \times 10^2$ UFC/g) et des ovins ($52,75 \times 10^2$ UFC/g). La moyenne des levures et moisissures enregistrée dans le contenu de rumen des caprins ($14,35 \times 10^2$ UFC/g), est supérieure à celle des bovins ($10,22 \times 10^2$ UFC/g) et des ovins ($5,04 \times 10^2$ UFC/g). Cependant, les coliformes totaux (CT) et *Clostridium perfringens* (CP) ont des valeurs moyennes plus élevées dans les CR des bovins par rapport aux ovins et caprins.

Tableau 16. Paramètres statistiques et application du test de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) sur la flore microbienne détectée dans des échantillons de contenu de rumen non traités par Hcl1n chez différentes espèces animales (UFC/g).

Flore microbienne	Bovins (10^2)		Ovins (10^2)		Caprins (10^2)		Sig
	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	
FMAT	76,5	19,63	52,75	11,84	136,62	155,73	,365
Coliformes totaux	44,62	10,57	38,5	7,94	34,85	14,60	,472
Coliformes fécaux	32,38	8,5	29,25	8,91	18,7	17,43	,779
<i>Clostridium perfringens</i>	12,47	8,86	3,76	5,5	6,34	5,65	,356
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0	0	/
Levures et moisissures	10,22	1,36	5,04	3,56	14,35	5,61	,035
Salmonelles	0	0	0	0	0	0	/

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

FMAT : Flore mésophile aérobie totale, **TC** : Coliformes totaux, **FC** : Coliformes fécaux, **CP** : *Clostridium perfringens*, **SAR** : *Staphylococcus aureus*, **Y-M** : Levures et moisissures, **SAL** : *Salmonella spp.*

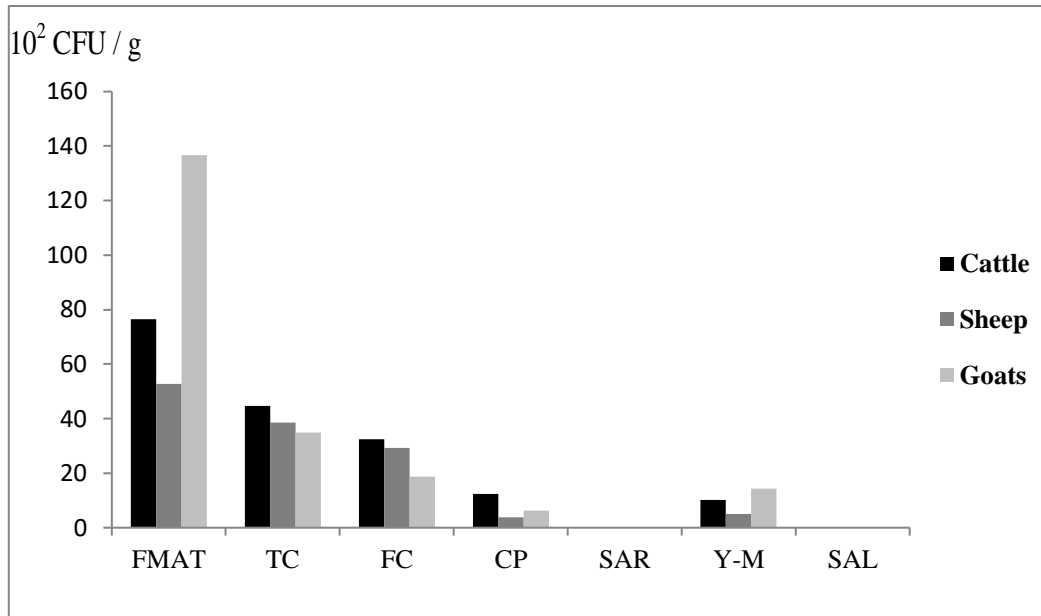


Figure 7. Moyennes de la flore microbienne détectée dans les échantillons de CR non traités par Hcl1n chez différentes espèces animales (UFC/g)

Le test de Kruskal Wallis montre que l'espèce animale n'a pas d'effet significatif sur la qualité microbiologique des CR et par conséquent, les CR des trois espèces animales (bovins, ovins, caprins) peuvent être récupérés sans distinction. Néanmoins, afin d'assurer une meilleure conservation, il convient d'assurer un bon séchage du contenu de rumen à l'air libre, juste après l'éviscération, puis de les traiter avec Hcl1n. En effet, le très fort pourcentage de mortalité microbienne observé au cours de la déshydratation, est dû en grande partie, à la diminution de l'activité de l'eau (Cuq, 2007).

4. Qualité microbiologique des CR après traitement avec Hcl1n

Après le traitement chimique adopté, la qualité microbiologique des contenu de rumen semble satisfaisante par rapport aux normes Algériennes pour l'alimentation du bétail (tableau 17).

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen**Tableau 17.** Moyennes de la flore microbienne détectée dans tous les échantillons de CR après traitement chimique (Hcl1n) par rapport aux normes Algériennes (UFC/g)

Flore Microbienne	Référence de la méthode d'analyse	Spécifications des normes Algériennes (UFC/g)	Moy et ET après traitement par Hcl1n (UFC/g)
FMAT	AN 1207	$< 3 \times 10^6$	$1,2 \times 10^3 (\pm 1,1 \times 10^3)$
CT	AN 2812	$< 3 \times 10^3$	$0,14 \times 10^3 (\pm 0,1 \times 10^3)$
CF	AN 2812	$< 3 \times 10^3$	$0,79 \times 10^3 (\pm 1,3 \times 10^3)$
<i>Clostridium perfringens</i>	AN 2816	$< 10^2$	$0,87 \times 10^2 (\pm 1,38 \times 10^2)$
<i>Staphylococcus aureus</i>	AN 2813	$< 10^5$	0
Levure et moisissures	AN 2817	$< 10^3$	$0,12 \times 10^3 (\pm 0,6 \times 10^2)$
<i>Salmonella spp.</i>	AN 1203	Absence in 25 g	0

FMAT : Flore mésophile aérobie totale, CT : Coliformes totaux, CF : Coliformes Fécaux, ET : Écart-type

La comparaison de la qualité microbienne des contenu de rumen avant et après traitement montre que l'utilisation de la solution Hcl1n réduit le nombre de microorganismes à un pourcentage allant de 70,41 % à 96,43 % (tableau 18).

Tableau 18. Moyennes de la flore microbienne détectée dans tous les échantillons de contenu de rumen et application du test de Wilcoxon avant et après traitement.

Flore Microbienne	Moy avant traitement (UFC/g)	Moy après traitement (UFC/g)	Taux de diminution (%)	Sig.
FMAT ($\times 10^3$)	8,86	1,22	86,23	,002**
CT ($\times 10^3$)	3,93	0,14	96,43	,002**
CF ($\times 10^3$)	2,67	0,79	70,41	,003**
<i>Clostridium perfringens</i> ($\times 10^2$)	7,52	0,87	88,43	,002**
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	/
Levures et moisissures ($\times 10^3$)	0,98	0,12	87,75	,002**
<i>Salmonella spp.</i> (/25g)	0	0	0	/

*FMAT : Flore mésophile aérobie totale, CT : Coliformes totaux, CF : Coliformes fécaux, Sig : Signification, **Corrélation significative*

Le test de Wilcoxon pour la comparaison des moyennes des échantillons avant et après traitement montre qu'il existe une différence hautement significative à ($p < 0,01$). Ceci démontre l'efficacité du traitement chimique adopté (Hcl1n) à atténuer la charge microbienne du CR.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

De nombreuses études ont rapporté une possible valorisation du contenu de rumen des ruminants. Selon une étude menée par Bakrie et al (2018), la teneur en protéines brutes du contenu de rumen de la chèvre fermentée est bien meilleure que celle de la paille de riz, de l'herbe des champs, de l'herbe à éléphant ou de la canne à sucre. Par conséquent, le contenu de rumen fermenté de la chèvre peut être utilisé comme substitut de divers types de fourrages ou comme ingrédient dans les concentrés pour divers types d'animaux. En outre, les mêmes auteurs ont rapporté que le contenu de rumen de la vache a été utilisé avec succès comme aliment pour le bétail, chèvres, poulets, lapins et poissons. De plus, Utomo et al (2016) ont rapporté que l'utilisation du contenu de rumen ensilé (herbe Napier) chez les ruminants jusqu'à 100% diminuait la prise alimentaire, augmentait le gain moyen quotidien (GMQ) et conduit à une meilleure conversion alimentaire (IC). Cependant, l'utilisation de l'ensilage de contenu du rumen jusqu'à 67% a donné le pourcentage de carcasse le plus élevé. Ainsi, les auteurs ont conclu que l'utilisation optimale de l'ensilage de contenu de rumen dans l'alimentation peut y aller jusqu'à 67%.

De plus, dans une étude réalisée par Makinde et al (2017), les auteurs ont conclu à l'importance de l'utilisation du contenu de rumen du chameau dans l'alimentation du poulet de chair pour un taux d'incorporation allant jusqu'à 15% en remplacement du maïs et des tourteaux d'arachide. Au-delà de ce seuil, les paramètres de croissance peuvent être affectés.

De plus, les résultats d'une étude expérimentale menée par Moningkey et al (2016) ont révélé que le mélange de contenu de rumen et de boues fermenté (aux bactéries *Cellulomonas sp.*) à la concentration de 10^7 UFC/g MS et une incubation de 8 jours a donné un résultat optimal en fonction de sa teneur en nutriments pour l'alimentation des lapins. Selon les mêmes auteurs, l'utilisation de ces déchets (CR) pourrait également résoudre les problèmes de qualité et de disponibilité durable des aliments et réduire les impacts de pollution environnementale.

Chapitre 1. Qualité microbiologique du contenu de rumen

CONCLUSION

Cette étude a montré que l'atténuation de la charge microbienne du contenu de rumen par utilisation de l'acide chlorhydrique dilué (HCl1n) en vue de sa valorisation en alimentation animale, est parfaitement réalisable au moins pour les trois espèces de ruminants domestiques ; bovins, ovins et caprins. Par ailleurs, il apparaît que l'abaissement du pH par un simple traitement chimique (HCl1n) est peu coûteux et facilement applicable et permettrait la valorisation d'un sous-produit toujours disponible dans les abattoirs, dans l'alimentation des animaux domestiques.

Les impacts économiques positifs évidents de notre étude sont également :

Abaissement des charges monétaires des importations des aliments et compléments alimentaires;

Couverture des périodes estivales et de sécheresse dans la ration alimentaire des animaux.

Afin de mener à bien le projet de valorisation du contenu de rumen en alimentation animale (ruminants ou monogastriques), il serait idéal de mettre en place des unités de recyclage à proximité des abattoirs tout en prenant en considération la possibilité d'inclure les contenu de rumen des camélidés élevés dans les régions steppiques et sahariennes.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 2.

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire poulet de chair

Chapitre 2. L'expérimentation Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

MATERIEL ET METHODES

Objectifs de l'étude

Notre essai d'expérimentation réalisé sur poulets de chair au cours d'un cycle d'élevage de 48 jours consiste à la substitution du maïs par les rebuts de dattes à différents taux : 0, 20, 30 et 40% et l'inoculation de l'extrait du contenu de rumen (ECR) dans les différents régimes de substitution, à raison de 250ml/kg d'aliment.

L'objectif de cette étude est la détermination de l'effet de substitution sur les performances de croissance et les paramètres d'abattage des animaux d'un part et le coût de production (de 1Kg d'aliment et 1Kg de viande), d'un autre part (3^{ème} chapitre de la partie expérimentale).

Ce travail est mené dans le but de l'amélioration des rendements de l'élevage avicole (croissance pondérale et indice de consommation) avec des coûts alimentaires les plus moindres possible.

1. Animaux, Régime alimentaire et Protocole expérimental

L'essai s'est déroulé au niveau du centre avicole d'El Kala (Wilaya d'El-Tarf) dans un bâtiment fermé avec ventilation statique, réservé aux expérimentations sur poulet de chair. Deux cents (200) poussins a-sexés de souche locale, d'un jour et pesant en moyenne $25 \pm 2g$, ont été répartis aléatoirement en 4 lots de 50 sujets chacun, sur une superficie de $5m^2$ par lot, avec une litière de paille de blé dur broyée, d'une épaisseur de 10cm.

Pour l'expérimentation, deux sous-produits locaux ont été utilisés après avoir préparés, les rebuts de dattes (RD) et le contenu de rumen (CR) :

Les rebuts des dattes entières (de variété Deglet-Nour) (photo 01) provenaient des oasis de palmeraie et des unités de conditionnement du Sud-Est Algérien (Biskra). Ils ont été préalablement séchés au soleil, puis broyés (figure 05) grâce à un broyeur à marteaux avec une grille de 1mm.

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC



Photo 01. Rebut de dattes variété Deglet-Nour au cours du séchage

La composition chimique des rebut des dattes est retracée dans le tableau 19.

Tableau 19. Composition chimique des rebut des dattes (Arbouche et al, 2018)

Matière organique (% de MS)	97,1
Matière azotée totale (% de MS)	4,2
Cellulose brute (% de MS)	9,4
Matière grasse (% de MS)	8,2
Matière minérale (% de MS)	2,9
Sucres totaux (% de MS)	62,3
Extractif non azoté (% de MS)	66,1
EB (kcal/kg de MS)	4 235
EM (kcal/kg de MS)	3 683
Lysine (g/100g de protéines)	3,2
Méthionine (g/100g de protéines)	1,5
Cystine (g/100g de protéines)	1,7

Energie métabolisable : estimée selon la formule de Carpenter et Clegg (1956) avec EM (kcal/kg de MS) = 35,3 x PB (%) + 79,5 x EE (%) + 40,6 x NFE (%) + 199
(EM : énergie métabolisable, PB : protéines brutes, EE : ether extract, NFE : nitrogen free extract) d'après Carpenter et Clegg (1956)

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

Le contenu de rumen a été récupéré au niveau des abattoirs de viandes rouges juste après l'éviscération des animaux, essoré légèrement pour dégager l'eau excédentaire, puis étalé au sol et séché avec plusieurs retournements. Au cours de son séchage, il a été traité deux fois par jour avec une solution d'acide chlorhydrique à 1% préparée selon le protocole détaillé dans le chapitre 1 de la partie expérimentale, afin d'ajuster son pH à $\cong 2$ et assurer par conséquent un milieu défavorable à l'apparition d'asticots et de tout développement microbien pouvant atténuer sa valeur nutritive (photo 02 et figure 08).



Photo 02. Contenu de rumen étalé au sol et pulvérisé d'HCl1%

(Gafner, 2012) a mentionné qu'un aliment moisi ne devrait pas être donné aux animaux, l'hygiène alimentaire a une influence importante sur la santé et les performances de l'animal. Les pertes d'ordre pathologique observées pour les produits de l'espèce Gallinacée sont évaluées entre 12,3 et 14,5% du prix de revient de la production (Meurier, Bennejean et Turdu (1964) cités par (Drouin, 1988).

Plusieurs passages au niveau de l'abattoir nous ont permis de collecter et stocker pendant 2 mois 3qx environ d'un sous-produit bien séché prêt pour le démarrage de l'essai.

La démarche de collecte et préparation des sous-produits est présentée par le diagramme suivant (figure 08).

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

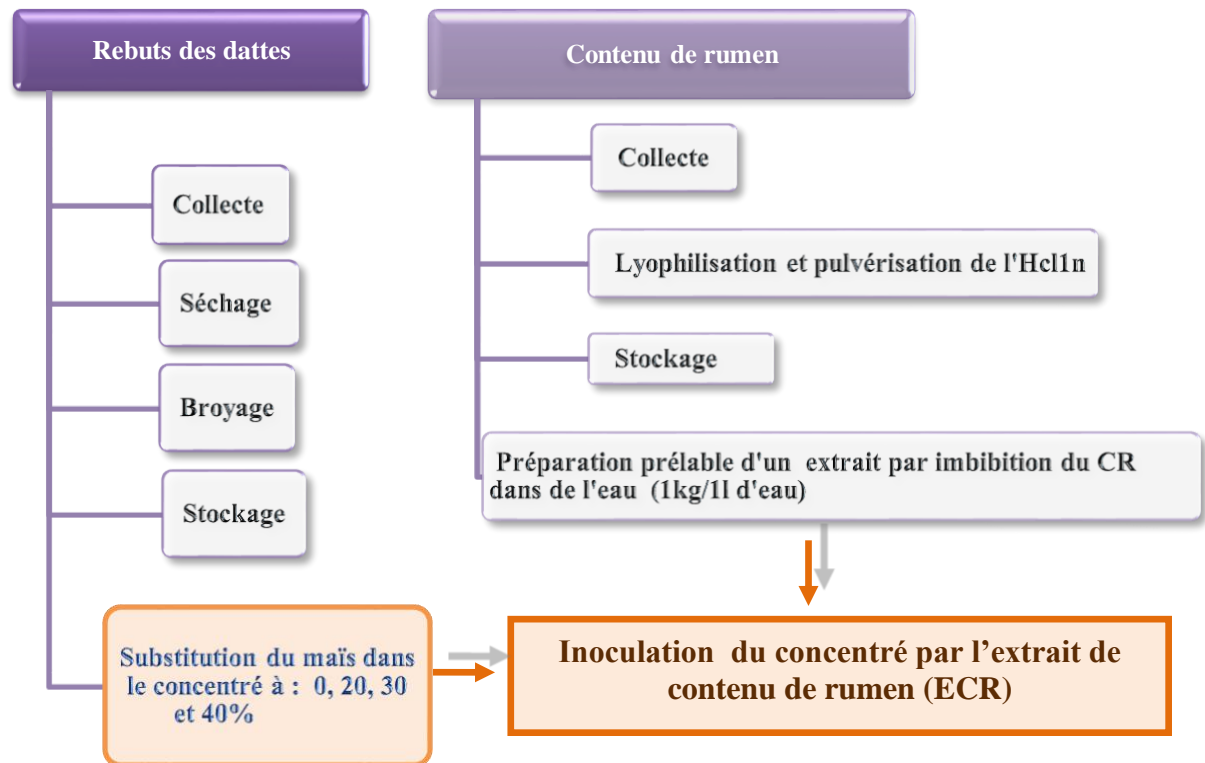


Figure 08. Démarche de préparation des sous-produits

Un jour avant la réception des poussins, le contenu de rumen séché a été immergé dans une eau chauffée à 80°C à raison d'un kilogramme par litre (1Kg/l) et malaxé tous les six heures pendant 24h. Après filtrage, l'extrait a été placé en réfrigération à une température de 4°C (Blancou, 1976). Le concentré formulé a été distribué après avoir été arrosé de l'extrait du contenu de rumen (ECR) à raison de 250 ml/kg d'aliment. La teneur en matière azotée totale et en acides aminés de l'ECR est retracée dans le tableau 20.

Tableau 20. Teneur en MAT (% de MS) et en AA (% de MAT) de l'ECR (Baa et al, 2018)

MAT	Teneur en acides aminés								
	Cys-	Méth-	Thréo-	Lys-	Ac. Glut-	Ac. Aspa-	Argin-	Leuc-	Isoleuc-
8,32	0,89	1,10	2,14	2,56	10,21	6,24	2,85	4,36	1,81

Par l'intermédiaire du logiciel WUFFDA, quatre rations iso-protéiques ont été formulées avec 0% (aliment témoin), 20, 30 et 40% de substitution du maïs par des rebuts de dattes pour les différentes phases d'élevage (tableau 21).

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

Tableau 21. Formule (kg/100 kg d'aliment) des aliments de démarrage, de croissance et de finition en fonction du taux de substitution du maïs par les RD imbibés d'ECR

Type d'aliment	Démarrage (1-20j)				Croissance (21-33j)				Finition (34-48j)				
	Taux de substitution (%)	0	20	30	40	0	20	30	40	0	20	30	40
Ingrédients													
Maïs	61	48,8	42,7	36,6	64	51,2	44,8	38,4	70	56	49	42	
Rebuts de dattes	0	12,2	18,3	24,4	0	12,8	19,2	25,6	0	14	21	28	
Tourteau de soja	30	30	30	30	27	27	27	27	21	21	21	21	
Issue de meunerie	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Phosphore bi-calcique	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	
DL-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	
Teneur en nutriments (% de MS)													
EM (Kcal/Kg)	2890	2912	2923	3119	2840	2920	3015	3242	2990	3351	3610	3873	
PB (%)	21	20,18	20,02	19,51	20,33	19,21	19,02	18,85	18	17,8	17,1	16,75	
MG (%)	2,8	2,33	3,3	1,87	2,88	2,4	2,15	1,91	3,05	2,52	2,25	1,99	
MM (%)	3	3	3,2	3,3	2,7	2,7	2,8	3	2,9	3	3	3,1	
CB (%)	2,96	2,69	2,62	2,43	2,91	2,63	2,49	2,51	2,81	2,5	2,35	2,19	
Lysine (%)	1,20	1,17	1,15	1,14	1,38	1,35	1,33	1,31	1,22	1,18	1,16	1,14	
Méthionine (%)	0,72	0,69	0,68	0,67	0,6	0,58	0,57	0,56	0,57	0,55	0,54	0,52	

CMV (50elenite50t minéralo-vitaminique), dont la composition est : Calcium : 16,8%, Magnésium : 0,1%, Sodium : 12,8%, Chlore : 20,5%, Vitamine A : 750 000 UI, Vitamine D3 :160 000 UI, Vitamine E : 1 280mg/kg, B1 :100mg/Kg, B2 :300mg/Kg, Pantothénate de calcium : 570mg/Kg, Niacine : 1 750mg/Kg, B6 :99mg/Kg, K3 :190mg/Kg, Acide folique : 35mg/Kg, Biotine : 1mg/Kg, Chlorure de choline : 25 000mg/Kg, Carbonte de fer : 2500mg/Kg, Cuivre (sulfate) :970mg/Kg, Zinc (sulfate) : 6080mg/Kg, Manganèse (50elen) : 7 500mg/Kg, Iode (iodate) :120mg/Kg, Sélénium(50elenite) : 25mg/Kg, et autres additifs ; DL-méthionine :180g/kg, Antioxydant, Acide citrique, Acide orthophosphorique.

Une température variant entre 36 et 38°C a été maintenue durant les dix (10) premiers jours grâce à des éleveuses à gaz, ainsi que l'éclairage continu (24/24h) qui a été maintenu au cours de la phase de démarrage, puis a été réduit à 18 heures de durée diurne pour 6h nocturne.

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

L'eau et l'aliment ont été distribués ad-libitum, le refus est pesé quotidiennement. L'aliment de démarrage est distribué de 1 à 20 jours, l'aliment croissance de 21 à 33 jours (soit 13 jours) et l'aliment finition de 34 à 48 jours (soit 15 jours).

Les animaux ont été individuellement pesés dès leurs arrivée et ensuite à 10, 20, 33, et 48 jours d'âge à l'aide d'une balance électronique. Les vaccinations ont été réalisés contre la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse au 7^{ème} et 21^{ème} jour d'élevage et, contre la maladie de Gumboro à 14 jours d'âge (vaccin sans rappel). De plus, un anticoccidien a été administré dans de l'eau de boisson à 17 et 34 jours d'âge pendant deux jours consécutifs.

Les mortalités ont été enregistrés quotidiennement durant toute l'expérimentation.

Au 49^{ème} jour, 25 poulets pris aléatoirement dans chaque lot ont été abattus. Après saignée, plumaison à sec et éviscération, le poids vif, les poids de carcasse, des pattes, de la tête, des plumes, du gésier, des viscères et du foie ont été déterminés.

2. Mesures effectuées

Au cours des trois phases d'élevage, les principaux paramètres de croissance contrôlés sont : le gain de poids (GP), ingéré alimentaire (IA), gain moyen quotidien (GMQ), indice de consommation (IC), taux de mortalité (TM) et rendement de carcasse (RC).

2.1 Gain de poids (GP)

L'évolution pondérale est l'accroissement du poids en fonction du temps (Akouango et al, 2010). Le poulet à croissance rapide peut atteindre 2 à 2,5 kg de poids vif en plus ou moins 35 à 45 jours (CE, 2016). Le gain de poids se calcule selon la formule suivante :

$$\text{GP (g)} = \text{poids d'abattage (g)} - \text{poids initial (g)}$$

2.2 Indice de consommation ou de conversion alimentaire (IC)

L'IC correspond à la quantité de produit obtenu par Kg d'aliment mis à la disposition de l'animal. Il doit être calculé à la fin de chaque bande, il permet de donner des indications sur la gestion technique du troupeau et sur la marge financière par kilo d'aliment consommé (ITAVI, 2015b). Une diminution de l'indice de consommation indique une efficacité alimentaire plus élevée (Larousse, 1984). La formule de calcul :

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

$$IC = \frac{\text{quantité d'aliment ingéré (g)}}{\text{poids vif produit (g)}}$$

2.3 Ingéré alimentaire (IA)

Les quantités d'aliment ingérées sont calculées par jour, par phase et en fin de cycle, pour contrôler le taux de croissance des poulets. Les principaux facteurs de stimulation sont la présentation de l'aliment et les conditions de croissance (HUBBARD, 2017). Toute diminution de l'ingéré alimentaire réduit les nutriments essentiels disponibles pour les besoins d'entretien et de production de l'animal (Larbier et Leclercq, 1992).

Formule de calcul :

$$IA = \frac{\text{quantité d'aliment distribué (g)} - \text{quantité d'aliment refusé (g)}}{\text{effectif d'animaux}}$$

2.4 Gain moyen quotidien (GMQ)

Le gain moyen quotidien est un paramètre qui sert à la surveillance des performances de croissance dans les élevages. Il indique la vitesse moyenne de croissance pendant une période déterminée (CIRAD/GRET/MAE, 2002). (Larousse, 1984) a défini le GMQ comme étant l'augmentation moyenne quotidienne de poids d'un animal, calculée à partir des résultats de deux pesées. On le calcul en divisant le gain de poids total par le nombre de jours séparant deux pesées successives (Ragot, 2004) :

$$GMQ \text{ (g/j)} = \frac{PV_j - PV_i}{\text{nombre de jours entre les dates (i) et (j)}}$$

2.5 Taux de mortalité (TM)

L'enregistrement quotidien du nombre d'animaux morts permet de déterminer le taux de mortalité par phase et en fin de l'élevage.

Formule de calcul :

$$TM \text{ (\%)} = \frac{\text{nombre de sujets morts au cours d'une période}}{\text{nombre total de sujets mis en place au cours de cette période}} \times 100$$

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

2.6 Rendement de carcasse (RC)

Le poids vif est égal au poids du sujet vivant, le poids mort est égal au poids de la carcasse que ce sujet fournit, une fois retiré le cinquième quartier. Le rendement de la carcasse est égal au poids de la carcasse par rapport à celui de l'animal sur pied (Larousse, 1984). La formule de calcul :

$$RC (\%) = \frac{\text{poids de carcasse (g)}}{\text{poids vif}} \times 100$$

3. Analyse statistique

La statistique descriptive et l'analyse de variance à un facteur (ANOVA) ont été effectuées avec le logiciel SPSS (version 21, 2012) pour l'analyse du poids vif, du gain de poids quotidien, de l'ingéré alimentaire et de l'indice de consommation. L'utilisation du test post Hoc par l'application du test bilatéral de Dunnett a permis d'estimer la signification ou l'homogénéité entre les différents sous-ensembles (test de comparaison entre les moyennes). Les différences sont significatives avec un risque d'erreur de 5%.

Chapitre 2. L'expérimentation Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

RESULTATS

PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ABATTAGE

Aucune mortalité n'a été enregistré au cours de toute la période d'élevage, quel que soit le groupe d'animaux considéré.

1. La Croissance

L'évolution du poids vif (PV en g) et du gain moyen quotidien (GMQ en g/sujet/j) des poulets de chair, selon les taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes, et à leurs trois phases d'élevages, sont illustrées dans le tableau 22 et les figures 9, 10 et 11.

1.1. Au cours de la phase de démarrage (1-20j)

Les poids à 10 jours d'âge sont significativement identiques pour les lots 0 % (témoin), 20 % et 30 %. Le lot 40 % ayant le plus faible poids (176g), avec un GMQ de 15g, valeur significativement identique à celle enregistrée pour le lot 20%. Les lots 0% et 30% ayant des GMQ identiques (16g).

Au cours de la période (11-20j), la tendance semble s'inverser pour avoir au pesage du 20^{ème} jour, un poids significativement similaire pour les lots 0%, 30% et 40%, alors que le lot 20% a engendré une régression du poids (525g) qui se traduit par un GMQ le plus faible (34g). Les autres lots ont présenté des GMQ significativement comparables ($p = 0,02$). Le GMQ (1-20j) est similaire pour l'ensemble des lots avec $p > 0,05$.

1.2. Au cours de la phase de croissance (21-33j)

Au 33^{ème} jour d'âge, le lot témoin avec un poids vif de 1 480 g est le moins représentatif vis à vis des autres lots qui admettent des poids significativement supérieurs et qui sont proportionnels aux taux d'incorporation des rebuts de dattes. Le même constat est à faire pour les GMQ ($p=0,04$).

1.3. Au cours de la phase de finition (34-48j)

La substitution du maïs par les rebuts de dattes a engendré des poids significativement plus importants par rapport au lot témoin ($p = 0,02$). Le lot 20% a présenté le poids le plus conséquent (2 769g) avec un GMQ de 83g, significativement plus important ($p=0,001$) que les autres lots. Le GMQ (1-48j) est significativement plus important pour les lots

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

expérimentaux (20, 30 et 40%) avec 58, 57, 56g respectivement, contre 55g pour le lot de contrôle.

Tableau 22. Evolution de la croissance pondérale en fonction du taux de substitution

	% de Substitution				ESM	p
	0	20	30	40		
Phase de démarrage						
Poids initial (g)	25	25	25	25		
Poids à 10j (g)	185 ^a	180 ^a	182 ^a	176 ^b	2,60	0,03
GMQ _{1-10j} (g/sujet/j)	16 ^a	15 ^b	16 ^a	15 ^b	0,28	0,03
Poids à 20j (g)	552 ^a	525 ^b	556 ^a	552 ^a	8,15	0,04
GMQ _{11-20j} (g/sujet/j)	37 ^a	34 ^b	37 ^a	38 ^a	0,80	0,02
GMQ _{1-20j} (g/sujet/j)	26	25	27	26	0,42	0,566
Phase de croissance						
Poids à 33j (g)	1 480 ^a	1 520 ^b	1 537 ^b	1 542 ^b	19,83	0,03
GMQ _{21-33j} (g/sujet/j)	71 ^a	76 ^b	75 ^b	76 ^b	1,48	0,04
Phase de finition						
Poids à 48j (g)	2 607 ^a	2 769 ^b	2 689 ^{ab}	2 638 ^{ab}	23,62	0,02
GMQ _{34-48j} (g/sujet/j)	75 ^b	83 ^a	77 ^b	73 ^b	1,95	0,001
GMQ _{1-48j} (g/sujet/j)	55	58	57	56	0,50	0,500

GMQ : gain moyen quotidien (les indices indiquent la période en jour sur laquelle ce paramètre a été calculé). La présence de différentes lettres sur la même ligne indique une différence significative entre les régimes alimentaires ($p < 0,05$)

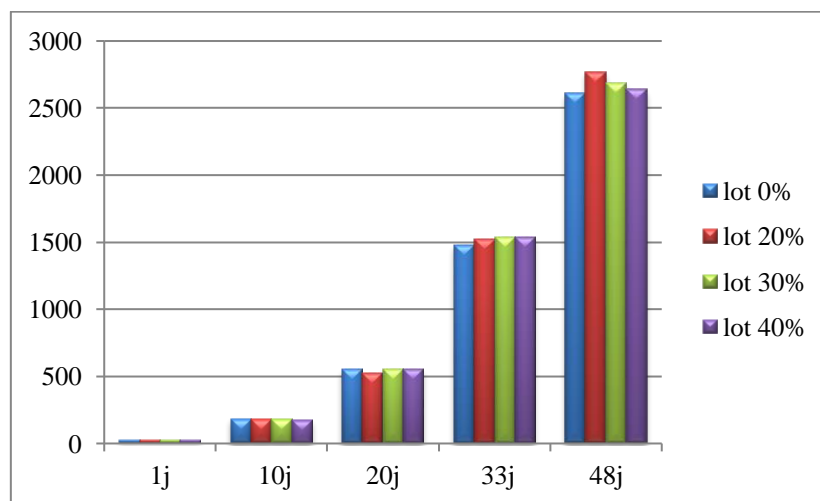


Figure 09. Poids vifs (en g) selon les taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

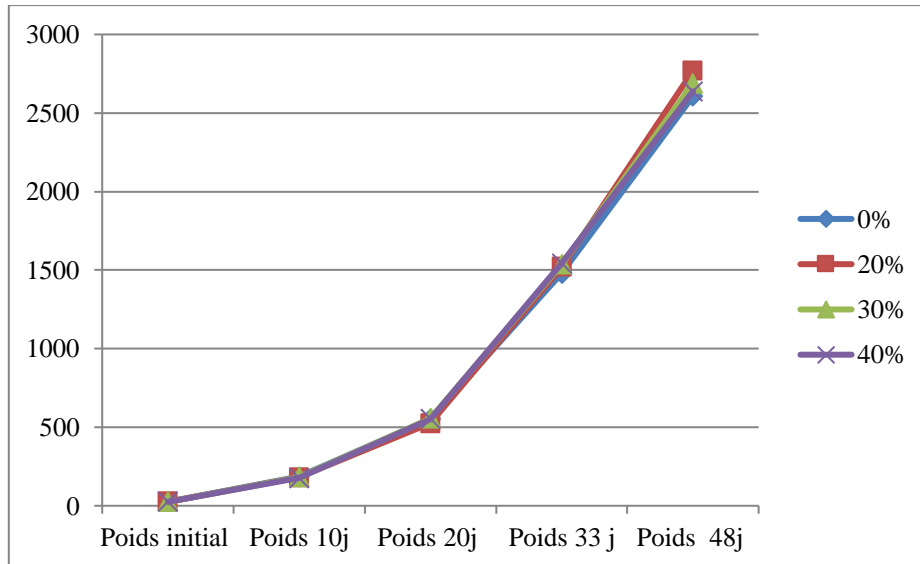


Figure 10. Courbe de croissance des animaux dans les 4 lots

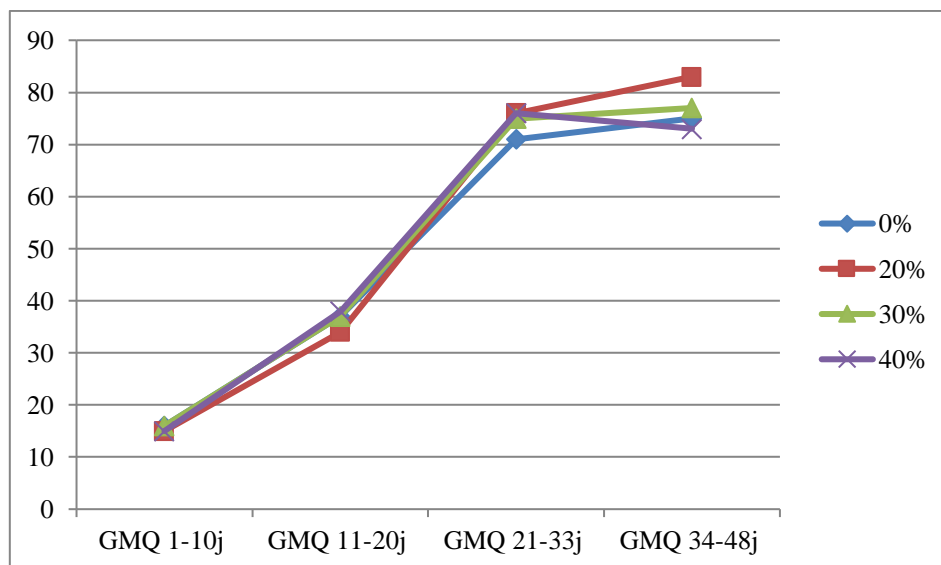


Figure 11. GMQ (g/sujet/j) selon le taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes

2. Consommation d'aliment et efficacité alimentaire

L'évolution des quantités ingérées et de l'indice de consommation (IC) selon les taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes sont démontrées dans le tableau 23 et les figures 12 et 13.

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

2.1. Au cours de la phase de démarrage (1-20j)

A 10 jour, l'ingéré alimentaire des quatre groupes d'animaux a évolué significativement ($p=0,01$) en dents de scie. Le lot 40% a marqué la quantité d'aliment ingérée la plus faible (146g). La même remarque est à faire pour l'indice de consommation ($IC=0,96$).

Suite aux pesages effectués à l'âge de 20 jours, on a enregistré pour les poulets du groupe 40% un ingéré alimentaire moyen le plus faible (731 g) avec $p=0,001$. La même constatation est faite pour l'indice de consommation ($IC=1,94$).

2.2. Au cours de la phase de croissance (21-33j)

Le lot 40% a marqué l'ingéré alimentaire significativement le plus important (1 928g), suivi par 1 850g rapporté au lot témoin, puis 1 830g et 1 811g pour les lots 30% et 20%, respectivement. Par conséquent, les meilleurs indices de consommation ont été enregistrés pour les lots 20% (1,81) et 30% (1,86) contre 1,94 pour le lot 40% et 1,99 pour le témoin. Les différences sont significatives ($p=0,03$).

2.3. Au cours de la phase de finition (34-48j)

Le lot 30% a enregistré la quantité d'aliment ingérée la plus élevée (3 699g), les lots 0, 20 et 30% ont consommés des quantités d'aliments similaires, dont la plus faible est attribué au lot expérimentale 40% (3 433g) avec $p=0,01$.

Pour l'indice de consommation, on a enregistré les valeurs les plus élevées par rapport aux deux phases antérieures avec tous les groupes d'animaux. A noté ici qu'au cours de cette période, le meilleur taux de conversion a été enregistré pour le lot 20% (2,7) avec $p=0,04$.

Durant l'ensemble de l'élevage (1 – 48jours), la quantité ingérée de l'aliment la plus faible a été marqué pour le lot 20% (6 217g), alors que la quantité ingérée par les animaux du lot 30% est la plus importante (6 495g). Les indices de consommation pour les lots 0% et 30% restent identiques. Le lot 20% a développé la valeur la plus basse ($IC=2,24$) et le lot 40% a montré une valeur intermédiaire ($IC=2,36$).

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

Tableau 23. Evolution de l'ingéré alimentaire et de l'indice de consommation en fonction du taux de substitution

	Taux de substitution du maïs				ESM	p
	0	20	30	40		
Ingéré alimentaire (g)						
I-10 jours	162 ^a	159 ^b	164 ^a	146 ^c	1,52	0,01
II- 20 jours	766 ^a	779 ^b	802 ^c	731 ^d	6,82	0,001
2I- 33 jours	1 850 ^a	1 811 ^a	1 830 ^a	1 928 ^b	10,24	0,03
34- 48 jours	3 497 ^a	3 468 ^a	3 699 ^b	3 433 ^a	19,56	0,01
I- 48 jours	6 275 ^a	6 217 ^a	6 495 ^b	6 238 ^a	53,8	0,02
Indice de consommation (g/g)						
I-10 jours	1,01 ^a	1,02 ^a	1,04 ^a	0,96 ^b	0,035	0,04
II- 20 jours	2,08 ^a	2,26 ^b	2,14 ^c	1,94 ^d	0,566	0,007
2I- 33 jours	1,99 ^a	1,81 ^b	1,86 ^b	1,94 ^a	0,992	0,03
34- 48 jours	3,09 ^a	2,7 ^b	3,21 ^c	3,13 ^c	0,127	0,04
I- 48 jours	2,41 ^a	2,24 ^b	2,41 ^a	2,36 ^{ab}	0,32	0,01

La présence de différentes lettres sur la même ligne indiquent une différence significative entre les régimes alimentaires ($p < 0,05$)

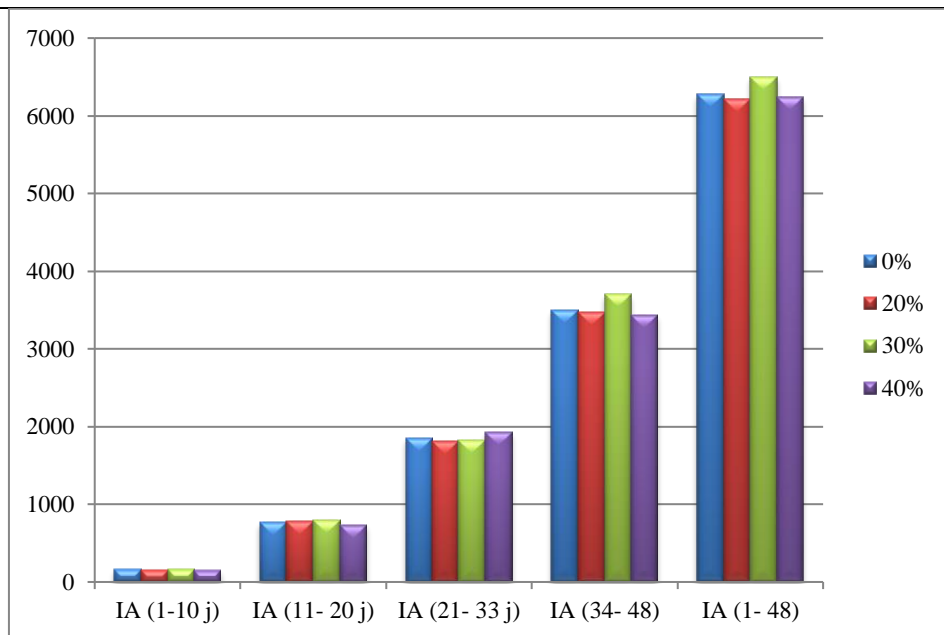


Figure 12. Ingéré alimentaire selon les taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

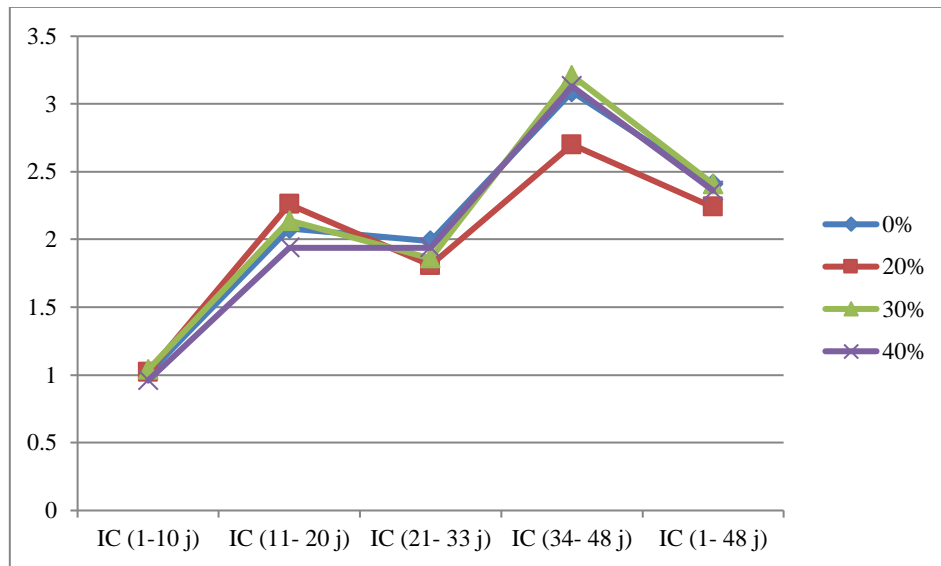


Figure 13. Indice de consommation selon les taux de substitution du maïs par les rebuts des dattes

3. Paramètres d'abattage

Les paramètres d'abattage restent similaires pour tous les lots sans aucune différence significative (tableau 24 et figure 14). Le lot témoin alimenté de maïs à 100% a fait l'exception pour le poids du foie, il a généré significativement ($p=0,00$) les meilleurs poids (65g) et rendement (2,32%), devant 50,8 g pour le lot 30% (RF=1,73), 48,2 g pour le lot 40% (RF=1,74) et 46,2 g pour le lot 20% (RF=1,62). Le lot 0% a enregistré néanmoins des poids et rendements de plumes et viscères les plus importants (tableau 24).

Les meilleurs poids vifs et poids de carcasses éviscérées sont enregistrés pour le lot 30%, avec 2 921g et 2 130g, respectivement. Le lot 40% a marqué les plus faibles valeurs de poids vif (2 761g) et de poids de carcasse éviscérée (1 974g). On a marqué pour le lot témoin et le lot 20% des valeurs intermédiaires.

Les régimes expérimentaux ont présenté un effet positif sur le rendement de carcasse (RC) ; 73,23% pour le lot 20%, 72,92% pour le lot 30%, 71,49% pour le lot 40%, contre 70,85% pour le lot témoin. Le même constat pour le rendement de gésier ; on a marqué 2,63% pour le lot 30% et 2,53% pour les lots 20% et 40%, contre 2,29% pour le lot de contrôle. Le régime 40% a engendré un effet positif surtout pour le poids et le rendement des pattes.

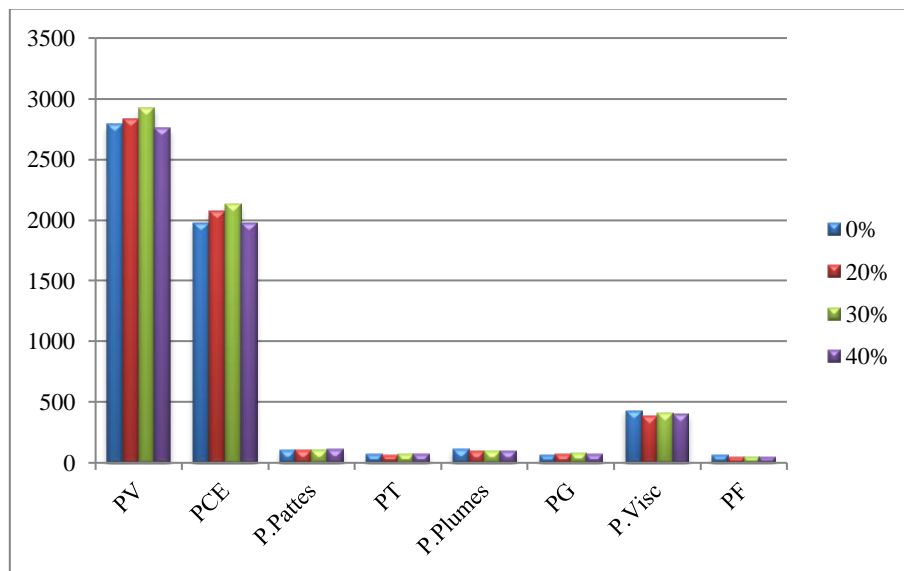
Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

Tableau 24. Evolution des paramètres d'abattage en fonction du taux de substitution

Paramètres	% de substitution du maïs				ESM	p
	0	20	30	40		
Poids carcasse éviscérée (g)	1 979	2 077	2 130	1 974	80,17	0,522
RC (%)	70,85	73,23	72,92	71,49	/	/
Poids du foie (g)	65,0a	46,2b	50,8b	48,2b	3,30	0,00
RF (%)	2,32	1,62	1,73	1,74	/	/
Poids du gésier (g)	64	72	77	70	3,92	0,093
RG (%)	2,29	2,53	2,63	2,53	/	/
Poids des pattes (g)	105	105	107	108	5,54	0,989
RPT (%)	3,75	3,70	3,66	3,91	/	/
Poids de la tête (g)	70	63	72	74	4,91	0,402
RT (%)	2,50	2,22	2,46	2,68	/	/
Poids des plumes (g)	112	99	100	100	10,1	0,608
RPL (%)	4,01	3,49	3,42	3,62	/	/
Poids des viscères (g)	431	386	408	401	17,51	0,299
RV (%)	15,43	13,61	13,96	14,52	/	/

La présence de différentes lettres sur la même ligne indique une différence significative entre les régimes alimentaires ($p < 0,05$). RC : rendement de carcasse ; RF : rendement du foie ; RG : rendement du gésier ; RPT : rendement des pattes ; RT : rendement de la tête ; RPL : rendement des plumes ; RV : rendement des viscères. Les rendements sont calculés en rapportant le poids des organes au poids vif de l'animal.



PV : poids vif ; PCE : poids de carcasse éviscérée ; P. Pattes : poids des pattes ; P. Plumes : poids des plumes ; PG : poids du gésier ; P. Visc- : poids des viscères ; PF : poids du foie

Figure 14. Paramètres d'abattage selon les taux de substitution

Chapitre 2. L'expérimentation Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

DISCUSSION

1. Performances de croissance

A travers les résultats obtenus dans cette étude, il est intéressant de constater que quoique le poids initial ait été faible (25g) et se justifiant par l'utilisation d'une souche locale, rustique et répandue dans la région (Mahammi et al, 2014), il en résulte que le poids à 10 jours (182g) et le GMQ (16g) restent comparables à ceux de la souche Isa vedette.

Par rapport aux races améliorées, les races locales présentent un avantage très capital qui est la résistance aux maladies, ce qui peut justifier l'absence de mortalités dans notre essai. En comparaison avec les souches commerciales, la productivité moindre d'une race locale est compensée par d'autres qualités, ainsi qu'un certain niveau de rusticité (Moula et al, 2009).

En se confrontant aux résultats obtenus avec le lot de contrôle (0%), l'incorporation des rebuts des dattes (RD) dans les régimes alimentaires traités avec l'ECR a induit significativement des poids vifs plus importants pour tous les lots expérimentaux ($p=0,02$) ; ingérés alimentaires plus faibles pour les lots 20% et 40% ($p=0,02$), et des indices de consommation les plus efficaces pour ces mêmes lots ($p=0,01$) (tableau 25).

Nos résultats sont plus représentatifs que ceux de (Attia et Al-Harhi, 2015), qui ont prouvé que l'incorporation des rebuts de dattes à 5% améliore significativement l'ingéré alimentaire ($p=0,033$) et l'indice de consommation ($p=0,002$), et non pas les poids vifs.

Nos résultats n'accordent pas avec ceux de (El-Deek et al, 2010 et Masoudi et al, 2011) qui ont signalé que les différents taux d'incorporation des rebuts de dattes dans les régimes alimentaires (0 à 40%) n'ont pas seulement induit de variation significative de l'ingéré alimentaire ($p=0,64$), mais ils ont généré des indices de conversion (IC) négatifs pour le lot 40%.

On a trouvé à travers ce travail que le meilleur rendement en vif est attribué au lot 20%, avec un poids final moyen le plus important (2 769g), soit + 6% par rapport au lot témoin, induit par une quantité d'aliment ingéré la plus faible (6 217g) et une conversion alimentaire la plus efficace (2,24 contre 2,36 pour le lot 40% et 2,41 pour le lot 30%). Un résultat qui ne se met pas en accord avec les résultats de l'étude menée par (Marks, 1980) qui a annoncé que la diminution de l'ingéré alimentaire est proportionnelle à la diminution du poids vif,

Chapitre 2. L'expérimentation Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

et l'étude de (Katangole et al, 1990) qui met l'amélioration de l'indice de conversion alimentaire en faveur de la diminution du poids vif et de la quantité d'aliment ingérée.

Les résultats obtenus avec le lot 40% sont acceptables par rapport au lot témoin ; un PV final plus important (2 638g vs 2 607g), soit + 1,2 %, un GMQ plus grand (56g vs 55) et un ingéré alimentaire plus faible (6 238g contre 6 275g), et également une conversion alimentaire plus efficace (2,36 vs 2,41).

Comparativement aux résultats apportés dans le tableau 14, on peut observer que nos valeurs sont de moindre importance par rapport aux normes Françaises (Aviagen, 2014a ; Aviagen, 2014b et Cobb500, 2015), supérieurs par rapport aux résultats obtenus par l'ensemble des auteurs mentionnés dans ce même tableau pour le PV et le GMQ, mais inférieurs en termes de quantités d'aliment consommées et indice de consommation. A travers, l'indice de consommation qu'on a obtenu est identique à celui de (El-Deek et al, 2010 ; Azzouni et al, 2013 et Meradi et al, 2016b).

Dans les conditions normales, l'indice de conversion alimentaire est compris entre 1,9 et 2,1, soit une valeur moyenne de 2, c'est à dire 2Kg d'aliment consommé pour produire 1Kg de poids vif (IEMVT, 1991).

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

Tableau 25. Performances zootechniques comparatives

Souche	Durée d'élevage (j)	PV initial (g)	PV Final (g)	GMQ (g/sujet/j)	IA cumulé (g)	CJA	IC	Auteur
Locale*	48	25	2 769	58	6 217	129,52	2,24	Nos résultats
Ration à base de l'aliment commercial								
P. Standard	39-42	ND	1 850	50	ND	ND	1,8-1,9	(Guerin, 2007)
ROSS 308 ¹	70	42	3 367	91	6 083	126,72	1,807	(Aviagen, 2014a)
Arbor acre plus ¹			3 339	90,58	6 090	126,87	1,824	(Aviagen, 2014b)
ROSS	42	ND	1 079,39	38,61	4 502	107,19	2,77	(Tossou et al, 2014) ³
Cobb 500			1 084,75	36,65	4 823	114,83	3,23	
Hubbard			1 054,3	36,75	5 627,58	133,99	3,62	
Cobb 500 ¹	63	42	3 414	71,1	6 144	128	1,8	(Cobb500, 2015)
ISA F15 ²	49	35	2 322	48	5 250	107,14	2,26	(Azzouni et al, 2013)
* Données du lot représentatif de notre expérimentation (20%). ¹ : Normes Françaises, résultats au 48 ^{ème} jour d'élevage. ² : résultats des essais de la station expérimentale de Baba Ali, Alger. PV : poids vif ; GMQ : gain moyen quotidien ; IA : ingéré alimentaire ; CJA : consommation journalière moyenne de l'aliment ; ³ : étude comparative des trois souches (R, C, H) menée au Bénin. ND : non déterminé								
Ration à base de rebuts des dattes entières								
Lohman	42	ND	1 521	ND	3 268	ND	2,26	(El-Deek et al, 2010) ⁴
ROSS 308	42	ND	1 681	ND	2 765	ND	1,64	(Attia et Al-Harathi, 2015) ⁵
Hubbard F15	49	ND	2 128	42,5	4 325	ND	2,20	(Meradi et al, 2016b) ⁶
ISA Vedette	49	ND	2 466	49,5	5 183	ND	2,13	(Boukhris et al, 2017) ⁷

⁴ : cinq taux de substitution du maïs (3, 6, 9, 12, et 15%) ; ⁵ : quatre taux de substitution (0, 5, 10, et 20%) ; ⁶ : quatre taux de substitution (0, 10, 20, et 30%) ; ⁷ : cinq taux de substitution (0, 10, 20, 30, et 40%)

Les raisons possibles des rendements satisfaisants qu'on a obtenus peuvent être dues à :

- L'effet positif du probiotique additionné (ECR) qui a permis l'amélioration des PV, GMQ, et IC jusqu'à concurrence d'un taux d'incorporation de 40%, comme le signale (Kucukersan et al, 2002) dans son étude, le temps que plusieurs auteurs ont signalé sur poulets de chair, l'effet régressif du taux d'incorporation des rebuts de dattes dans l'alimentation. Des taux supérieur à 10-20%, entraînant une diminution du poids vif et du GMQ (Kamel et al, 1980 ; Hussein et al, 1998 ; Meradi et Alloui 2009 ; Masoudi et al, 2011 et Meradi et al, 2016b) ;
- La vitesse de croissance pondérale accélérée des poulets des lots expérimentaux par rapport au lot témoin qui a marqué à 10jours le poids le plus important (185g), pourrait

Chapitre 2. L'expérimentation Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

être liée directement à l'appétit, comme il est indiqué par (Marks, 1980). L'appétit des sujets des lots expérimentaux sembla dépendante des teneurs élevées en sucres totaux (60-82 de MS %) (tableau 05), qui augmentent l'appétibilité des aliments (Maatallah, 1970) et leur procurant un pouvoir énergétique potentiel favorable à l'engraissement (Chehema et Longo, 2001 ; Al-Harathi et al, 2009 ; El-Sheikh et al, 2013 ; Attia et Al-Harathi, 2015 et Arbouche et al, 2018) ;

- L'intérêt des rebuts des dattes entières dans l'amélioration du rendement zootechnique réside non seulement dans leur valeur nutritive considérable, mais aussi dans les propriétés et les avantages potentiels de ses noyaux (graines) pour la santé. L'imbibition des rebuts des dattes dans la solution d'ECR, peut permettre aussi l'extraction des composés inclus dans les noyaux concassés à intérêt non négligeable en tant que additif alimentaire, source de facteurs de croissance et de performances de carcasse du poulet de chair (Fahimeh et al, 2014 ; Hussein et al, 2015 ; El-Far et al, 2016).

Dans son étude, ce dernier auteur a recommandé 2 - 4% de noyaux de dattes dans la ration pour l'obtention de grandes améliorations bénéfiques dans la santé et le poids corporel le plus élevé des oiseaux. (Hussein et al, 2015) a indiqué la possibilité d'inclure jusqu'à 5 à 20% de noyaux dégradés dans la ration du poulet de chair. Plusieurs études ont cernés les noyaux des dattes pour les remèdes médicales, grâce à leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, et immunitaires (Peterson et Dwyer, 1998 ; Alturki et al, 2010 ; Alugaili et al, 2019).

2. Paramètres d'abattage

Les variations des caractéristiques des carcasses dans cette étude sont non significatives comme est signalé par (Al-Homidan, 2003). 20% de rebuts des dattes (RD) dans le concentré alimentaire demeure efficace pour un meilleur rendement de carcasse (73,23%), au-delà, les rendements de carcasse soient inférieurs, cependant (Al Bowait et Al Sultan, 2006 et Masoudi et al, 2011) ont signalé une régression des paramètres d'abattage pour des taux d'incorporation progressifs de rebuts de dattes dans l'alimentation au-delà de 10%.

Nos résultats sont identiques à ceux de (Attia et Al-Harathi, 2015), et proches de ceux obtenus avec le poulet Arbor acre en France (à un poids vif de 2 à 2,2kg, le rendement de carcasse fluctue vers 72%) (Aviagen, 2014b), nos résultats sont donc acceptables, compte tenu le

Chapitre 2. L'expérimentation

Incorporation des sous-produits dans la ration alimentaire du PC

poids de départ faible (25g) qui a engendrer des rendements de carcasse similaires à un poulet performant pesant au premier jour de son âge 42g. (Naves, 2011) dans son étude a signalé que les races animales locales représentent un patrimoine original et unique du fait qu'elles peuvent développer des aptitudes zootechniques particulièrement utiles, en termes de performances de production et de qualités d'adaptation.

(Mérat, 1990 et Katangole et al, 1990) ont indiqué que la réduction de plumage peut expliquer l'augmentation du rendement de carcasse. (Mérat, 1990) rapporte l'amélioration du pourcentage de viande à la plus grande biodisponibilité des protéines suite à la réduction de la croissance du plumage. Des résultats qui peuvent justifier la supériorité du rendement de carcasse des lots expérimentaux face au lot témoin qui a produit davantage plumes et viscères.

Les rendements positifs de poids vifs à l'abattage (2 761g à 2 921g vs 2 793g) et de poids de carcasse éviscérée (1 974g à 2 130g vs 1 979g) des lots expérimentaux peuvent être justifiés par la durée d'élevage qu'on a adopté (48j) légèrement longue, ainsi (Baeza et al, 2010) ont indiqué que l'augmentation de l'âge des poulets à l'abattage de 35 à 63jours permet d'accroître fortement le rendement en viande tout en ayant un faible impact sur l'état d'engraissement de la carcasse.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 3.

Analyse économique

APPROCHE METHODOLOGIQUE

Tout débat sur la gestion technico-économique de l'élevage de poulet de chair nous ramène sur l'analyse du ratio du coût alimentaire, autrement dit l'analyse du coût du maïs ou de l'aliment consommé en référence à la quantité de produit fini produit (Huart, 2004). Le poste « alimentation » est regardé de très près par les producteurs car il est directement corrélé avec le coût de production (DAAF, 2016 ; Romaric, 2017).

Le choix de la méthode des coûts complets est nécessaire pour l'analyse de la composition des charges d'obtention des sous-produits. L'objectif principal de cette méthode est de calculer des coûts de production aussi complets que possible, avec la prise en compte de la totalité des charges constatées au cours de la fabrication et du traitement d'un sous-produit fini et prêt pour être incorporé dans l'alimentation du poulet de chair. Dans cette étude, le calcul du coût de production n'inclut pas les frais de commercialisation, et les frais non liés directement à la production.

Le coût de production incorpore les charges directes et indirectes (Boughaba, 1998 ; Alazard et Sépari, 2001 ; Zitoun, 2003 ; Terranova, 2008). Le mot « charge » désigne les consommations de l'entreprise chiffrées en valeur monétaire essentiellement pour ses besoins d'exploitation, ou ses objectifs de production et de vente de biens et de services (Cullmann, 1993 ; Bernard et Heim, 1993). Une charge est dite directe ou indirecte par rapport au produit réalisé dont on souhaite mesurer le coût (Arfaoui et Amrani, 1991 ; Djellouli, 2008) :

Formule de calcul :

$$\text{Coût de production} = \text{charges variables (directe et indirecte)} + \text{charges fixes (directe et indirecte)}$$

Charges variables : aliments, poussins, chauffage, frais vétérinaires, désinfection, eau et électricité, cotisation, litière et enlèvement de fumier (ITAVI, 2015a).

Charges fixes : loyers, assurance, amortissement des immobilisations, salaires de cadre administratif (Cibert, 1976).

RESULTATS

Lors du calcul du coût de production du Kg de viande sur la base de nos deux sous-produits locaux, on a compté toute les charges constatées au cours des trois phases du cycle d'élevage, hors les frais de commercialisation, et les frais de stockage non liés directement à la production¹.

1. Calcul du coût de production

Pour la réalisation de l'expérimentation, on a utilisé les rebuts de dattes (RD) en substitution du maïs à différents taux d'incorporation (0, 20, 30 et 40%) et l'extrait du contenu de rumen (ECR) pour finalement, l'imbibition du concentré avant leur distribution aux poulets. Le poste « alimentation » est analysé en tenant compte de l'ensemble des charges directement liés à la collecte, broyage, séchage et traitement chimique de nos sous-produits agricoles, c'est-à-dire calcul du coût total de production de 1Kg de viande à partir du calcul des coûts de production de 1Kg de rebuts de dattes et de 1Kg de contenu de rumen.

1.1. Coût de production des rebuts des dattes

Le calcul du coût de production de 1kg de rebuts des dattes secs et broyés peut se différer selon deux schémas :

	Acteur	Action	Matériel
Schéma 1	Unité de fabrication	Collecte, séchage, broyage	Broyeur et séchoir industriel
Schéma 2	Eleveur	Séchage à l'air libre	Broyage à l'extérieur de l'exploitation.

1.1.1. Premier schéma

La période de récolte des fruits du palmier dattier commence au début d'octobre et s'étend jusqu'à la fin de la saison (mois de janvier²), elle se caractérise par le triage, au cours duquel se fait l'élimination des dattes déclassées (rebut des dattes) et non orientées vers la consommation à raison de certains critères. La collecte de notre sous-produit s'est effectuée au cours de cette période, auprès des palmeraies et des unités de transformation des dattes généralement.

¹ Il s'agit d'un prix de revient sorti usine, sans stockage

² L'activité ne fonctionne donc pour le séchage que de 4 à 6 mois

Les quantités collectées sont dirigées directement vers l'unité pour le séchage, sachant que cette opération dure exclusivement la période de récolte des dattes (4 à 6 mois), alors que le broyage s'effectue à n'importe quel moment de l'année (figure 15).

Le prix des rebuts des dattes en dehors de la saison de récolte et de tri se double et ceci sous l'effet de commerce et spéculation sur les prix (vente hors saison), cela notamment dans les wilayas sahariennes (Oued Souf).

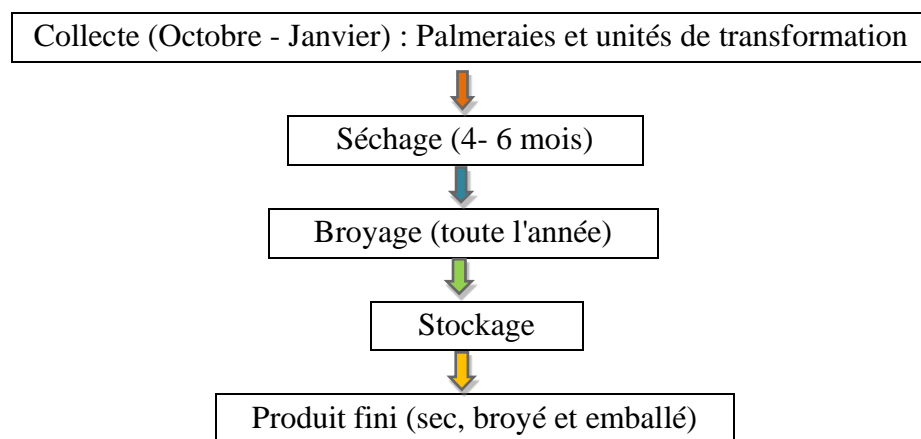


Figure 15. Etapes de préparation des rebuts de dattes

1.1.1.1. Calculs

Postes de calcul des coûts :

CVD = matière première, services, main d'œuvre, énergie

CVI = 5% CVD³

CFD = Amortissement (séchoir et broyeur)

CFI = Néant

A. Coût des charges variables directes (CVD)

Le tableau 26 résume les calculs pour l'ensemble des charges :

Le coût de transport est calculé en admettant que la location d'un camion de capacité de 20 tonnes coûte 5 000 DZD/trajet (37,5 €/trajet). Pour la main d'œuvre, six ouvriers à temps plein (2 pour le broyage, 2 pour le séchage et 2 pour le stockage), sachant que le salaire de

³ Montant correspondant aux pratiques habituelles de gestion

chacun est de 1 200 DZD/j (9,8 €/j) et que la quantité de rebuts des dattes traités par jour vaut 50qx.

Tableau 26. Prix unitaire (DZD) des matières premières, énergie, main d'œuvre et transport pour 1kg de rebuts des dattes (schéma 1)

Désignation	Prix (DZD/kg de RD)
Prix / Coût d'achat	10 (saison) 20 (hors saison)
Coût de transport	0,25
Coût de main d'œuvre	1,44
Electricité	0,25
Total	11,94

À partir des données du tableau 26, on trouve :

$$\text{CVD} = 11,94 \text{ DZD/kg de RD (0,097 €)}$$

B. Coût des charges variables indirectes

Correspond aux frais de gestion, et est estimé à 5 % des charges variables directes, donc :

$$\text{CVI} = 5\% \text{ CVD} = 5 \times 11,94 / 100 = 0,597 \text{ DZD /kg}$$

$$\text{CVI} = 0,597 \text{ DZD /kg de RD (0,00485 €)}$$

C. Coût des charges fixes directes

Correspond à l'ensemble des amortissements : séchoir industriel et broyeur à marteau.

➤ Calcul de l'amortissement du séchoir industriel (SI)

Calculé en divisant le coût du séchoir (146 200 DZD) par leur durée de vie (variable selon le fabricant), et par la durée de leur utilisation par an (6 mois = 180 jours). Donc, avec une durée de vie du séchoir de 5 ans, on obtient :

$$\text{L'amortissement annuel} = 146\,200 \text{ DZD} / 5\text{ans} = 29\,240 \text{ DZD/an,}$$

Et, pour une quantité de 50qx séchés par jour, on trouve :

$$\Rightarrow \text{Amortissement SI} = 0,0324 \text{ DZD /kg/j}$$

➤ Calcul de l'amortissement du broyeur à marteau (BM)

Le même principe que pour le broyeur, le coût total sur la durée de vie (10 ans), sur le nombre de jours d'exploitation par an (300j) :

Durée de vie = 10 ans, Coût de broyeur = 100 000 DZD,

⇒ Amortissement annuel = 10 000 DZD, et

Avec une quantité de 100qx broyés par jour, on trouve :

$$\Rightarrow \text{Amortissement BM} = 0,0033 \text{ DZD/kg/j}$$

Le coût des charges fixes directes est égal à la somme de l'ensemble des amortissements :

$$\text{CFD} = 0,0324 + 0,0033 = 0,0357 \text{ DZD/kg de RD}$$

Donc, le coût complet de 1kg de rebuts de dattes broyés est égal :

$$\text{Coût complet} = 11,94 + 0,597 + 0,0357 = 12,5727 \text{ DZD/kg de RD, soit } 0,102 \text{ €/kg}$$

⇒ Ramené à la tonne, son prix de revient est égal à 12 572,7 DZD/t

On a enregistré dans le tableau 27, la part de chaque charge dans le coût total.

Tableau 27. Ensemble des coûts de production (schéma 1)

Type des coûts	Désignation	Prix (DZD /kg RD)	%
CVD	Matière première (prix d'achat)	10	79,53
	Coût de transport	0,25	1,98
	Coût de main d'œuvre	1,44	11,45
	Electricité	0,25	1,98
CVI	5% CVD	0,597	4,74
CFD	Amortissement séchoir	0,0324	0,25
	Amortissement broyeur	0,0033	0,026
CFI	Néant	0	0
	Total	12,5727	100

A travers le tableau 27, et la figure 16, on remarque que la charge sur la matière première (RD) présente 79,53% du coût complet, le reste 20,47%.

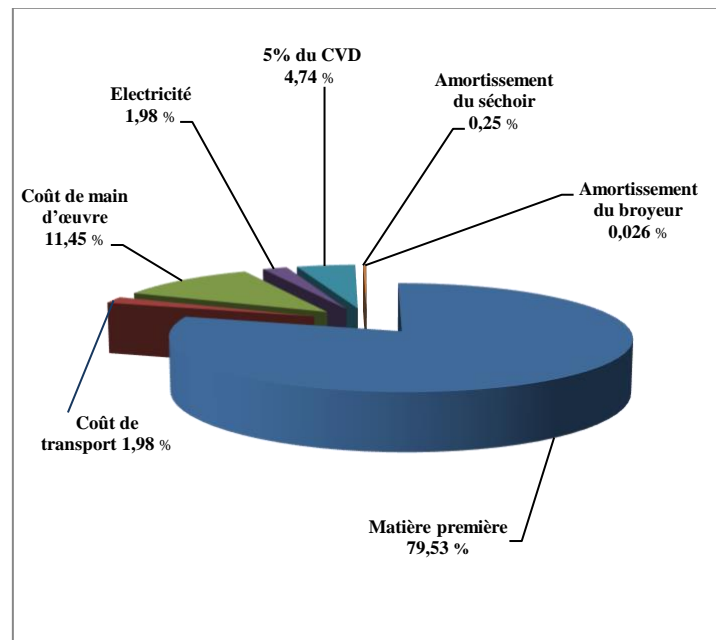


Figure 16. Composantes du coût de production des RD dans le schéma 1

1.1.2. Deuxième schéma

Dans ce cas, la quantité achetée par l'éleveur est moins importante, elle dépend des besoins annuels de leurs troupeaux. Le séchage est effectué à plein air, sous soleil pendant 4 à 7 jours (en fonction de la saison). Le nombre de jours de travail pour le séchage et la quantité séchée par opération sont liés à la surface exploitée pour cet effet. Le broyage est réalisé à l'extérieur de l'exploitation, dans une unité spécialisée.

1.1.2.1. Calculs des coûts

Postes de calcul des coûts :

CVD	=	matière première, services, main d'œuvre
CVI	=	5% CVD
CFD	=	Néant
CFI	=	Néant

A. Charges variables directes

- Le coût de transport de la matière première dans ce cas est double :
 - Des vendeurs ou revendeurs du sous-produit vers l'éleveur et,
 - De l'éleveur vers le broyage (camion de capacité 20 tonnes loué à 5 000 DZD /trajet de 20 km).

- La main d'œuvre : six ouvriers, dont quatre⁴ pour le séchage (étalement des rebuts des dattes sur terre avec retournement), après 3 à 7 jours les rebuts sont mis en sacs, puis transportés pour le broyage, les deux autres ouvriers font le stockage, sachant que le salaire de chacun est de 1 200 DZD/j et que la quantité de rebuts traités par jour vaut 50 qx.
- Les frais de broyage sont de 300 DZD/q.

Dans le tableau 28, les résultats sont établis en DZD/kg de rebuts des dattes.

Tableau 28. Coût (en DZD) des postes de dépense pour 1kg de RD (schéma 2)

Désignation	Coût (DZD/kg de RD)
Achat	10 (saison) 20 (hors saison)
Transport	0,25 × (2)
Main d'œuvre	1,44
Broyage	3
Total	14,94

A travers ce tableau, le total des CVD = 14,94 DZD/kg de rebuts des dattes.

Les frais de gestion sont estimés à 5 % des charges variables directes ;

$$CVI = 5\% \text{ CVD} = 5 \times 14,94 / 100 = 0,747 \text{ DZD/kg}$$

$$\Rightarrow \text{CVI} = 0,747 \text{ DZD/kg de RD}$$

Le coût complet de 1kg de rebuts de dattes broyés est égal à :

$$\text{Coût complet} = 14,94 + 0,747 = 15,687 \text{ DZD/kg de RD}$$

Ramené à la tonne, son prix de revient est égal à 15 687 DZD.

Le tableau 29 illustre le taux de chaque poste de dépense dans le coût total de production.

⁴ Le nombre des jours de travail augmente lorsque la surface exploitée pour le séchage de RD diminue

Tableau 29. Postes de dépense dans le coût total de production (schéma 2)

Charges	Désignation	Coût (DZD/kg de RD)	%
	Matière première (prix d'achat)	10	63,74
CVD	Coût de transport	0,5	3,18
	Coût de main d'œuvre	1,44	9,17
	Frais de broyage	3	19,12
CVI	5% du CVD	0,747	4,76
CFD	Néant	0	0
CFI	Néant	0	0
	Total	15,687	100

A travers ces résultats, on remarque que le coût des matières premières, représente seul 63,74% contre 79,53 % dans le schéma 1 et un taux important des frais de broyage de plus de 19 %. A noter que, seulement les charges variables sont prises en compte. La figure 17 retrace l'ensemble des dépenses selon le schéma 2.

En conclusion, et suite à la comparaison des calculs, on peut déduire que le résultat meilleur est celui enregistré dans le schéma 1 du fait que le coût total de production est le plus bas (12,57 DZD vs 15,68 DZD), malgré que la matière première a présenté 63,74 % contre 79,53% dans le premier schéma, les charges supplémentaires ont pondéré sur le coût total.

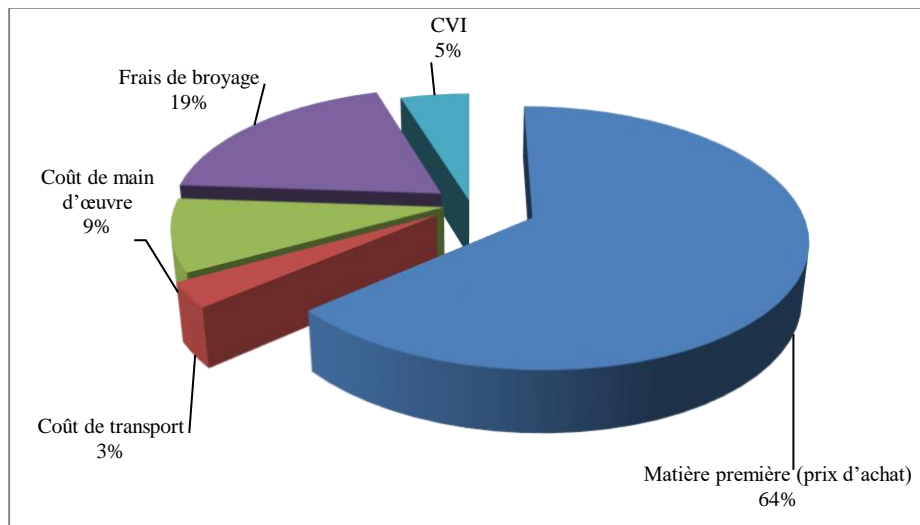


Figure 17. Composantes du coût de production des RD dans le schéma 2

1.2. Coût de production du contenu de rumen

Les calculs sont faits selon la formule empirique :

$$\text{Coût complet} = \text{CVD} + \text{CVI} + \text{CFD} + \text{CFI}$$

1.2.1. Coût des charges variables directes

On a pris pour les calculs :

- Prix d'achat de la matière première (contenu de rumen) = 0 « nul », les frais uniques sont ceux de leur récupération et manipulation (+ le coût de la main d'œuvre) ;
- Frais de transport : 5 000 DZD/trajet, sachant que le lieu de séchage et traitement se trouve à 20 km de l'abattoir, et que la capacité du camion est de 15 tonnes ;
- La main d'œuvre : 2 ouvriers au niveau de l'abattoir pour la collecte et 4 au niveau de l'exploitation pour le traitement et le séchage (traitement de 50qx/j de contenu de rumen).

Le salaire d'un ouvrier = 1 200 DZD \Rightarrow Coût de la main d'œuvre = $6 \times 1200 = 7\,200$ DZD /j, donc, le coût de MO = $7\,200/5\,000 = 1,44$ DZD/kg/j.

➤ Coût de traitement du contenu de rumen par l'Hcl1n :

Avec un litre d'acide chlorhydrique 34% ($d=1,17$, et $M=36,47$), on extrait 19 litres de solution d'Hcl1n.

Le coût d'un litre d'Hcl = 900 DZD \Rightarrow Coût d'un litre d'Hcl1n = 47,36 DZD.

Un litre d'HCl1n traite presque 40 kg de contenu de rumen frais (12% de MS), l'équivalent de 4,8 kg sec, donc :

$$47,36 \text{ DZD} \quad \Longrightarrow \quad 4,8 \text{ kg de CR sec}$$

Et, le coût de traitement de 1 Kg de CR est égal à 9,88 DZD

Le tableau 30, présente les différentes charges de production pour le contenu de rumen.

Tableau 30. Prix unitaire des charges (DZD /kg de CRS traité par l'HCl1n)

Désignation	Coût
Achat	0
Transport	0,33
Main d'œuvre	1,44
Traitement par l'HCl1n	9,88
Electricité	0,25
Total	11,88

1.2.2. Coût des charges variables indirectes

Les charges variables indirectes = 5% du CVD = $5 \times 11,88 / 100 = 0,594$ DZD /kg

CVI = 0,594 DZD/kg de CR

1.2.3. Coût des charges fixes directes

Dans cette étude, les charges fixes directes correspondent uniquement à l'amortissement du séchoir industriel.

➤ Calcul de l'amortissement du séchoir industriel (SI)

Sachant que la durée de vie du matériel est de 5 ans, et le coût du séchoir = 146 200 DZD, ce qui fait :

$$\Rightarrow \text{Amortissement annuel} = 29\,240 \text{ DZD}$$

Avec une quantité de 50qx de CR séché par jour⁵ :

$$\Rightarrow \text{Amortissement SI} = 0,019 \text{ DZD /kg/j (avec 300 jours de travail par an),}$$

Donc, le coût complet de 1kg de contenu de rumen traité :

⁵ Quantités moyennes de CR par wilaya en fonction du nombre et du type d'espèce abattue par jour

$$\text{Coût complet} = 11,88 + 0,594 + 0,019 = 12,493 \text{ DZD /kg de CR}$$

Ramené à la tonne, son prix de revient devient : 12 493 DZD/t.

1.3. Calcul du coût des aliments

Nos calculs des prix des aliments distribués dans chaque phase d'élevage, sont établis à partir du prix moyen du maïs, dont le cours actuel est de 27 000DZD/t soit 27 DZD/kg. Pour le contenu de rumen (CR) traité, le coût complet est revenu à 12,493 DZD/kg (il englobe les frais de main-d'œuvre pour la récupération et le traitement par l'HCl, y compris son coût).

Le traitement de la ration expérimentale modifiée par le contenu de rumen est effectué au moment de servir cette ration. Le poids du liquide utilisé n'est pas considéré comme partie du poids de cet aliment. Par contre ce traitement est proportionnel au poids de la ration, soit un quart ($\frac{1}{4}$) de litre par kilo d'aliment, ce qui permet d'évaluer le coût supplémentaire du traitement de 261,98 DZD par quintal d'aliment, à l'exception du lot témoin (3^{ème} ligne du tableau 31). Le coût des rebuts de dattes, comprenant la main d'œuvre et l'amortissement du matériel pour la récupération et le broyage, a été évalué à 12,572 DZD/kg.

Les prix des concentrés des lots témoins (démarrage = 51,68 DZD/kg, croissance = 49,25 DZD/kg, finition = 47,04 DZD/kg) sont ceux fournis par l'office national des aliments du bétail (ONAB, 2018). Les prix des concentrés expérimentaux ont été calculés sur la base des prix des matières premières les constituants et des ingrédients de substitution (tableaux 21 et 31).

Tableau 31. Coût des différents concentrés après substitution

Aliment de Démarrage				
	0%	20%	30%	40%
Coût (maïs + RD) (DZD/q)	1 647	1 470,97	1 382,9	1 294,9
Coût du concentré entier (DZD/q) *	5 168	4 991,95	4 903,93	4 815,9
Coût de traitement par l'ECR (DZD/q)	0	261,98	261,98	261,98
Coût total de concentré	5 168	5 253,93	5 165,91	5 077,88
Aliment de Croissance				
Coût (maïs + RD) (DZD/q)	1 728	1 543,29	1 450,94	1 358,59
Coût du concentré entier (DZD/q) *	4 925	4 740,29	4 647,94	4 555,59
Coût de traitement par l'ECR (DZD/q)	0	261,98	261,98	261,98
Coût total de concentré	4 925	5 002,27	4 909,92	4 817,57
Aliment de Finition				
Coût (maïs + RD) (DZD/q)	1 890	1 687,98	1 586,97	1 485,96
Coût du concentré entier (DZD/q) *	4 704	4 501,98	4 400,97	4 299,96
Coût de traitement par l'ECR (DZD/q)	0	261,98	261,98	261,98
Coût total de concentré	4 704	4 763,96	4 662,95	4 561,94

* Le coût de concentré entier = coût de concentré témoin – coût de la quantité du maïs éliminée + coût de la quantité de rebuts de dattes ajoutée = coût de concentré témoin – quantité substituée × différence de prix entre les deux matières (maïs et rebuts des dattes).

Le coût de production de la partie modifiée de la ration (CPrs) (maïs remplacé par les résidus des dattes après substitution) est :

$$CPrs = Prd \times Xrd \times X_m + P_m (X_m - Xrd \times X_m), \text{ avec :}$$

- P_m : Prix du maïs
- Prd : Prix du facteur de remplacement (rebut de datte)
- X_m : Quantité de concentré utilisée (maïs) exprimé en % pour un calcul unitaire
- X_{rd} : Quantité des RD utilisée en remplacement d'une partie de maïs exprimé en % pour un calcul unitaire
- T_{st} : Taux de substitution du maïs par les rebuts de dattes
- T_{st} = X_m × X_{rd}

1.3.1. Exemple de calcul du CPrs (coût de production de la ration après substitution) du lot 20 % en DZD/kg

$$\begin{aligned} \text{CPrs} &= (12,572 \text{ DZD/kg} \times 12,2 \%) + (27 \text{ DZD/kg} \times (61 \% - 12,2 \%)) = 14,7097 \text{ DZD/kg} \\ &= 1\,470,97 \text{ DZD/q} \text{ (tableau 31)}. \end{aligned}$$

Le coût de production de la partie non modifiée de la ration est égal au prix de la ration témoin (Prt) moins le prix du maïs de cette même ration.

$$\text{CPrns} = \text{Prt} - (\text{Pm} \times \text{Xm})$$

$$\text{CPrns} = 51,68 \text{ DZD/kg} - (27 \text{ DZD/kg} \times 61 \%) = 21,47 \text{ DZD/kg} (= 2\,147 \text{ DZD/q})$$

Le coût total de la ration modifiée, avant traitement au jus de rumen est donc :

$$\text{CPTxm,j} = \text{CPrs} + \text{CPrns} = \text{Prd} \times \text{Xrd} \times \text{Xm} + \text{Pm} (\text{Xm} - \text{Xm} \times \text{Xrd}) + \text{Prt} - (\text{Pm} \times \text{Xm})$$

$$\text{CPTxm,j} = \text{Prd} \times \text{Xrd} \times \text{Xm} + \text{Pm} \times \text{Xm} - \text{Pm} \times \text{Xm} \times \text{Xrd} + \text{Prt} - \text{Pm} \times \text{Xm}$$

$$\text{CPTxm,j} = \text{Prt} - \text{Pm} \times \text{Xrd} \times \text{Xm} + \text{Prd} \times \text{Xrd} \times \text{Xm}$$

$$\text{CPTxm,j} = \text{Prt} - \text{Xrd} \times \text{Xm} (\text{Pm} - \text{Prd})$$

Le coût total du concentré entier CPTxm,j pour un taux de substitution donné Xm et une étape de croissance j.

= Le coût de concentré témoin (Prt) – le coût de la quantité du maïs éliminée (Pm Xrd Xm)
+ le coût de la quantité de rebuts de dattes ajoutée (Prd Xrd Xm).

= Le coût de concentré témoin – la quantité substituée × la différence de prix entre les deux matières (maïs et rebuts de datte).

1.3.2. Exemple de calcul du coût de concentré entier (CCE) pour le lot 20% d'aliment de démarrage

$$= 51,68 \text{ DZD/kg} - (27 \text{ DZD/kg} \times 12,2) + (12,57 \text{ DZD/kg} \times 12,2)$$

$$= 51,68 \text{ DZD/kg} - 3,294 \text{ DZD/kg} + 1,5335 \text{ DZD/kg}$$

$$= 51,68 \text{ DZD/kg} - 12,2 \% (27 \text{ DZD/kg} - 12,57 \text{ DZD/kg})$$

$$= 51,68 \text{ DZD/kg} - 1,7604 \text{ DZD/kg} = 49,9196 \text{ DZD/kg}$$

A ce coût, il faut ajouter le coût de traitement avec le jus de rumen :

$$\text{Cjr} = 2,61 \text{ DZD/kg} \text{ (tableau 31)}.$$

L'opération est avantageuse si la somme des coûts sur les trois étapes « j » à laquelle on ajoute le coût du traitement au jus de rumen, est inférieure dans le cas de la substitution, comparée au lot témoin :

$$\sum_{j=1}^{j=3} Prt - CPTxmj - Cjr > 0$$

1.4. Coût complet de production (CC)

Il comprend l'ensemble des charges directes et indirectes.

Le coût de production (CP) = coût d'achat des matières consommées + frais de production

1.5. Coût de l'alimentation (CA)

Il est calculé de la façon suivante :

CA (en DZD) / phase = quantité d'aliment consommée par sujet × le prix unitaire de cet aliment

PQAI = Pi × Qi = prix unitaire de la matière première × quantité consommée par phase d'élevage.

Le coût de l'alimentation pour produire 1kg de viande, varie de 116,44 DZD (0,862 €) pour le lot témoin à 111,15 DZD (0,823 €), 117,31 DZD (0,868 €) et 112,63 DZD (0,834 €) pour les lots 20 %, 30 % et 40 %, respectivement.

Exemple de calcul pour la période de démarrage (1-20 j) du lot témoin :

PQAI = Pi × Qi = 51,68 DZD/kg × 0,928 Kg = 47,95 DZD (tableau 32)

Tableau 32. Indicateurs économiques selon les taux de substitution

Période d'élevage	% de substitution											
	0			20			30			40		
	PU (Pi)	QI	PQAI (Pi×Qi)	PU (Pi)	QI	PQAI (Pi×Qi)	PU (Pi)	QI	PQAI (Pi×Qi)	PU (Pi)	QI	PQAI (Pi×Qi)
1-20j	51,68	928	47,95	53,04	938	49,75	52,16	966	50,38	51,28	877	44,97
21-33j	49,25	1850	91,11	50,52	1811	91,49	49,60	1830	90,76	48,67	1928	93,83
34-48j	47,04	3497	164,49	48,14	3468	166,56	47,13	3699	174,33	46,12	3433	158,32
CAT=Σ (Pi×Qi)*	303,57			307,8			315,47			297,12		
PV final (g)	2 607			2 769			2 689			2 638		
CA/kg de PV*	116,44 (0,862 €)			111,15 (0,823 €)			117,31 (0,868 €)			112,63 (0,834 €)		
CPT/kg de PV*	194,06 (1,437 €)			185,25 (1,372 €)			195,51 (1,448 €)			187,71 (1,39 €)		
CDE*				322,43			313,11			307,18		
DP *				+ 18,86			+ 9,54			+ 3,60		
DAL*				+13,80			- 2,25			+ 9,95		
Différence (%)				- 4,54%			+ 0,74			- 3,27		

*PU = Pi : prix unitaire de 1 kilo d'aliment (DZD) ; QI : quantité ingérée (g) ; PQIA = Pi × Qi : prix quantité d'aliment ingéré (DZD) ; CAT : coût alimentaire total ; PV : poids vif ; CPT : coût de production total ; CDE : CAT que l'éleveur doit dépenser en aliment témoin pour avoir les rendements expérimentaux ; DP : différentiel de coût dû au gain de poids supplémentaire (DZD) ; DAL : différentiel de coût dû au coût moins élevé de l'aliment (DZD) * : (en DZD)*

1.5.1. Coût alimentaire total

C'est le coût de l'alimentation durant toute la période d'élevage d'un sujet, et correspond à : $CAT = \Sigma (Pi \times Qi)$

CDE = le coût alimentaire total (CAT) que l'éleveur doit dépenser en aliment témoin pour avoir les rendements résultant des substitutions (lots expérimentaux).

= coût alimentaire d'un kg de poids vif (CA) du lot témoin × le poids moyen des sujets des lots expérimentaux.

Cet indicateur permet d'évaluer l'avantage de coût pour un poids vif du lot témoin constant.

Exemple de calcul pour le lot 20% :

$$CDE = 116,44 \times 2,769 = 322,43 \text{ DZD}$$

Le différentiel du coût a deux origines :

- DP : Le différentiel de coût dû au gain de poids supplémentaire, est calculé selon la formule suivante :

DP = différence de poids en kg entre le lot témoin et lot expérimental \times coût de l'alimentation (CA) d'un kg de viande du lot témoin.

$$\text{Exemple (lot 20\%)} : (2,769 - 2,607) \times 116,44 = + 18,86 \text{ DZD.}$$

- DAL : Différentiel de coût dû au coût moins élevé de l'aliment, est calculé par la formule suivante :

DAL = différence entre le CA du lot témoin et lot expérimental \times le poids final du lot témoin = $(CA_{0\%} - CA_{20\%}) \times PV_{0\%}$

= le gain sur CAT lorsqu'on utilise le CA des lots expérimentaux.

$$\text{Exemple (lot 20\%)} : (116,44 - 111,15) \times 2,607 = 13,80 \text{ DZD.}$$

En nous limitant aux coûts de l'aliment des poulets selon la ration alimentaire, nous constatons un avantage pour les rations à 20 % et 40 % de substitution du maïs par des rebuts de dattes traités par du jus de rumen. L'avantage est de :

$(116,44 \text{ DZD/kg} - 111,15 \text{ DZD/kg}) / 116,44 \text{ DZD/kg}$, soit 4,54 % pour le lot 20 % et de $(116,44 \text{ DZD/kg} - 112,63 \text{ DZD/kg}) / 112,63 \text{ DZD/kg}$, soit 3,27 % pour le lot 40 %.

Ces avantages n'atteignent pas des niveaux exceptionnellement élevés. Ils permettent cependant de conclure à l'intérêt de la substitution valorisant un sous-produit de l'activité agro-alimentaire et de réduire la facture d'importation du maïs.

1.6. Estimation du coût de production total y compris les autres charges

En se référant aux résultats obtenus par Kaci (2014), qui stipule que la part de l'alimentation a représenté 60 % du coût de production total. Nous faisons ici l'hypothèse que toutes les autres charges sont proportionnelles à l'alimentation, ce qui revient également à dire qu'il n'y a pas de charge fixe et qu'il n'y a pas d'économie d'échelle. L'estimation des coûts de production totaux pour nos différents lots, sont retracés dans le tableau 31. Il montre que les coûts de production les plus faibles sont ceux des lots expérimentaux (20 % : 1,37 € (185,25 DZD) et 40 % : 1,39 € (187,71 DZD)) par rapport au lot témoin avec 1,437 € (194,07 DZD).

DISCUSSION

Les régimes expérimentaux influencent positivement le coût alimentaire par l'amélioration des performances de croissance (poids vif final) (tableau 33). Nos résultats économiques sont similaires à ceux enregistrés par (Mourad, 2017 et Kaci, 2014) ; 0,862 €/kg vs 0,875€/kg et 0,852€/kg, respectivement, pour les animaux alimentés à base de 100 % maïs. Pour les lots expérimentaux (20 % et 40 %), les coûts alimentaires sont plus avantageux que ceux obtenus par ces mêmes auteurs : 0,823 €/kg et 0,834€/kg vs 0,875 €/kg et 0,852 €/kg, respectivement. Les coûts de production sont supérieurs à ceux trouvés par (Mourad, 2017) : (1,32 €/kg) et (ITAVI, 2015a) (0,962 €/kg) et similaires à ceux de (Kaci, 2014) : (1,42 €/kg) et (OFAAL, 2015) : (1,37 €/kg).

Pour que la substitution soit rationnelle, il faut que le rapport production / coût après substitution reste égal à celui d'avant substitution, toutes choses égales par ailleurs (Rejeb Gharbi et Benarif, 2011) :

$$CP / Y = CP_1 / Y_1$$

$$(PX) / Y = [(P_1 X_1 + P (X - X_1))] / Y_1$$

$$(PX)Y_1 / Y = [(P_1 X_1 + P (X - X_1))]$$

$$(PX)Y_1 / Y - P(X-X_1) = P_1 X_1 = (P X) [Y_1 / Y - 1] + P X_1$$

$$P_1 = (P X) [Y_1 / Y - 1] / X_1 + P$$

$$P_1 = P [(Y_1 / Y - 1) X / X_1 + 1]$$

Avec

P_1 : Prix d'intérêt des rebuts de dattes ;

P : Prix de l'aliment à substituer (maïs) ;

Y_1 / Y : Production après substitution / production avant substitution ;

X / X_1 : Taux de substitution des facteurs de production (maïs / RD).

$P = 27$ DZD/kg ; $X = 61\%$ et $Y = 2\,607$ g de viande

Le tableau 33 montre que le prix des rebuts de dattes utilisés comme substituant au maïs, ne doit pas dépasser : 27,80 DZD/kg. Dans notre expérimentation, le coût des rebuts des dattes est égal à 12,572 DZD/kg.

Tableau 33. Prix d'intérêt des rebuts de datte en fonction des taux de substitution

	Taux d'incorporation des rebuts de dattes		
	20%	30%	40%
X1	12,2%	18,3%	24,4%
Y1 (g)	2 769	2 689	2 638
P1 (DZD/q)	3 538,89	2 982,8	2 780,26

CONCLUSION GENERALE

L'expérimentation qui a été menée prouve que les sous-produits locaux peuvent prendre une place de choix dans l'économie nationale par leurs introductions dans l'alimentation du poulet de chair même de manière partielle. L'incorporation des rebuts de dattes à raison de 40% en substitution au maïs avec addition de 250 ml par kilogramme d'aliment d'extrait de contenu du rumen, permet d'améliorer le poids vif (2 638 g), le gain moyen quotidien (56g) en induisant un ingéré alimentaire (6 238g) et indice de consommation (2,36) plus importants que le lot témoin. Les caractéristiques des carcasses restent constantes.

Le régime 20% est le plus rentable par rapport aux régimes 30% et 40%, pas du point de vue technique uniquement mais aussi économique (PV = 2 769 g et CP = 185,25 DZD/Kg de PV « 1,372€/Kg PV »), et restent concurrentiels par rapport au lot témoin.

Les rebuts de dattes commencent à trouver un intérêt aux yeux de nos éleveurs dans l'alimentation des ruminants mais se cherchent encore une place dans l'alimentation avicole ; tout comme le contenu du rumen, qui reste méconnu, marginalisé et représente même une source de pollution de nos abattoirs. Leurs introduction dans l'alimentation du poulet de chair apportent une plus-value significative par rapport à l'alimentation conventionnelle allant de + 3,6 à + 18,86 DZD/kg de poids vif, réduisant la balance des importations de l'alimentation du bétail surtout du complexe (maïs et tourteau de soja), d'où l'intérêt de poursuivre l'expérimentation pour optimiser le taux de substitution dans la perspective d'avoir une alimentation à 100 % locale, réduisant ainsi les dépenses en devises qui affaiblissent notre économie nationale. L'intégration de ces sous-produits va engendrer une économie nouvelle par la création d'entreprises qui seront spécialisées dans la collecte, la transformation, conditionnement et mise en vente de ces sous-produits engendrant ainsi des emplois pour nos jeunes en quête de leurs voies.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

-
1. Abouheif M.A, Kraidees M.S. and Al-Selbood B.A (1999). The utilization of rumen content-barley meal in diets of growing lambs. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* Vol. 12, N0. 8: 1234-1240.
 2. Adamou A (2010). Essai d'un aliment local dans la croissance du poulet de chair. *Annales des Sciences et Technologie* Vol. 2, N° 1, Juin 2010.
 3. Adem R et Ferrah A (2002). Les ressources fourragères en Algérie, *Dv 151 (2)*, 165-172.
 4. Adeyemi O.A, Eruvbetine D.T, Oguntona O, Dipeolu M.A and Agunbiade J.A (2008). Feeding broiler chicken with diets containing whole cassava root meal fermented with rumen filtrate. *Arch. Zootec.* 57(218) : 247-258.
 5. AFNOR, NF, V 08-051(1991). Food microbiology: Enumeration of the total aerobic mesophilic flora by counting the colonies at 30°C. Available from: <http://www.onssa.gov.ma/images/Normes-homologuees-OCTOBRE2019.pdf>.
 6. AFNOR, NF, V 08-056 (1994). Food microbiology: Enumeration of *Clostridium perfringens* by counting colonies at 45°C. Routine method. Available from: <https://m.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/v08056/microbiologie-alimentaire-denombrement-des-clostridium-perfringens-par-comp/fa036373/56619>.
 7. AFNOR, NF, XP V08-102 (1998). Microbiologie des aliments: Règles générales pour le comptage des colonies et pour l'expression des résultats.
 8. AFNOR, NF, V 08-059 (2002). Food microbiology: Enumeration of yeasts and molds by counting colonies at 25°C. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-v08059/microbiologie-des-aliments-denombrement-des-levures-et-moisissures-par-comp/fa120539/20449>
 9. AFNOR, NF, ISO 6579 (2002). Food microbiology: Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. Available from: <https://www.iso.org/fr/standard/29315.html>.
 10. AFNOR, NF, V 08-057 (2004). Food microbiology: Enumeration of *Staphylococcus aureus* by counting colonies at 37°C. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-v080571/microbiologie-des-aliments-methode-de-routine-pour-le-denombrement-des-stap/fa125288/22528>
 11. AFNOR, NF, V 08-060 (2009). Food microbiology: Enumeration of fecal coliforms at 44°C and total coliforms at 37°C. Available from: <https://www.favv->
-

12. Agbabiaka L.A, Amadi S.A, Oyinloye G.O.M, Adedokun I.I. and Ekeocha C.A (2011a). Growth response of African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) to dried rumen digesta as a dietary supplement. *Pak. J. Nutr.* 10 : 564-567.
<http://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2011.564.567>
 13. Agbabiaka L.A, Anukam K.U, Nwachukwu U.N (2011b). Nutritive value of dried rumen digesta as replacement for soybean in diets of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Pak. J. Nutr.* 10:568–571. From :
<http://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2011.568.571>
 14. Agbabiaka L.A, Madubuike F.N, Amadi S.A (2012). Studies on nutrients and anti-nutrients of rumen digesta from three most domesticated ruminants in Nigéria. *Pakistan Journal of Nutrition* 11 (7) : 678-680, 2012. From :
<http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjn/2012/678-680.pdf>
 15. Ahmed Serir A (2017). Caractéristiques nutritives des rebuts des dattes et des grignons d'olive en vue d'une alimentation animale. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. 2016-2017. Université Djilali Bounaama. Khemis Miliana. 87p.
 16. Akouango F, Bandtaba P et Ngokaka C (2010). Croissance pondérale et productivité de la poule locale *Gallus domesticus* en élevage fermier au Congo. Dans FAO, *Animal Genetic Resources*. 46, pp. 61-65.
 17. Alazard C, Separi S (2001). « Contrôle de gestion ». Manuel et Applications, Ed DUNOD, Paris.
 18. Al-Bowait M, et Al-Sultan S.I (2006). Aspects of the serum biochemistry, carcass quality and organoleptic characteristics of broilers fed alkali-treated date pits. *International Journal of Poultry Science*, 5 (3) : 284-288. From :
<http://scialert.net/qredirect.php?doi=ijps.2006.284.288&linkid=pdf>
 19. Al-Harhi M.A, El-Deek A.A, Yakout H.M and AL-Refae M (2009). The nutritive value of date waste meal as a feedstuff for Lohmann Brown pullets and layers. *Journal Poultry Science*, 46 : 303-312.
 20. Al-Homidan A.H (2003). Date waste, whole dates and date pits as ingredients in broiler diets. *Egyptian Poultry Science Journal* 23, 15-35.
-

-
21. Alturki S, Shahba M.A and Stushnoff C (2010). Diversity of antioxidant properties and phenolic content of date palm (*Phoenix dactylifera L*) fruits as affected by cultivar and location, J. Food Agriculture and Envir., Vol 8 (1) : 253-260 (2010).
 22. Alugaili D, Mhaweche A and Mohsien R.A (2019). Antimicrobial and synergistic activity of date palm pits extract (*Phoenix dactylifera L.*) against pathogenic bacterial isolates. Research Journal of Biotechnology, Vol. 14 (Spécial Issue). Marsh (2019). 6p.
 23. Amani A, Marouf Beshir O and Hyfaa A, Ltef Mohammed Abass (2015). Processed animal waste as a feed for Sudanese desert lamb. International Journal of Advanced Multidisciplinary Research (IJAMR) 2 (7) : (2015) : 12-17.
 24. Anjum M.I, Khan A.G, Azim A, Afzal M (2005). Effect of dietary supplementation of multi-strain probiotic on broiler growth performance. Pak.Vet. J. 25, 25-29, 200.
 25. Anmar A, Majeed Al-Wazeer (2016). Effect of different levels of dried rumen content on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. Int. J. Adv. Res. 4 (9), 2 106-2 113. <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/1696>
 26. Arbouche F (2012). Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières produites en Algérie pour l'alimentation des ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique. Algérie Editeurs, Alger, 46 p.
 27. Arbouche F, Arbouche R, Arbouche Y, Arbouche H.S et Mennani A (2018). Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières et sous-produits agro-industriels de l'Afrique du Nord pour l'alimentation des ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique. Algérie Editeurs, Alger.
 28. Arfaoui N et Amrani A (1991). Méthodes d'analyse des coûts. Edition du Management, Alger.
 29. Attia Y.A and Al-Harhi M.A (2015). Effect of supplementation of date waste to broiler diets on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and physiological parameters. Europ. Poult. Sci., Vol. 79. 2015. Doi : 10.1399/eps.2015. 91.
<https://www.european-poultry-science.com/Effect-of-supplementation-of-date-waste-to-broiler-diets-on-performance-nutrient-digestibility-carcass-characteristics-and-physiological-parameters,QUIEPTQ3NzgwOTImTUIEPTTE2MTAxNA.html>
-

-
30. Aviagen (2014a). Normes et valeurs nominales pour le poulet de chair ROSS 308. AVIAGEN EPI 2014. 16p.
 31. Aviagen (2014b). Objectif des performances de poulet de chair Arbor Acres Plus. AVIAGEN 2014. 10p.
 32. Azman M.A et Yilmaz M (2005). The growth performance of broiler chicks fed with diets containing cottonseed meal supplemented with lysine. *Revue de Médecine Vétérinaire* 156, 104-106.
 33. Azzouni K, Saïs M, Soumes A, Abdesslem L, Mebkhout, Achouri A, Tetah F (2013). Espace avicole : des phases d'élevages et son impact sur les performances zootechniques & économiques du poulet de chair. Institut Technique des Elevages. 10p.
 34. Azzouz H (1997). Alimentation du poulet de chair. Institut Technique des Petits Elevages (ITPE). Edition 1997, p (2), (7-9).
 35. Baa A, Arbouche F, Arbouche R, Montaigne E, Arbouche Y, Arbouche HS (2018). Effects of incorporating oasis by-products on fattening performance and carcass characteristics of Ouled Djellal lamb, *Veterinary World*, 11(10) : 1 397-1 403. From: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.11/October-2018/6.pdf>
 36. Baeza E.M, Jlali P, Chartrin V, Gigaud F, Mercierand C, Durand K, Meteau E, Le Bihan-Duval, Berri C (2010). Influence of increased slaughter age on meat yield and breast meat quality from a heavy line of broiler chicken. 13^{ème} Conférence Européenne d'Aviculture. Tours, France, 23-27 August 2010, 5p.
 37. Bakrie B, Sente U, Mayasari K, Syah R.F (2018). Effectiveness of accelerator and inoculum in fermentation of goat's rumen contents as animal feed ingredients. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Sci.* 119: 012008. Doi : 10.1088/1755-1315/119/1/012008.
 38. Bedford M.R and Partridge G.G (2010). *Enzymes in farm animal nutrition*. CAB International. London. UK.
 39. Belhouajeb F.A et Chehat F (2013). The cost of production and the competitiveness of the Algerian sheep meat : case of the lamb of Djelfa. *Les cahiers du CREAD*, 104,91-10, 2013.
-

-
40. Bencherchali M et Houmani M (2010). Intérêt fourrager pour les ruminants de deux espèces fourragères spontanées *Bromus Madretensis* L. et *Bromus Maximus* Desf. ISSN 1450-216X Vol.43 No.3 (2010), pp.307-315.
41. Benyahia D (1989). Détermination de la valeur énergétique de la pulpe de datte chez la volaille. Mémoire d'ingénieur d'état en zootechnie. Université de Blida, 140p.
42. Beranger C et Robelin J (1978). Estimation du poids du contenu digestif des bovins à partir du poids du contenu du rumen. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1978, 27 (4), pp. 639-645. hal-00887827. From : <https://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/1978/04/Ann.Zootech.0003-424X.1978.27.4.ART0012.pdf>
43. Bernard M et Heim J (1993). Dictionnaire de la comptabilité. 4^{ème} édition. La ville Guérin. Paris, p 43.
44. Beyer S (2014). Utilisation du sorgho grain dans l'alimentation des volailles : stratégies de formulation, conditions de fabrication et valeur nutritionnelle pour poulets de chair, poules pondeuses et dindons. [http://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Use of Sorghum in Poultry Feeding - French.doc](http://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Use%20of%20Sorghum%20in%20Poultry%20Feeding%20-%20French.doc)
45. Blancou J (1976). Méthodes de conservation de la population microbienne du rumen in vitro Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 29 (4) : 305-308.
46. Bouali W (2010). Contribution à la mise en place d'un plan de HACCP dans une unité de fabrication des aliments pour animaux. Mémoire de magister, option microbiologie alimentaire. Université d'Oran Es-Senia. 172 pp.
47. Boudechiche L, Araba A, Ouzrout R (2008a). Influence du type de complément énergétique (rebuts de dattes vs orge) sur les performances d'engraissement et caractéristiques des carcasses d'agneaux Berbères à l'engraissement. From : <https://revues.cirad.fr/index.php/REMVT/article/view/9991/9985>
48. Boudechiche L, Araba A, Chehma A, Ouzrout R, Tahar A (2008b). Etude de la composition chimique des rebuts de dattes et des principales variétés de dattes communes à faibles valeurs marchandes en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. Livestock Research for Rural Development. Volume 20, Article #82. Retrieved May 18, 2020. From : <http://www.lrrd.org/lrrd20/6/boud20082.htm>
-

-
49. Boudechiche L, Araba A, Ouzrout R (2009). Influence d'une complémentation alimentaire par des rebuts de dattes sur l'état corporel de brebis en fin de gestation et les performances de leurs agneaux. From : http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2009_11_17_Boudechiche.pdf
 50. Boudechiche L, Araba A, et Ouzrout R (2010). Influence d'une complémentation de brebis en fin de gestation par des rebuts de dattes sur les performances d'allaitement. *Livestock Research for Rural Development* 22 (3) 2010. From <http://www.lrrd.org/lrrd22/3/boud22051.htm>
 51. Boudra H (2009). Les mycotoxines dans les fourrages : un facteur limitant insidieusement la qualité des fourrages et les performances des ruminants. *Fourrages* (2009) 199, 265-280.
 52. Boughaba A (1998). *Comptabilité analytique d'exploitation*. Edition Berti, 1998.
 53. Boukhris R, Boulehbél R, Benabdallah A, Boumendjel M et Beroual M (2017). Influence de la substitution du maïs par des rebuts de dattes sur la production de poulets de chair. *Livestock Research for Rural Development* 29 (10) 2017. Article #196. Received May 17, 2020. From: <http://www.lrrd.org/lrrd29/10/bouk29196.html>
 54. Bourdon D, Leclercq B et Lessire M (1989). *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles* (2^{ème} édition). INRA, Paris: 153p.
 55. Bouvarel I (2013). Diversification des matières premières en Aviculture et durabilité des productions. ITAVI France. 13^{ème} Journée Productions porcine et avicole – 2013. 6p.
 56. Brake J.D, Brann D.E and Griffey C.A (1997). Barley without enzyme supplementation in broiler grower and finisher diets. *J. Appl. Poult. Res.*, 6, 422-431.
 57. CAR (2016). *Référentiel technico-économique, Poulet de chair*. Collection de référence, conjoncture 2015. Edition Chambre d'Agriculture de la Réunion (CAR). Avril 2016. 12 p.
 58. Carpenter K.J et Clegg K.M (1956). The metabolisable energy of poultry feeding stuff in relation to their chemical composition. *J. Sci. Food Agric.*, 7, 45-51.
-

-
59. Carrière J et Roinsard A (2015). Règlementation concernant l'alimentation des monogastriques en AB. Cahier technique : Alimentation des volailles en agriculture biologique. (ITAB). Juin 2015.
60. CE (2016). Rapport de la commission Européenne au parlement Européen et au conseil sur l'incidence de la sélection génétique sur le bien-être des poulets destinés à la production de viande, 15 p. From : <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/FR/1-2016-182-FR-F1-.PDF>.
61. Cereopa (2013). Etude interne sur le modèle prospectif aliment. Centre d'étude et de recherche sur l'économie et l'organisation des productions animales.
62. Chehma A, Longo H, et Siboukeur A (2000). Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier chez les ovins. Revue Recherche Agronomique INRAA. N°7 : pp 7-15.
63. Chehma A et Longo H.F (2001). Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. Rev. Energ. Ren. Production et Valorisation – Biomasse, (2001) 59-64.
64. Chehma A et Seddi A (2001). Digestibilité « in-vitro » de la matière sèche des sous-produits du palmier dattier chez le dromadaire et le mouton. Revue Recherche Agronomique INRAA N°08. pp 41-45.
65. Chehma A, Longo H.F et Belbey A (2003). Utilisation digestive des régimes à base de rebuts de dattes chez le dromadaire et le mouton. Revue Courrier du Savoir. Université Mohamed Khider. Biskra N°3 :17-21
66. Chehma A et Longo H.F (2004). Bilan azoté et gain de poids chez le dromadaire et le mouton alimentés à base de sous-produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du drinn Aristidapungens. Cahiers Agricultures. Volume 13, Numéro 2, 221-6.
67. Chennaoui M, Farid Y, Hamdani A, Mountadar M et Assobhei O (2012). Biotransformation des déchets d'abattoir en vue de leur valorisation dans l'alimentation animale. Déchets Sciences et Techniques - 2012 - N°61, Juin 2012.
68. Cherdthong A and Wanapat M (2013). Manipulation of in vitro ruminal fermentation and digestibility by dried rumen digesta. Livest. Sci., 153: 94-100.
-

-
69. Cherdthong A (2020). Utilisation potentielle du rumen digesta comme alimentation des ruminants - une revue. *Trop Anim Health Prod* 52, 1-6. From : <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02018-6>
70. Chesson A (2001). Non-starch polysaccharide degrading enzymes in poultry diets: influence of ingredients on the selection of activities. *World's Poult. Sci. J.*, 57 (3), 251-263.
71. Cibert A (1976). « Comptabilité Analytique », DUNOD, Paris.
72. CIRAD/GRET/MAE (2002). Mémento de l'Agronome, Paris, France. CIRAD/GRET/Ministère des Affaires Étrangères, 1692 p, page 1441, 2002.
73. CNIFA, 2019. Aviculture : la consommation de volaille en hausse de 10% par an en Algérie. From : <http://www.aps.dz/economie/89574-aviculture-la-consommation-de-volaille-en-hausse-de-10-par-an-en-algerie>
74. CNIS (2012). Importations des intrants avicoles. Série Statistiques du Commerce Extérieur, Alger, Algérie. 2011.
75. Cobb 500 (2015). Performances et recommandations nutritionnelles. L-2114-07 FR. July 2015. 10p. Cobb-Vantress.com
76. Costa E.F, Miller B.R, Pasti G.M, Bakalli R.I and Ewing H.P (2001). Studies on feeding peanut meal as a protein source for broiler chicken. *Poult. Sci.* 80, 306–313.
77. Cothenet G et Bastianelli D (1999). Les matières premières disponibles pour l'alimentation des volailles en zone chaude. In production de poulets de chair, 60 - 77. Edition ITAVI, Paris, 1999, 112p.
78. Cullmann H (1993). « La comptabilité analytique ». Edition Bouchène. Paris.
79. Cuq J-L (2007). Microbiologie alimentaire. Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4^{ème} année. Université Montpellier II. Sciences et Techniques du Languedoc. 134p.
80. DAAF (2016). Rapport : filière poulet de chair à Mayotte. Service SISE / DAAF. Mars 2016. 29p.
81. Daghir N.J (2008). Poultry production in hot climate. 2nd Ed. CAB International, London UK, 401p.
-

-
82. Darwazeh M.M (2010). Effects of rumen filterate fermented wheat bran on performance of finishing broiler chickens. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in animal production. Faculty of Graduate Studies at An-Najah National University, Nablus. Palestine. 2010. 92p. From :
https://repository.najah.edu/bitstream/handle/20.500.11888/6316/effects_of_rumen_filterate_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
83. Dayon J et Arbelot B (1997). Guide d'élevage des volailles au Sénégal - Dakar : ISRA-LNERV-122p.
84. DeBlas J-C, Taboada E, Mateos G-G, Nicodemus N and Mendez J (1995). Effect of substitution of starch for fiber and fat in iso-energetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 73 (4): 1131-1137.
85. DiBartolomeo M (2011). Critères microbiologiques Applicables aux denrées alimentaires: lignes directrices pour l'interprétation. Ministère de la Santé. Service de la Sécurité Alimentaire : Grand-Duche de Luxembourg. 49p.
86. Djellouli S (2008). Comptabilité Analytique de Gestion 2^{ème} E-Com & E-Serv. Chapitre 1: les coûts complets. 9p.
87. Dominique A (2009). Cahier technique - Produire du poulet de chair en AB. Techn'ITAB. Chapitre VI. Avril 2009. 20p.
88. Driver J.P, Pesti G.M, Bakalli R.I and Edwards H.M Jr (2005). *Poult. Sci.*, 84, 1406 - 1417.
89. Dronne Y (2018). Les matières premières agricoles pour l'alimentation humaine et animale : le monde. La revue INRA productions animales. *INRA Prod. Anim.*, 2018, 31 (3), 165-180. From :
<https://productions-animales.org/article/view/2345/6091>
90. Drouin P (1988). Aspects généraux de la pathologie aviaire. P 441-454. L'aviculture Française. Edition Rosset.
91. Dusart C (2014). La digestion ruminale : mise en place d'un modèle d'étude in vitro à long terme en cultures batch. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse. 123 pages. From :
https://oatao.univ-toulouse.fr/10915/1/Dusart_10915.pdf
-

-
92. Dusart L (2015). Cahier technique : alimentation des volailles en agriculture biologique. Chap 3 : besoins des animaux et recommandations. ITAVI. Juin 2015.
93. Dusart L (2015a). Cahier technique : Alimentation des volailles en agriculture biologique. Chap3: Besoins des animaux et recommandations. ITAVI. Juin 2015.
94. Efreem G, Getachew A, Mengistu U, and Yoseph M (2016). Sun-dried bovine rumen content (SDRC) as an ingredient of a ration for white leghorn layers. East African Journal of Sciences (2016). Volume 10 (1) 29-40.
95. El-Deek A.A, Attia Y.A and Al-Harthi M.A (2010). Including whole inedible date in the grower-finisher broiler diets and the impact on productive performance, nutrient digestibility and meat quality. Animal (2010), 4: 10, pp 1 647-1 652 © The Animal Consortium 2010. From :
https://www.researchgate.net/profile/Youssef_Attia2/publication/221973900/Whole_inedible_date_in_the_grower-finisher_broiler_diets_and_the_impact_on_productive_performance_nutrient_digestibility_and_meat_quality/links/0c96051dd2af04f2cd000000/Whole-inedible-date-in-the-grower-finisher-broiler-diets-and-the-impact-on-productive-performance-nutrient-digestibility-and-meat-quality.pdf
96. Elfaki M.O.A et Abdelatti K.A (2015). Nutritive evaluation of rumen content from cattle, camel, sheep and goat. Global Journal of Animal Scientific Research, 3 (3), 617- 621. From :
https://www.researchgate.net/profile/Mahmoud_Elfaki/publication/334173126/Nutritive_Evaluation_of_Rumen_Content_from_Cattle_Camel_Sheep_and_Goat/links/5d1b9699458515c11c0c9bbe/Nutritive-Evaluation-of-Rumen-Content-from-Cattle-Camel-Sheep-and-Goat.pdf
97. Elfaki M.O.A, Abdelatti K.A and Malik H.E.E (2015). Effect of dietary dried rumen content on broiler performance, plasma constituents and carcass characteristics. Global Journal of Animal Scientific Research. 3(1): 264-270. From:
<http://khartoumspace.uofk.edu/bitstream/handle/123456789/17575/Effect%20of%20Dietary%20Dried%20Rumen%20Content%20on%20Broiler%20Performance%2C%20Plasma%20Constituents%20and%20Carcass%20Characteristics..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
98. Elfaki M.O.A et Abdelatti K.A (2016). Rumen content as animal feed: a review, volume {7}. From:
https://www.researchgate.net/publication/334173007_Rumen_Content_as_Animal_Feed_A_Review
-

-
99. El-Far A.H, Ahmed H.A, Shaheen H.M (2016). Dietary supplementation of *Phoenix dactylifera* seeds enhanced performance, immune response, and antioxidant status in broilers. Hindawi Publishing Corporation. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. Volume 2016, Article ID 5454963, 9 pages. From: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5454963>
100. El-Kelawy M.I, El-Shafey A.S and Hamdon H.A (2020). The effects of date stone meal with or without enzymes supplementation on growth performance, nutrient digestibility and economic efficiency of rabbits. Egyptian J. Nutrition and Feeds (2020), 23 (1) : 87-98. From : https://ejnf.journals.ekb.eg/article_95816_288b7bcaa6298085152b927c33b9b05b.pdf
101. El-Sheikh S.E.M, Al-Shokiry N.A, Salama A.A and Khidr R.E (2013). Utilization of Azzawi date meal in local laying hen diets. Egyptian Poultry Science, 33 (4) : (1115-1127).
102. Emmanuel B (1978). Effect of rumen content or fractions thereof on performance of broilers. British Poultry Science, Volume 19, Issue 1. January. Page 13-16.
103. Esonu B.O, Ogbonna U.D, Anyanwu G.A, Emenalom O.O, Uchegbu M.C, Etuk E.B and Udedibie A.B.I (2006). Evaluation of performance, organ characteristics and economic analysis of broiler finisher fed dried rumen digesta. International Journal of Poultry Science 5 (12) : 1116-1118. From : <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2006.1116.1118> or <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2006/1116-1118.pdf>
104. Esonu B.O, Azubuike J.C, Udedibie A.B.I, Emenalom O.O, Iwuji T.C, Odoemenam V (2011). Evaluation of the nutritive value of mixture of fermented bovine blood and rumen digesta for broiler finisher. Journal of Natural Sciences Research, 1, 1-8. From: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1014.2376&rep=rep1&type=pdf>
105. Estanove P (1990). Note technique : valorisation de la datte. CIHEAM-Option Méditerranéenne. Sér. A / N°11, 1990. Les Systèmes Agricoles Oasiens.
106. Fahimeh D, Nazar A and Homayoun (2014). Effects of different levels of date pits in broiler's feed contaminated with aflatoxin B1 on broiler's performance and carcass characteristic. African Journal of Biotechnology. Academic Journal, Vol. 13(1), pp. 185-193, 1 January 2014. DOI: 10.5897/AJB2013.13132.
-

-
107. FAO (2007). Perspectives de l'alimentation : analyse des marchés mondiaux. FAO. Juin 2007. 71p. From: <http://www.fao.org/3/a-ah864f.pdf>
 108. FAO (2008). Perspectives de l'alimentation : analyse des marchés mondiaux. FAO Novembre 2008. 103p. From: <http://www.fao.org/3/a-ai474f.pdf>
 109. FAO (2009). Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2009. Chap 9 : le point sur l'élevage. P25. From : <http://www.fao.org/3/i0680f/i0680f02.pdf>
 110. FAO (2010). Perspectives de l'alimentation : analyse des marchés mondiaux. FAO Juin 2010. 110 p. From: <http://www.fao.org/3/ak349f/ak349f00.pdf>
 111. FAO (2011). Perspectives de l'alimentation : analyse des marchés mondiaux. FAO Juin 2011. 126p. From: <http://www.fao.org/3/al978f/al978f00.pdf>
 112. FAO (2012). Perspectives de l'alimentation : analyse des marchés mondiaux. FAO Mai 2012. 13p. From :
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/bodies/CCP_69/FOSummaryFrench_May2012LOWRES.pdf
 113. FAO (2013). Perspectives alimentaires (les marchés en bref). FAO Juin 2013. 16p. From: <http://www.fao.org/3/al999f/al999f.pdf>
 114. FAO (2014). Perspectives de l'alimentation (les marchés en bref). FAO Mai 2014. 16p. From : <http://www.fao.org/3/a-i3915f.pdf>
 115. FAO (2015). Perspectives de l'alimentation (les marchés en bref). FAO Mai 2015. 16p. From : <http://www.fao.org/3/b-i4581f.pdf>
 116. FAO (2016). Perspectives de l'alimentation (les marchés en bref). FAO Juin 2016. 12p. From: <http://www.fao.org/3/a-i5703f.pdf>
 117. FAO (2017). Perspectives de l'alimentation (les marchés en bref). FAO Juin 2017. 12p. From: <http://www.fao.org/3/a-i7794f.pdf>
 118. FAO (2018). Perspectives de l'alimentation (les marchés en bref). FAO Novembre 2018. 12p. From: <http://www.fao.org/3/CA2692FR/ca2692fr.pdf>
 119. FAO (2019). Perspectives de l'alimentation (les marchés en bref). FAO Mai 2019. 12p. From : <http://www.fao.org/3/ca5040fr/ca5040fr.pdf>
-

-
120. FAOSTAT. Base des données. <http://www.fao.org/faostat/fr/#home>
121. Fathalla S.I, Abou Elkhair R.M, Shawky S.M, Abdelrahman H.A.A, Elfeki M.A (2015). Impact of feeding dried rumen content and olive pulp with or without enzymes on growth performance, carcass characteristics and some blood parameters of molar ducks. International journal of agriculture innovations and research. Volume 4, Issue 3, ISSN (Online) 2319-1473.
122. Fenardji F (1990). Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. Options Méditerranéennes, Ser. A/n°7. L'aviculture en Méditerranée, pp 253-261.
123. Fernandes J.I.M, Bortoluzzi C, Junior A.M.B, Rorig A, Perini R, DeCristo A.B (2015). Effect of different enzymatic supplements in diets of broilers raised at high stocking density. J. Vet Med. Res., 2, 1-4, 2015.
124. Fernandez V and Ruiz M (2003). Técnico en ganadería, Volume 1. Técnico en ganadería, Volume 1. Editeur : Culural, 2003. 556 p.
125. Ferrah A (2004). Les filières avicoles en Algérie. Bulletin d'information - OFAAL- 2004. P30.
126. FranceAgrimer (2011). Consommation mondiale de viande : état des lieux, dynamique, défis et perspectives. Synthèse de FranceAgrimer. N° 5. Elevage/viande. Février 2011.
127. FranceAgrimer (2016). Données et bilans / les filières animales terrestres et aquatiques – Bilan 2015 – Perspectives 2016. FranceAgrimer. Février 2016. 137p.
128. Gafner J-L (2012). La qualité microbiologique des aliments pour animaux. Recherche Agronomique Suisse 3 (5) : 252–257.
129. Gebrehawariat E, Animut G, Urge M, Mekasha Y (2016). Sun-dried bovine rumen content (SDRC) as an ingredient of a ration for White Leghorn Layers. East African Journal of Sciences. 2016; 10(1):29-40.
130. Geraert P.A (1991). Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. INRA Prod. Anim., 4(3), 257-267.
131. Grenet E et Besle J.M (1991). Microbes and fibre degradation. In : rumen microbial metabolism and ruminant digestion. INRA Editions, p 107-129.
-

-
132. Guerin J L. 2007. Elevage du poulet standard. Ecole Nationale Vétérinaire. Toulouse.
133. Gunal M, Yayli G, Kaya O, Karahan N and Sulak O (2006). The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. International journal of poultry science 2006; 5(2):149-155.
134. Harun-Ar-Rashid M, Ahmad N, Amin M.R, Mollah M.L (2015). Effects of selected vitamins and minerals on growth rate and hematological parameters in broilers. Asian J. Med. Biol. Res, 1, 487-494, 2015.
135. Heuzé V, Tran G and Lebas F (2012). Sorghum grain. Feedipedia.org. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/224>.
136. Huart A (2004). Gestion technico-économique en élevage des poulets de chair. Eco Congo. Agriculture. Prix de revient des aliments – Performances – Critères de rentabilité. F-EP-A5-8. 2p.
137. Huart A (2004a). Alimentation: les besoins du poulet de chair. Eco Congo. Agriculture. F-EP-A5-3. 5p.
138. HUBBARD (2017). Poulets de chair Hubbard. Manuel d'élevage. Croissance rapide. Hubbard 2017. 12p. From : https://www.hubbardbreeders.com/media/20171016_manuel_delevage_poulet_de_chair_fr_lh_010114800_1218_26102017.pdf
139. Hussein A.S, Alhadrami G.A et Khalil Y.H (1998). Utilisation de dattes et de noyaux de dattes dans les régimes de démarrage et de finition des poulets de chair. Technologie de Bioressources. 1998 ; 66 (3) : 219-223. Doi : 10.1016 / S0960-8524 (98) 00054-6.
140. Hussein A.S, Belal I.H, Alyalyali S.R and El-Tarabily K.A (2015). Date pit composition for the treatment of animals. Patent N°: US 8, 968, 729 B2. Mar. 3, 2015.
141. IEMVT (1991). « Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux ». Aviculture en zone tropicale. Paris : Ministère Française de la coopération et du développement (collections, manuels et précis d'élevage). Maisons Alfort-186p.
142. INRA (1984). Alimentation des animaux domestique : porc, lapins volailles. Paris. 282p.
-

-
143. INRA (1989). Alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles, 2^{ème} édition. INRA France.
144. INRA (1992). Alimentation des volailles : le poulet de chair. 5^{ème} éd -Versailles: Edition INRA. 25p.
145. Islam M.S, Bhuiyan M.E.R, Begum M.I.A, Miah M.A, Myenuddin M(2004). Effect of vitamin-mineral premix supplementation on body weight and certain haematobiochemical values in broiler chickens. *Bangl. J. Vet. Med*, 2, 45-48, 2004.
146. ITAVI (1980). L'alimentation rationnelle des poulets de chair et des poules pondeuses. Paris, 1980.
147. ITAVI (2002). Développement et nutrition du poulet de chair (Note de synthèse). Travaux réalisés dans le cadre de l'aide au développement technologique de l'OFIVAL. Pilote : ITAVI. Partenaires : INRA SRA, Hubbard-ISA, ADIV. Janvier 2002. 10p.
148. ITAVI (2015a). Performances techniques et coût de production en volailles de chair, poulettes et poules pondeuses. Résultats 2014. ITAVI Août 2015. 64p.
149. ITAVI (2015b). Performances techniques et résultats économiques des productions avicoles biologiques et sous label rouge en 2015. 32p.
150. ITAVI (2016a). Situation de la production et des marchés des volailles de chair. Bilan 2015. Service Economie ITAVI, Mars 2016. 10p.
151. ITAVI (2016b). Situation de la production et du marché des volailles de chair à l'automne 2016. Service Economie ITAVI, Novembre 2016. 11p.
152. ITAVI (2017). Situation du marché des volailles de chair. Edition Novembre 2017. Service économie ITAVI, Novembre 2017. 13p.
153. ITAVI (2018). Situation du marché des volailles de chair. Edition Avril 2018. Service Economie ITAVI, Avril 2018. 13P.
154. Jeroch H et Danicke S (1995). Barley in poultry feeding: a review. *World's Poultry science. J*, 51 (3), 271-291.
155. Jet Saartje M, Kartini M, Mursye N.R, Youdhie H.S.K and Christine J (2015). Effect of dried rumen content with and without cellulase in diet on carcass quality of
-

broiler chickens. *International Journal of Poultry Science* 14 (12) : 647-650.
From : <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2015/647-650.pdf>

156. Jovanovic M, et Cuperlovic M (1977). Nutritive value of rumen contents for monogastric animals. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2. Issue 4. December 1977, pages 351-360.
157. Juin H (2015). L'alimentation protéique des volailles. 6. Rencontres régionales Poitou-Charentes de la recherche et du développement, Déc. 2015, Saintes, France. 42p.
158. Kaci A (2014). Les déterminants de la compétitivité des entreprises avicoles Algériennes. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. Alger, Algérie. 274p.
159. Kaci A (2015). La filière avicole Algérienne à l'ère de la libéralisation économique. *Cah Agric* 24 : 151-60. doi : 10.1684/agr.2015.0751. From : <https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/pdf/2015/03/cagri2015243p151.pdf>
160. Kali S, Benidir M, Ait Kaci K, Belkheir B et Benyoucef M.T (2011). Situation de la filière lait en Algérie: Approche analytique d'amont en aval, *Livestock Research for Rural Development.*, 23 (8) 2011.
161. Kamel B.S, Diab M.F, Ilian M.A, and Salman A.J (1980). Nutritional value of whole dates and date pits in broiler rations. *1981 Poultry Science* 60 :1005-1011. 7p.
162. Kardjadj M et Luka P.D (2016). Current situation of milk and red meat industry in Algeria. *J Nutr Food Sci* 6: 516. doi : 10.4172/2155-9600.1000516. From : <https://www.longdom.org/open-access/current-situation-of-milk-and-red-meat-industry-in-algeria-2155-9600-1000516.pdf>
163. Katangole J.B.D, Ochetim S, Horst P (1990). Effect of dwarf (dw-) and naked neck (Na-) genes on performance of layers under Zambian conditions. *Zambian J. Agric. Sci*, December 1990. 30-39p.
164. Khal M (1982). Les dattes et leurs sous-produits dans l'alimentation animale. *Mém. Ing. I.A.V Hassan II. Maroc.* 75 p.
165. Kinet R (2011). Production d'un starter cellulolytique anaérobique pour sa valorisation en alimentation animale. Mémoire de Master bio-ingénieur en chimie et bio-industries. Université de Liège. 108 pp.
-

-
166. Konte M, Vassiliades G et Leforban Y(1990). Prélèvements biologiques pour analyses au Laboratoire. ISSN OSSO-8798. Vol 4 N°4.
167. Kuçukersan K, Tuncer S.D, Sanli Y, Midilli M, Goncuoglu E, Kuçukersan S and Tan H (2002). The effects of dietary stabilized rumen extract (SRE) and virginiamycine on performance and carcass yield of broilers. *Revue Méd. Vét.*, 153, 11, 723-726.
168. L214 (2018). Poulets de chair. L'élevage de masse de plus de 800 millions d'individus par an. Un dossier de L214. Septembre 2018.
169. Labioui H, Elmoualdi L, Benabbou Y, Ouhsine M, Elyachioui M (2007). Traitement et valorisation des déchets en provenance d'abattoirs au Maroc. *Agrosolutions*. 18 (1), 35-40.
170. Labioui H et Cherkaoui J (2009). Essais d'application de déchets d'abattoirs traités à des fins agricoles : cas de culture de Blé. *Les Technologies de Laboratoire - N°17* Novembre - Décembre 2009. 10p.
171. Larbier M et Leclercq B (1992). Nutrition et alimentation des volailles. Du labo au terrain. Paris, FRA : INRA Editions. 355p.
172. Larousse (1984). Dictionnaire de l'agriculture et de la vie rurale. 480p.
173. Létourneau-Montminy M.P, Jondreville C, Pomar C, Magnin M, Sauvant D, Bernier J, Nys Y et Lescoat P (2007). 16^{ème} Symposium Européen de nutrition des volailles, Strasbourg, août 2007, 117-120.
174. Maatallah S (1970). Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. Mémoire Ingénieur. INA. El Harrache. 102p.
175. Madani T, Muffok C, Frioui M (2004). Effect of concentrate level in the ration on milk production in semi-arid Algeria. *Renc Rech Rum*;11. Available from: <http://www.journees3r.fr/>.
176. MADR (1990). Circular : Control of poultry feed. Ministry of Agriculture and Rural Development. Algeria. 34 p. Available from: <https://www.ecolex.org/fr/details/legislation/circulaire-relative-au-controle-des-aliments-des-volailles-lex-faoc086298/>
177. MADR (2011). Statistiques agricoles, séries A et B. Alger, Algérie.
-

-
178. MADR (2012). Avant-projet d'une charte de qualité et pacte de croissance encadrant et engageant les activités des professionnels de la filière avicole pour la structuration et la modernisation de l'aviculture nationale. Aout 2012. 5p.
179. MADR (2014). Agricultural statistics, areas and productions. Ministry of Agriculture and Rural Development Series B. Algeria; Available from: <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>.
180. Magdelaine P, Coutelet G, Chenut R (2013). Structures et organisation des filières volailles de chair en Europe : analyse comparée des filières Allemande, Britannique, Espagnole. ITAVI.
181. Magnier L (1991). Utilisation des sous-produits de la vigne dans l'alimentation animale. E.N.S.S.A.A. - I.N.R.A. DIJON, France. Options Méditerranéennes - Série Séminaires - n. 16- : 89-99.
182. Magnin M, Jeanmichel P et Mahieu A (2009). Interactions entre les apports relatifs de calcium et de phosphore et la croissance du poulet de chair. Huitième journées de la recherche avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009.
183. Mahammi F.Z, Gaouar S.B.S, Tabet-Aoul N, Tixier-Boichard M, Saïdi-Mehtar N (2014). Caractéristiques morpho-biométriques et systèmes d'élevage des poules locales en Algérie occidentale (Oranie). Cah Agric 23: 382–392. doi : 10.1684/agr.2014.0722. From : <https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/pdf/2014/05/cagri2014236p382.pdf>
184. Makinde O.J, Abdullahi A.M, Mohammed G (2017). Evaluation of camel rumen content as a feed for broiler chickens. Trakia Journal of Sciences, Vol. 15, N°2. pp 128-134.
185. Marks H.L (1980). Growth, feed intake and feed conversion of dwarf and nondwarf broiler-type chickens. Poult. Sci, 59 : 2183-2188.
186. Masoudi A, Chaji M, Bojarpour M and Mirzadeh Kh (2011). Effects of different levels of date pits on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. Journal of Applied Animal Research, 39 : 4, 399-405, doi : 10.1080/09712119.2011.621790. From : <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09712119.2011.621790>
187. Matthews C, Crispie F, Lewis E, Reid M, O'Toole PW et Cotter PD (2019). The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat
-

production and nitrogen utilisation efficiency. *Gut Microbes*; 10(2):115-132. Doi:10.1080/19490976.2018.1505176.

188. Mc Donald P, Edwards R.A, Greenhalgh J.F.D (2002). *Animal nutrition*. Sixth Edition. Longman, London and New York. p543.
189. Mennani A, Arbouche R, Arbouche Y, Montaigne E, Arbouche F, Arbouche H.S (2017). Effects of incorporating agro-industrial by-products into diet of New Zealand rabbits: case of rebuts of date and apricot kernel meal, *Veterinary World*, 10 (12): 1456-1463. From: <http://www.Veterinaryworld.org/Vol.10/December-2017/7.pdf>.
190. Meradi S et Alloui N (2009). Effets de la substitution partielle du maïs par les rebuts de dattes sur les performances de production du poulet de chair. Huitième Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 Mars 2009.
191. Meradi S, Arbouche F et Arbouche R (2016a). Valorisation de l'engraissement de la race ovine Hamra par les sous-produits de la dattes. *Livestock Research for Rural Development* 28 (4) 2016. From: <http://www.lrrd.org/lrrd28/4/arbo28070.html>
192. Meradi S, Arbouche F, Chekkal F, Benguigua Z, Mansori F, Arbouche, R (2016b). 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, Article # 77. From : <http://www.lrrd.org/lrrd28/5/sami28077.html>
193. Mérat P (1990). Gènes majeurs chez la poule (*Gallus Gallus*) : autres gènes que ceux affectant la taille (1). *INRA Productions Animales*, Paris : INRA, 1990, 3(5), pp. 355-368. hal-00895918f. From : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895918/document>
194. Merrouchi L et Bouammar B (2015). « Le fonctionnement de la filière dattes dans la région de Touggourt Sud-Est Algérien », *El-Bahith Review* 15/2015, 201-211.
195. Mkaouar S et Kechaou N (2013). Valorisation des écarts de triage de dattes par séchage pour l'obtention d'une poudre pour alimentation animale. *Déchets Sciences et Techniques - 2013 - N°63*, Mars 2013. From : **Error! Hyperlink reference not valid.**
196. Momagri (2016). *La viande de poulet dans le monde en un regard*. Agence MOMAGRI. Août 2016. P3.
-

-
197. Moningkey S, Junus M, Sjojfan O, Widodo E (2016). Nutritive value evaluation on rumen content and sludge fermented with *Cellulomonas sp.* as rabbit feed. Int J Chem Tech Res; 9(4) : 650-56. Available from: [https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no4/3/\(650-656\)V9N4CT.pdf](https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no4/3/(650-656)V9N4CT.pdf).
198. Moriniere F (2015). Cahier technique : alimentation des volailles en agriculture biologique. Chapitre 4 : généralités sur la conduite de l'alimentation. ITAVI. Juin 2015.
199. Moula N, Antoine-Moussiaux N, Farnier F, Philippart DeFoy M et Leroy P (2009). Performances zootechniques de la poule Ardennaise, une race ancienne pour le futur ? Ann. Méd. Vét., 2009, 153, 66-75
200. Mourad Y (2017). Indicateurs technico-économiques de la production du poulet de chair dans la région d'Ain Touta. Journal of Industrial Economics. Vol 12 (3).
201. Munier P (1973). Le palmier dattier. Techn-Agri et Production. Tropic. Ed. G.P. Maison NEUV et LAROSE. PARIS. 211p.
202. Murakami A.E, Fernandes J.I.M, Hernandes L, Santos T.C (2012). Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. Pesq. Vet. Bras., 32 : 259-266.
203. Mwesigwa R, Karubiu PM, King'ori AM and Onjoro PA (2020). Extent of rumen contents use in livestock diets among farmers in Uganda. Afric J Agri Res; 15(2):248-55. Doi: 10.5897/AJAR2019.14652.
204. Nagalakshmi D, Rama Rao S.V, Panda A.K and Sastry V.R.B (2007). Cottonseed meal in poultry diets: a review. The journal of poultry science 44, 119-134.
205. Naves M, Alexandre G, Mahieu M, Gourdine J.L, Mandonnet N (2011). Les races animales locales : bases du développement innovant et durable de l'élevage aux Antilles. Innovations Agronomiques 16 (2011) : 193-205.
http://transfaire.antilles.inra.fr/IMG/pdf/les_races_locales_bases_du_developpement_innovant_et_durable_de_l_elevage_aux_antilles_naves_2011.pdf
206. Nedjraoui D (2004). Evaluation of pastoral resources in Algerian steppe regions and definition of degradation indicators. IAMZ-CIHEAM Cahiers Options
-

Méditerranéennes; 62:239-243. Available from:
<http://om.ciheam.org/om/pdf/c62/04600165.pdf>

207. Nouaceur Z, Laignel B, Turki I (2013). Climate change in the Maghreb: towards wetter and warmer conditions on the Algerian coastline?", *Physio-Geo* [Online].; 7. Published online October 25, 2013, Accessed October 25, 2013. Doi: 10.4000/physioge.3671. Available from: <http://physio-geo.revues.org/3671> .
208. Noui Y (2017). Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborés à base de dates (*Phoenix dactylifera L.*). Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat es sciences : technologie alimentaire. Université Batna 1. Hadj Lakhdar. 161p.
209. Nys Y (2001). Oligo-éléments, croissance et santé du poulet de chair. *INRA Prod. Anim.* 2001, 14 (3), 171-180.
210. OCDE/FAO (2016). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025. Éditions OCDE, Paris. Chapitre spécial : Afrique Sub-Saharienne. From : http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-fr
211. OCDE/FAO (2017). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2017-2026. Éditions OCDE, Paris. France. Chapitre spécial : Asie du Sud-Est. P158. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2017-fr.pdf?expires=1585163266&id=id&accname=guest&checksum=0F0F5A9FA65840906FCA141D35E07ECF
212. OCDE/FAO (2018). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2018-2027. Éditions OCDE, Paris/FAO, Rome. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-fr
213. OCDE/FAO (2019). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2019-2028. Éditions OCDE. Chapitre spécial : Amérique-latine. 352p, Paris. France. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2019-fr.pdf?expires=1585162161&id=id&accname=guest&checksum=EC70CCAE D58E0F52A7624C9A84418E71
214. OFAAL (2015). Note de conjoncture. Produits et intrants avicoles. (Observatoire des Filières Avicoles Algériennes). ITELV. 18p.
215. OFAAL/ITELV (2019). Note de conjoncture. Produits et intrants avicoles. Premier trimestre 2019. Activité de l'Observatoire des Filières Avicoles T1/2019. 11p.
-

-
216. Ojebiyi O.O et Saliu A.S (2014). Effects of feeding bovine rumen content-blood meal (50:50) mixtures on performance and slaughter characteristics of growing rabbits. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 24(2) : 2014. Page 430-43.
217. Olukayode M, Babafunso S and Segum A (2008). Conversion of abattoir wastes into livestock feed: chemical composition of sun dried rumen content blood meal and its effect on performance of broiler chickens. Tropentage Conference, October 7-9, Hohenheim, Germany.
218. ONFAA (2017). Rapport sur le commerce extérieur des dattes. ONFAA Mars 2017. 8p. From :
<http://onfaa.inraa.dz/images/doconfaa/Rapport%20sur%20le%20commerce%20exterieur%20des%20dattes.pdf>
219. Parr T (2011). Exogenous enzymes. Role and function in poultry diets. Proceedings midwest poultry federation convention. 16-17 mars, St Paul, Minnesota, USA, 8p.
220. Peterson J, Dwyer J (1998). Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research* 18: 1995-2018.
221. Petersen S.O, Henriksen K, Mortensen G.K, Krogh P.H, Brandt K.K, Sorensen J, Madsen T, Petersen J et Gron C (2003). Recycling of sewage sludge and household compost to arable land: fate and effects of organic contaminants, and impact on soil fertility. *Soil Till. Rers.* 72, 139-152.
222. Peyronnet C, Pressenda F, Quinsac A et Carré P (2012). Oilseeds and fats crops and lipids, 19: 341-346.
223. Picard M (2001). Caractéristiques granulométriques de l'aliment des volailles, INRA productions animales. 13, 117-130, 2001.
224. Quentin M, Bouvarel I, Bastianelli D et Picard M (2004). Quels besoins du poulet de chair en acides aminés essentiels ? Une analyse critique de leur détermination et de quelques outils pratiques de modélisation. *INRA Prod. Anim.*, 2004, 17 (1), 19-34.
225. Ragot D (2004). Croissance et développement des animaux d'élevage : dossier d'autoformation. EDUCAGRI 2^{ème} édition mise à jour. Domaine Technologique et Professionnel. From :
-

<https://books.google.dz/books?id=iuwYP8JaakcC&pg=PA16&dq=c%27est+quoi+le+gain+moyen+quotidien&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwii6tH16K7qAhWk6uAKHU73CiMQ6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q=c'est%20quoi%20le%20gain%20moyen%20quotidien&f=false>

226. Rahman M.A, Parvin M.S, Sarker R. R, Islam M.T (2012). Effects of growth promoter and multivitamin-mineral premix supplementation on body weight gain in broiler chickens. J. Bangl. Agric. Univ. 10, 245-248, 2012.
227. Rama Rao S.V, Raju M.V.L.N, Reddy M.R et Pavani P (2006). Anim. Feed Sci. Technol., (131), 133-148.
228. Reddy V.R et Bhosale D.T (2004). Handbook of poultry nutrition, 2nd edition. International book distributing. Charbagh. 274p.
229. Rejeb Gharbi F and Benarif T (2011). Economic opportunity of the introduction of olive cake in animal feed in Tunisia. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 15 (2), 259-270.
230. Reuveni R, Raviv M, Krasnovsky A, Freiman L, Medina S, Bar A, et Orion D (2002). Compost induces protection against *Fusarium oxysporum* in sweet basil. Crop Protection, 21, 583-587.
231. Rezakhani A.H, Abbasi A, Taymoornejad N, Asadi M.R, Ferdowsi H.R (2008). Determination of nutritive value of dried rumen contents. Proceedings, the 15th Congress of FAVA. 27-30 October FAVA - OIE Joint Symposium on Emerging Diseases. Bangkok, Thaïlande.
232. Romaric C (2017). Prévision et estimation du coût de production et du revenu en élevage avicole. RMT Economie des filières Animales. ITAVI. Avril 2017. 4p.
233. Rudeaux F (1999). La conduite de l'alimentation du poulet de chair en climat chaud. In production de poulets de chair, 78 - 82. Edition ITAVI, Paris, 112p.
234. Sauvant D (2005). Principes généraux de l'alimentation animale. INRA. Paris, France.
235. Sawaya W.N, Khatchadourian H.A, Khalil J.K, Safi W.M, Alshalhat A (1982). Croissance et changements de composition au cours des différents stades de développement de certains cultivars de dattes Saoudiens. Journal of Food Science, 47 (1982). Pp 1489-1492.
-

-
236. Seankamsorn A and Cherdthong A (2020). Dried rumen digesta pellet can enhance nitrogen utilization in Thai native, Wagyu-crossbred cattle fed rice straw based diets. *Animals*; 10(1):56. Doi: 10.3390/ani10010056.
237. Smith A.J (1997). L'élevage de la volaille coll. Le technicien d'agriculture tropicale, 1^{er} vol. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris.
238. Terranova A (2008). Comptabilité analytique. Préparation à l'accession au niveau 2+ Métier : comptabilité / commerce. Ministère de la région Wallonne. Secrétariat général. Direction de la Formation. Janvier 2008. 20p.
239. Thivend P, Fonty G, Jouany J.P, Durand M, Gouet Ph (1985). Le fermenteur rumen. *Reproduction Nutrition Développement*, 1985, 25 (4B), pp.729-753. hal-00898313. From : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00898313/document>
240. Tiago D.S, Peter R, Petra P, Rob T.D, Denis H et Pilar C (2011). Evaluation de la qualité du maïs dans l'alimentation des poulets. 9^{ème} journées de la recherche avicole, Tours, 29 et 30 mars 2011.
241. Togun V.A, Farinu G.O, Ojebiyi O.O, Awotunde A.I (2009). Effect of replacing maize with a mixture of rumen content and blood meal on the performances of growing rabbits: initial study with mash feed. *World Rabbit Sci.* 2009, 17 : 21 – 26.
242. Tossou M.L, Houndonougbo M.F, Abiola F.A, Chrystostomec A.A.M (2014). Comparaison des performances de production et de la qualité organoleptique de la viande de trois souches de poulets de chair (HUBBARD, COBB et ROSS) élevés au Bénin. *REV. CAMES-VOL.* 02. 2014. 19p.
243. Utomo R, Yusiati LM, Noviandi CT, Aryogi A, Isnandar I (2016). Rumen contents from slaughterhouse as alternative feed for replacing forage in ruminant diets. The 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress. Fukuoka, Japan. pp. 715-717. Available from: <https://repository.ugm.ac.id/id/eprint/273176> .
244. VanEekeren N, Maas A, Saatkamp H.W et Verschuur M (2006). L'élevage des poules à petite échelle. Série Agrodok n° 4 - Wageningen: fondation Agromisa et CTA 97p.
-

-
245. Vayalil P.K (2012). Fruits de dattes (*Phoenix dactylifera Linn*) : un aliment médicinal émergent. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52 (2012), p 249 – 271.
246. Yitbarek M.B, Mersso B.T, Wosen A.M (2016). Effect of dried blood-rumen content mixture (DBRCM) on feed intake, body weight gain, feed conversion ratio and mortality rate of SASSO C44 broiler chicks. *Livestock Sci.* 7 : 139-149. From : <http://www.academia.edu/download/46432807/broiler-DBRCM-ethiopia.pdf>
247. Yousfi M, Chachoua I and Bougouffa N (2017). Contribution of rangelands to the feeding of small ruminants in the steppe and in the wilaya of Djelfa, Algeria. *LRRD*. 29(2). Available from: <http://www.lrrd.org/lrrd29/2/moha29039.html>.
248. Zebrowska T, Ziolecka A and Ziolecki A (1989). The effect of stabilized rumen extract on growth and development of calves. 3. Digestion in small intestine. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 61, 245-254.
249. Ziolecki A, Kwiatkowska E, Laskowska H (1984). The effect of stabilized rumen extract on growth and development of calves. 1. Live weight gain and efficiency of feed utilization. *Z. Tierphysiol. Tierernahrg U Futtermittelkde*, 51, 13-20.
250. Zitoun T (2003). *Comptabilité analytique*. Berti Editions, Alger.
-



Modification of microbiological quality and valorization of different ruminants species ruminal content in farm animals feeding

Yamouna BARA^{1,2}, Rafik ARBOUCHE³, Abdelhamid BAA¹ and Adel MAMMERI^{1*}

¹ Department of Agronomic Sciences, Faculty of Sciences, University Pole, BP 166, M'Sila, 028000, Algeria

² Department of Agronomic Sciences, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Tarf, 036000, Algeria

³ Department of Agronomic Sciences, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Ghardaïa, 047000, Algeria

* Corresponding author: A. Mammeri e-mail: adel.mammeri@univ-msila.dz

RESEARCH ARTICLE

Abstract

This study is based on the microbiological analysis of a common slaughterhouse by-product which is the rumen content, before and after treatment with HCl 1N, targeting its valorization in domestic animal feeding. A total of 24 rumen content samples were collected in pairs (two series) immediately after slaughter from 12 ruminants (cattle, sheep and goats). The first series was not treated with HCl (N0 = 12), while the second series was treated with HCl 1N (N1 = 12) to adjust its pH to about 2. Then all samples (series 1 and 2) were subject to a group of microbiological analyzes targeting identification and enumeration of total aerobic mesophilic flora; fecal and total coliforms; *Clostridium perfringens*; *Staphylococcus aureus*; *Salmonella spp.* as well as yeasts and molds. The results revealed that after lowering the pH to about 2, the 2nd series samples were considered of satisfactory quality, with reference to Algerian microbiological standards for livestock feeds. The reduction rates of germs in the 2nd series compared to the 1st series were as follows: total aerobic mesophilic flora (86.45%), total coliforms (96.43%), faecal coliforms (70.41). %, *Clostridium perfringens* (88.4%), yeast and mold (87.75%). The total absence of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella spp.* was registered.

Keywords: pH reduction; HCl 1N treatment; feeds microbiological quality; agro-industrial by-products.

INTRODUCTION

Animal production depends mainly on forage availability and forage quality. Forage resources in Algeria consist mainly of cereal stubble, pasture fallow vegetation, steppe rangelands, forests, maquis and some cultivated fodder (Kali et al., 2011). Cultivated forage contributes little to the feeding of herbivores (6.1% of useful agricultural area) compared to spontaneous forage plants (Bencherchali and Houmani, 2010). This would be due to several factors. On the one hand, recent years have seen climatic changes in North Africa and the Greater Maghreb. Also, three quarters of Algeria surface are subject to climatic influences: hyper-arid, arid and semi-arid, characterized by a marked summer drought (Nouaceur et al., 2013). On the other hand, the application of the agricultural policy of development in the steppe regions has caused very significant losses in terms of space and pastoral production (Nedjraoui, 2004).

Therefore, Yousfi et al. (2017) report that the forage deficit in the steppe area of Algeria (19 governorates) is around 40% on average over the period 2000-2014. This forage deficit has a negative impact on animal productivity and resulted in a massive reliance on importations of animal products such as dairy and meat products (Adem and Ferrah, 2002). According to Algerian Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD, 2014), imports exceeded 770,000 tons of barley and 13,000 tons of oats for more than 2 million USD. Among the solutions adopted by Algerian authorities to correct

Received: 30 July 2021

Accepted: 25 October 2021

Published: 15 November 2021

DOI:

10.15835/buasvmcn-asb:2021.0008



© 2021 Authors. The papers published in this journal are licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

this deficit, it is the import and the valorization of by-products (Madani et al., 2004). However, the good use of by-products in animal feed requires the control of their conservation, the knowledge of their composition, their nutritional value and the means likely to improve them (Magnier, 1991).

In Algeria, millions of tons of agro-industrial by-products are discarded, including rumen content (RC) in slaughterhouses. According to Beranger and Robelin (1978), in cattle, RCs are estimated at about 25 kg per animal slaughtered with (13.4±0.3 kg) of dry matter (DM). Every year, nearly 9 million sheep and 330,000 head of cattle are slaughtered in Algeria (Kardjadj and Luka, 2016). Faced with these numbers of slaughtered animals and a simple calculation, it can be estimated that thousands of tons of RCs would be lost each year.

Indeed, the RC is widely available as a by-product of the slaughterhouse and mainly considered as a waste creating environmental pollution (Abouheif et al., 1999; Cherdthong and Wanapat, 2013). With proper treatment and use, RCs could be a valuable source of nutrients, when included in diets for various livestock categories (Abouheif et al., 1999). The recovery of these wastes is justified for two reasons : firstly to unclog the storage areas, limit the increasing sources of pollution, and protect the population bordering public landfills against the mistrust of this waste type (Labioui et al., 2007; Chennaoui et al., 2012) ; and secondly, to recover a rich source of organic matter, which is the RC (with more than 39.86 % of DM) and other elements that may be of real interest in the feeding of livestock or in agriculture (Petersen et al., 2003; Chennaoui et al., 2012). Also, the recovery of slaughterhouse waste can help us obtain high quality fertilizer products (Chennaoui et al., 2012). However, this process must meet waste management regulations (Raabe et al., 2001).

Ruminants, through the action of their microbiota, can utilize lignocellulose that is the most abundant carbon polymer on the planet, with the rumen having a central role in releasing this vast energy store. The rumen ultimately uses lignocellulose to make products as milk and meat that are then available to humans to consume as a nutrient dense food source (Matthews et al., 2019). However, contamination of the RC during or after slaughter, by more or less pathogenic germs, always remains probable, which would require a reduction of this flora using physical or chemical means, before incorporating the RC in animal feeding.

Several previous studies reported the feeding of animals with RC. In Thailand, Seankamsorn and Cherdthong (2019) suggested that the use of RC in pellet form could be an alternative strategic supplement for Thai-native, Wagyu-crossbred cattle to enhance nitrogen balances and microorganisms. According to Mwesigwa et al. (2020), the use of RC in animal feeding is still low and limited to pigs and layers in Uganda. In Ethiopia, Gebrehawariat et al. (2016) showed that RC is a potential feedstuff for layers; it is economical and simple to practice and it is a promising feedstuff particularly during the periods of scarcity and high cost of conventional feeds.

In some contexts, the application of traditional centralized waste management solutions results in high collection and processing costs. These costs are recorded at the level of equipment and huge means of transport (Labioui and Cherkaoui, 2009). In order to minimize these costs and in the context of the valorization of slaughterhouse by-products, our study proposes the attenuation of the bacterial flora of the RC by HCl 1N treatment with a view to its valorization in animal feeding.

The microbiological quality of the RCs obtained from ruminants' slaughterhouses located in the governorates of Biskra and M'Sila was determined with the aim of incorporating them as a supplement in the feed of farm animals (ruminants, poultry, rabbits, etc.) after proposing a method to reduce their microbial load with a view to their conservation, especially since RCs are considered to be a favorable environment for microbial development (Labioui et al., 2007).

MATERIALS AND METHODS

Approach and methodology of study

A total of 24 RCs samples were collected, three times spaced, between February and March 2015. For each ruminant species (cattle, sheep and goats), eight samples were taken (Table 1). For each animal, two samples were collected; one of which is considered as a control (not treated with HCl 1N), while the other is treated with hydrochloric acid (HCl) 1N. The volume of the HCl 1N solution used is on average 0.8 mL/10 g of food.

Table 1. Summary of sampling scheme and microbiological analyzes carried out

Animal species	Number per animal species	Number of samples per animal species	Searched flora
Cattle	4	8	Total mesophilic aerobic flora (FMAT) Total and fecal coliforms
Sheep	4	8	<i>Clostridium perfringens</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
Goats	4	8	Yeasts and molds <i>Salmonella spp.</i>

Sampling

Random sampling of fresh RCs was done directly after slaughter and evisceration of the animals. By following the recommended aseptic rules (Konte et al., 1990), each RC sample collected was homogenized by rumen rotation movements immediately after slaughter. Then, the immediate identification of samples is carried out using an indelible marker.

The samples have been taken between 7:00 and 8:30 AM and then forwarded directly into an insulated cooler at the laboratory of microbiology and biochemistry in University of M'Sila, where they undergo microbiological treatments and tests immediately.

Protocol and standards for microbiological analyzes

In the laboratory, the pH of RCs samples was measured by a pH meter previously calibrated on 10 g of sample (semi-liquid medium). Reading was carried out directly on the graduated scale of the apparatus. Subsequently, the dilution of the appropriate HCl to stabilize the pH to a value ($\text{pH} \leq 2$) was determined, in order to attenuate the load of the possible pathogenic microorganisms and to ensure a sufficiently acidic environment and unfavorable to the microbial development. After recording the pH of each sample before and after treatment, it was found that the diluted solution of HCl 1N is the most effective in reducing the acidity to the desired value ($\text{pH} \leq 2$).

The microbiological analyzes carried out (Table 1) in three dilutions in buffered peptone water were:

Total mesophilic aerobic flora (FMAT): whose enumeration was carried out after inoculation on ordinary nutrient agar (GNO) and incubation at 30 °C for 72 hours (AFNOR, NF 08-051, 1991).

Total coliforms (TC) and fecal coliforms (FC): The count is performed on VRBL agar after 48 h incubation at 37 °C for TC and 44 °C for FC (AFNOR, NF 08-060, 2009).

***Clostridium perfringens* (CP):** in sterile tubes, 1 ml of stock solutions and decimal dilutions have been introduced. These tubes were placed in a water bath for 15-20 min at 70-75 °C to destroy any vegetative forms that may be present and possibly activate the sporulated forms. Immediately at the outlet of the water bath, these tubes were cooled under tap water. Subsequently, a quantity of 18 to 20 mL of Mande Liver agar was melted and then cooled to 45 ± 1 °C, it was then supplemented with 0.2 mL of iron Alum and 0.5 mL of sodium sulphite 5%; this mixture was added to each test tube. Thus, the prepared media mixed with the inoculum were gently agitated to prevent the formation of air bubbles. After solidification on bench, the tubes were incubated at 37 °C for 48 hours (AFNOR, NF 08-056, 1994).

***Staphylococcus aureus*:** isolated on Baird Parker selective medium supplemented with potassium tellurite and egg yolk, and incubated at 37 °C for 48 hours. Black colonies, shiny, curved and surrounded by an opaque zone and a clear halo were also taken into consideration (AFNOR, NF 08-057, 2004).

***Salmonella spp.*:** pre-enrichment was achieved by the addition of 25 g of the sample to 225 mL of sterile buffered peptone water in a 250 mL Erlenmeyer flask. The flask was incubated at 37 °C for 24 hours. The enrichment was carried out on 10 mL of sodium selenite broth (SFB) to which 1 mL of pre-enrichment medium was added. The tubes were incubated at 37 °C for 24 hours. The isolation was carried out on Hecktoen agar and incubated at 37 °C for 24 hours (AFNOR, NF 6579, 2002).

Yeasts and molds: by counting colonies grown after surface seeding and incubation at 25 °C for 2 to 5 days, on OGA medium (AFNOR, NF 08-059, 2002).

Results interpretation

The interpretation was based on a classification into two categories: satisfactory and unsatisfactory, from a microbiological point of view and depending on a limit value " $m = M$ ". In some cases, the presence of a single organism, such as *Salmonella spp.*, is unacceptable (Di Bartolomeo, 2011). Colony count and results expression were performed according to the standard (AFNOR, NF, XP V08-102, 1998).

Statistical analyzes

Statistical analyzes were performed using the IBM SPSS Statistics software version 21 (2011). The mean, standard deviation (SD), minimum and maximum were first calculated. Then a non-parametric test (Kruskal-Wallis test) ($P < 0.05$) was performed for comparison between animal species before treatment, and a Wilcoxon test ($P < 0.05$) for the comparison of microbiological quality before and after treatment. The criteria for the microbiological assessment of the results obtained come from the Algerian standards defined by the circular of March 30, 1990 (MARD, 1990) relating to the control of animal feeds.

RESULTS AND DISCUSSIONS

pH of RCs samples

RC samples have slightly acidic to neutral values, in the interval (5.96-7.05). The average pH value of RCs samples

is (6.61±0.57). It is comparable to that reported by Labioui et al. (2007) (6.72±0.23) for ruminants' RCs obtained from slaughterhouses in Morocco. The development of rumen microorganisms is directly dependent on the physicochemical conditions of the environment. The rumen pH value is slightly acidic, generally between (6.0 and 7.0) (Kinet, 2011). The average pH values obtained during this present study prove that rumen microorganisms before slaughter grow and ferment properly (microbial ecosystem in equilibrium), and this allows us to deduce that there is a good degradation of ingested food and therefore a good synthesis of microbial proteins and vitamins.

After slaughter and evisceration of the digestive tract, the internal balance of the rumen is interrupted and the medium becomes aerobic by promoting the multiplication of pathogenic germs, which is affirmed by Cuq (2007), reporting that the majority of pathogen microorganisms are neutrophils. Therefore, to limit their development, the chemical treatment via HCl 1N of the RCs was carried out to decrease the pH value to (≤ 2). A similar study done by Labioui and Cherkaoui (2009), affirms that the acidification of the medium (RC) by bacteriocins produced by lactic acid bacteria, allows the destruction of pathogenic germs (FC, *Salmonella* spp. and *Clostridium* spp.) during the first week of fermentation.

Microbiological quality of RCs before treatment with HCl 1N

Table 2 and Figure 1 summarize the microbiological quality of 12 RCs samples not treated with HCl 1N.

Table 2. Statistical parameters of microbial flora detected in RCs samples not treated with HCl 1N (CFU/g)

Microbial flora	Min	Mean	Max	SD
FMAT (x 10 ³)	3, 65	8,86	37	9
TC (x 10 ³)	1, 94	3, 93	5,5	1,1
FC (x 10 ³)	0,19	2,67	4,4	1,27
<i>Clostridium perfringens</i> (x 10 ²)	0,9	7,52	22,5	7,27
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0
Yeasts and molds (x 10 ³)	0,2	0,98	2,1	0,53
<i>Salmonella</i> spp.	0	0	0	0

CFU: Colony Forming Unit, FMAT: Total mesophilic aerobic flora, TC: Total coliforms, FC: Faecal coliforms, Min: Minimal, Max: Maximal, SD: Standard deviation.

The RCs' level of contamination by (FMAT) was about 8.86 x 10³ CFU/g, with a maximum of 37 x 10³ CFU/g and a minimum of 3.65 x 10³ CFU/g. Thus, our product is considered according to our two-class sampling plan: satisfactory or of good microbiological quality, that is lesser than the MARD specification for animal feeds, which is < 3 x 10⁶ CFU/g.

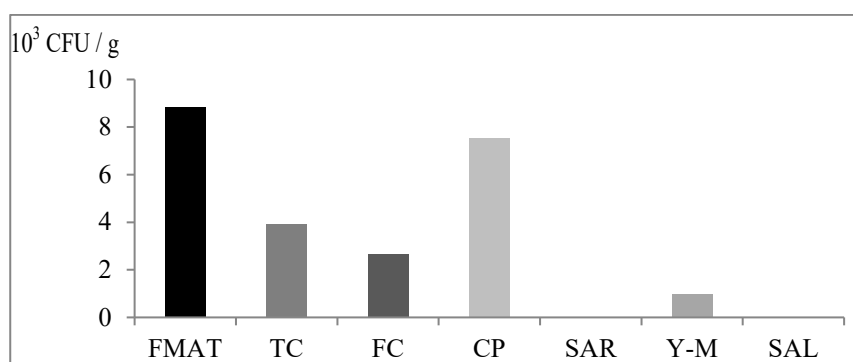
The TC ranged from 1.94 x 10³ to 5.5 x 10³ CFU/g with an average of 3.93 x 10³ CFU/g. This value is higher than that set by MARD for animal feeds <3 x 10³ CFU/g and in this case the food is considered as: unsatisfactory.

The FC were estimated at mean of 2.67 x 10³ CFU/g.

Staphylococcus aureus and *Salmonella* spp., are absent in RCs samples.

CP was present on average by 7.52 x 10² CFU/g, and a maximum of 22.5 x 10² CFU/g. This value is higher than that fixed by the Algerian standards for animal feeds <10² CFU/g.

Yeasts and molds are estimated at an average of 0.98 x 10³ CFU/g, this threshold is satisfactory by referring to Algerian standards for animal feeds (<10³ CFU/g).



FMAT: Total mesophilic aerobic flora, **TC:** Total coliforms, **FC:** Faecal coliforms, **CP:** *Clostridium perfringens*, **SAR:** *Staphylococcus aureus*, **Y-M:** Yeasts and molds, **SAL:** *Salmonella* spp.

Figure 1. Means of microbial flora detected in CRs samples not treated with HCl 1N

For the microbiological quality of RCs before treatment with HCl 1N, RCs samples were considered satisfactory, because the culture results were lower than the MARD specifications for animal feeds. For comparison, our results were inferior to those found by Labioui et al. (2007) (15×10^7 CFU/g) and Labioui and Cherkaoui (2009) (15×10^8 CFU/g). The TC value is greater than that set by MARD for animal feeds ($<3 \times 10^3$ CFU/g) and in this case the feed is considered unsatisfactory. The value obtained for *Clostridium perfringens* is higher than that set by the Algerian standards for animal feeds ($<10^2$ CFU/g). *Clostridium perfringens* is a soil bacterium widely distributed in the environment that can contaminate forage and silage (Collins and Gracey, 1992).

The results obtained for the yeasts and molds in our present study, are satisfactory and in concordance with the Algerian standards of animal feeds ($<10^3$ CFU/g). Comparatively, in a study conducted by Bouali (2010), *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., yeasts and molds were totally absent in plant-based raw materials for the manufacture of livestock feed as well as finished products. In fact, the presence of molds and/or mycotoxins in animal feeds has several detrimental effects: altering the organoleptic and nutritive qualities of the fodder leading to a reduction in zootechnical performances (growth, milk yield, etc.), occurrence of various diseases (mycosis, allergies, etc.), acute or chronic intoxications related to the ingestion of mycotoxins (Boudra, 2009). In all cases, if the microorganism content (at least one microbial group) is superior to the food quality specifications, this food is considered moldy (Gafner, 2012). Thus, the RCs samples for this study, before treatment with HCl 1N were considered unacceptable.

Comparison of the microbiological quality of RCs according to animal species

It is obvious on Table 3 and Figure 2 below that there is dominance in number of FMAT, yeasts and molds in goats' RCs. The number of FMAT (136.62×10^2 CFU/g) recorded in goats is greater (almost double) than that of cattle's (76.5×10^2 CFU/g) and sheep's (52.75×10^2 CFU/g) RCs. The mean of yeasts and molds recorded in goats' RCs (14.35×10^2 CFU/g), is higher than that of cattle (10.22×10^2 CFU/g) and sheep (5.04×10^2 CFU/g). However, TC and *Clostridium perfringens* have higher mean values in cattle's RCs compared to sheep and goats.

Table 3. Statistical parameters and application of Kruskal-Wallis test ($P < 0.05$) on microbial flora detected in RCs samples not treated with HCl 1N in different animal species (CFU/g)

Microbial flora	Cattle (x10 ²)		Sheep (x10 ²)		Goats (x10 ²)		Sig.
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
FMAT	76.5	19.63	52.75	11.84	136.62	155.73	0.365
TC	44.62	10.57	38.5	7.94	34.85	14.60	0.472
FC	32.38	8.5	29.25	8.91	18.7	17.43	0.779
<i>Clostridium perfringens</i>	12.47	8.86	3.76	5.5	6.34	5.65	0.356
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0	0	/
Yeasts and molds	10.22	1.36	5.04	3.56	14.35	5.61	0.035*
<i>Salmonella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	/

FMAT: Total mesophilic aerobic flora, TC: Total coliforms, FC: Fecal coliforms, Sig: Statistical significance, *Correlation is significant at $P < 0.05$.

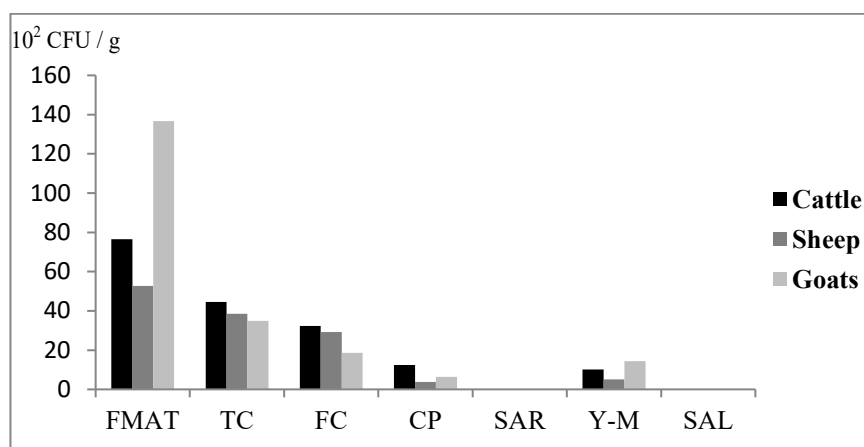


Figure 2: Means of microbial flora detected in RCs samples not treated with HCl 1N in different animal species (CFU/g)

Kruskal Wallis test ($P < 0.05$) shows that the animal species had no significant effect on the microbiological quality of RC. Consequently, RCs of the three animal species (cattle, sheep, goats) were recoverable without distinction. Nevertheless, in order to ensure better conservation, we should ensure a good drying of RCs in the open air, just after evisceration, and then treat it with HCl 1N. In fact, the very high rate of microbial mortality observed during RCs' dehydration is due, in large part, to the decrease in water activity (Cuq, 2007).

Microbiological quality of RCs after treatment with HCl 1N

After treatment with HCl 1N, the microbiological quality of RCs seems to be satisfactory compared to Algerian standards for livestock feeds (Table 4).

Table 4. Means and SD of microbial flora detected in total RCs samples after treatment with HCl 1N compared to Algerian standards for livestock feeds (CFU/g)

Microbial flora	Reference of analytical method	Specification of Algerian norm (UFC/g)	Mean and SD after treatment with HCl 1N (UFC/g)
FMAT	AN 1207	$< 3 \times 10^6$	$1.2 \times 10^3 (\pm 1.1)$
TC	AN 2812	$< 3 \times 10^3$	$0.14 \times 10^3 (\pm 0.1)$
FC	AN 2812	$< 3 \times 10^3$	$0.79 \times 10^3 (\pm 1.3)$
<i>Clostridium perfringens</i>	AN 2816	$< 10^2$	$0.87 \times 10^2 (\pm 1.38)$
<i>Staphylococcus aureus</i>	AN 2813	$< 10^5$	-
Yeasts and molds	AN 2817	$< 10^3$	$0.12 \times 10^3 (\pm 0.6)$
<i>Salmonella</i> spp.	AN 1203	Absence in 25 g	-

FMAT: Total mesophilic aerobic flora, TC: Total coliforms, FC: Fecal coliforms, SD: Standard deviation, AN: Algerian Norm

The comparison of RCs' microbial quality before and after treatment, shows that the use of the HCl 1N solution reduces the number of microorganisms to a percentage ranging from 70.41% to 96.43% (Table 5).

Table 5. Means of microbial flora detected in total RCs samples and application of Wilcoxon test before and after treatment with HCl 1N and microbial's decrease rates (%)

Microbial flora	Mean before treatment (CFU/g)	Mean after treatment (CFU/g)	Decrease rate (%)	Sig.
FMAT ($\times 10^3$)	8.86	1.22	86.23	0.002**
TC ($\times 10^3$)	3.93	0.14	96.43	0.002**
FC ($\times 10^3$)	2.67	0.79	70.41	0.003**
<i>Clostridium perfringens</i> ($\times 10^2$)	7.52	0.87	88.43	0.002**
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-
Yeasts and molds ($\times 10^3$)	0.98	0.12	87.75	0.002**
<i>Salmonella</i> spp. (absence in 25g)	-	-	-	-

FMAT: Total mesophilic aerobic flora, TC: Total coliforms, FC: Fecal coliforms, Sig.: Statistical significance, **Correlation is significant at $P < 0.01$.

Wilcoxon test for two linked samples shows that there is a highly significant difference at ($P < 0.01$) between RCs before treatment and after treatment with HCl 1N. This demonstrates the effectiveness of HCl 1N in attenuating the bacterial load of RC by aiming to its valorization in animal feeding.

Many studies reported the possible valorization of ruminants' RCs. According to a study conducted by Bakrie et al. (2018), the crude protein content of fermented goat's RC is much better than the rice straw, field grass, elephant grass or sugar cane top. Therefore, the fermented goat's RC, may be used as substitute for various type of forages or as an ingredient in the concentrates for various types of animals. Furthermore, the same authors reported that the cow's RC have been successfully used as feeds for cattle, goats, chickens, rabbits and fish. Also, Utomo et al. (2016) reported that the use of RC as substitute for forage (Napier grass) to ruminants decreased feed intake, increased average daily gain, and resulted in better feed conversion. However, using RC up to 67% in the diet resulted in the greater carcass percentage. Thus, authors concluded that the optimum use of RC silage is up to 67% in the diet.

Furthermore, in a study done by Makinde et al. (2017), authors concluded to the potential use of camel's RC in the diet of broilers. The result of this study showed that up to 15% use of camel's RC could be included in the diet of broilers to replace maize and groundnut cake. Beyond this level, growth parameters may be affected.

Moreover, results of an experimental study conducted by Moningkey et al. (2016) revealed that RC and sludge mixture fermented at the bacteria (*Cellulomonas* sp.) concentration of 10^7 CFU/g DM and 8-day incubation gave an

optimal outcome based upon its nutrient content for rabbit feed. According the same authors, the use of these wastes (RC) could also solve quality and sustainable feed availability problems and reduce environmental pollution impacts.

CONCLUSIONS

This study has shown that the attenuation of the bacterial load of the RC via HCl 1N with a view to its valorization in animal feed, is feasible at least for the three species of domestic ruminants: cattle, sheep and goats. In addition, it appears that the lowering of the pH by a simple chemical treatment (HCl 1N) is inexpensive and easily applicable and would allow the valuation of a by-product always available at slaughterhouses, in feeding of domestic animals. Also the obvious positive economic impacts of our study are: the lowering of feeds' imports monetary charges for Algerian authorities, the coverage of summer and drought periods in animals' foods intake. In order to successfully carry out the RC valorization project in animal feed (ruminant or monogastric), it would be ideal to set up recycling units close to the slaughterhouses while taking into consideration the possibility of including RC of camelids reared in steppe and Saharan regions.

Author Contributions: R.A. Conceived and designed the analysis; Y.B. Collected the data and contributed to analysis tools; A.B. Performed the analysis; A.M. Participated in writing and conception of the paper.

Funding Source: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Acknowledgments

Authors acknowledge the technical staff of the microbiology and biochemistry laboratory of the University of M'Sila. Also, the Directory and administrative staffs of M'Sila slaughterhouses for facilitating study.

Conflicts of Interest

The authors declare that they do not have any conflict of interest.

REFERENCES

1. Abouheif MA, Kraidees MS, Al-Selbood BA. The utilization of rumen content-barley meal in diets of growing lambs. *Asian-Aus J Anim Sci.* 1999; 12(8):1234-40.
2. Adem R, Ferrah A. Fodder resources in Algeria: structural deficit and regional disparities : Analysis of the forage balance for the year 2001. *Dv* 2002; 151(2):165-72.
3. AFNOR, NF, ISO 6579. Food microbiology: Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. 2002. Available from: <https://www.iso.org/fr/standard/29315.html>.
4. AFNOR, NF, V 08-056. Food microbiology: Enumeration of *Clostridium perfringens* by counting colonies at 45 °C. Routine method; 1994. Available from: <https://m.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/v08056/microbiologie-alimentaire-denombrement-des-clostridium-perfringens-par-comp/fa036373/56619>.
5. AFNOR, NF, V 08-060. Food microbiology: Enumeration of fecal coliforms at 44 °C and total coliforms at 37 °C; 2009. Available from: https://www.favv-afsca.be/laboratoires/laboratoiresagrees/_documents/2021-03_liste-meth-microbio_V30_FR.pdf.
6. AFNOR, NF, V 08-051. Food microbiology: Enumeration of the total aerobic mesophilic flora by counting the colonies at 30 °C; 1991. Available from: <http://www.onssa.gov.ma/images/Normes-homologues-OCTOBRE2019.pdf>.
7. AFNOR, NF, V 08-059. Food microbiology: Enumeration of yeasts and molds by counting colonies at 25 °C; 2002. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-v08059/microbiologie-des-aliments-denombrement-des-levures-et-moisissures-par-comp/fa120539/20449>.
8. AFNOR, NF, V 08-057. Food microbiology: Enumeration of *Staphylococcus aureus* by counting colonies at 37 °C; 2004. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-v080571/microbiologie-des-aliments-methode-de-routine-pour-le-denombrement-des-stap/fa125288/22528>.
9. AFNOR, NF, XP V08-102. Food microbiology: General rules for counting colonies and for expressing results; 1998. Available from: <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/xp-v08102/microbiologie-des-aliments-regles-generales-pour-le-comptage-des-colonies-e/fa031737/56819>.
10. Bakrie B, Sente U, Mayasari K, Syah RF. Effectiveness of accelerator and inoculum in fermentation of goat's rumen contents as animal feed ingredients. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Sci.* 2018; 119: 012008. Doi :10.1088/1755-1315/119/1/012008.
11. Bencherchali M, Houmani M. Forage interest for ruminants of two spontaneous forage species *Bromus*

- Madretensis* L. and *Bromus Maximus* Desf. Eur J Sci Res. 2010; 43(3):307-15.
12. Beranger C, Robelin J. Estimation of the cattle's digestive contents weight from the weight of the rumen contents. *Annales de Zootechnie*. 1978; 27(4):639-45. Available from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00887827>.
 13. Bouali W. Contribution to the implementation of a HACCP plan in an animal feed manufacturing unit. Magister dissertation. Food Microbiology Option. University of Oran Es-Senia, Algeria, 2010; 172 p. <https://theses.univ-oran1.dz/document/TH3067.pdf>.
 14. Boudra H. Mycotoxins in fodder: a factor insidiously limiting the quality of fodder and the performance of ruminants. *Fourrages*. 2009; 199:265-80. Available from: [hal-02655830](https://hal.inrae.fr/hal-02655830) <https://hal.inrae.fr/hal-02655830>.
 15. Chennaoui M, Farid Y, Hamdani A, Mountadar M, Assobhei O. Biotransformation of slaughterhouse waste for its valorization in animal feeding. *Déchets sciences & techniques - Revue francophone d'écologie industrielle*. 2012; 61. Doi: 10.4267/dechets-sciences-techniques.2594.
 16. Cherdthong A, Wanapat M. Manipulation of *in vitro* ruminal fermentation and digestibility by dried rumen digesta. *Livest Sci*. 2013; 153:94-100. Doi: 10.1016/j.livsci.2013.02.008.
 17. Collins DS, Gracey JF. Food poisoning and meat microbiology. In *meat hygiene*, 9th edition. London: Baillière Tindall; 1992; p. 222-50.
 18. Cuq J-L. Food microbiology: The relationship between microorganisms/food/consumers. Department of Food Industry Sciences and Technologies 4th year. University of Montpellier II. Sciences et Techniques du Languedoc; 2007; p. 8-15.
 19. Di Bartolomeo M. Microbiological criteria for foodstuffs. Guidelines for interpretation. Luxembourg; 2011: 49 p. Available from: https://qualitis.lu/wp-content/uploads/2013/07/recueil_criteres_microbiologiques.pdf.
 20. Gafner J-L. The microbiological quality of animal feed. *Recherche Agronomique Suisse*. 2012; 3(5):252-57. Available from: <https://www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2012/05/la-qualite-microbiologique-des-aliments-pour-animaux/>.
 21. Gebrehawariat E, Animut G, Urge M, Mekasha Y. Sun-dried bovine rumen content (SDRC) as an ingredient of a ration for White Leghorn Layers. *East African Journal of Sciences*. 2016; 10(1):29-40.
 22. IBM. SPSS Statistics 20 Central System User's Guide. © Copyright IBM Corporation 1989; 2011. Available from: <http://www.ibm.com/spss>.
 23. Kali S, Benidir M, Ait Kaci K, Belkheir B, Benyoucef MT. Situation of the milk sector in Algeria: An analytical approach from upstream to downstream. *LRRD*. 2011; 23(8). Available from: <https://www.lrrd.org/lrrd23/8/Kali2308cit.htm>.
 24. Kardjadj M, Luka PD. Current situation of milk and red meat industry in Algeria. *J Nutr Food Sci*. 2016; 6:516. Doi: 10.4172/2155-9600.1000516.
 25. Kinet R. Production of an anaerobic cellulolytic starter for its valorization in animal feed. Thesis of Master bio-engineer in chemistry and bio-industries. University of Liège. 2011; 108 p. Available from: https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/175939/1/kinet_ulggxabt_memoire-production%20d'un%20starter%20cellulolytique%20ana%C3%A9robique.pdf.
 26. Konte M, Vassiliades G, Leforban Y. Biological samples for laboratory analysis. ISSN OSSO-8798.1990; 4(4). Available from: <http://hdl.handle.net/10625/15614>.
 27. Labioui H, Elmoualdi L, Benabbou Y, Ouhssine M, Elyachoui M. Treatment and recovery of waste from slaughterhouses in Morocco. *Agro solutions*. 2007; 18(1):35-40. Available from: <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/59942?docref=GfUc7I1HvLILYhsX4jeM5w>.
 28. Labioui H, Cherkaoui J. Application tests of slaughterhouse waste treated for agricultural purposes: case of wheat cultivation. *Les technologies de laboratoire*, 2009; 17. Available from: <https://revues.imist.ma/index.php/technolab/article/view/372>.
 29. Madani T, Muffok C, Frioui M. Effect of concentrate level in the ration on milk production in semi-arid Algeria. *Renc Rech Rum*, 2004 ;11. Available from: <http://www.journees3r.fr/>.
 30. Magnier L. Use of vine by-products in animal feed. E.N.S.S.A.A.-INRA. DIJON, France. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*. 1991; 16:89-99. Available from: <https://docplayer.fr/44964758-Utilisation-des-sous-produits-de-la-vigne-dans-l-alimentation-animale.html>.
 31. Makinde OJ, Abdullahi AM, Mohammed G. Evaluation of camel rumen content as a feed for broiler chickens. *Trakia J Sci*. 2017; 15(2):128-134. Doi:10.15547/tjs.2017.02.005.
 32. MARD. Agricultural statistics, areas and productions. Ministry of Agriculture and Rural Development Series B. Algeria; 2014. Available from: <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>.
 33. MARD. Circular; Control of poultry feed. Ministry of Agriculture and Rural Development. Algeria. 1990; 34 p. Available from: <https://www.ecolex.org/fr/details/legislation/circulaire-relative-au-contrôle-des-aliments-des-volailles-lex-faoc086298/>.
 34. Matthews C, Crispie F, Lewis E, Reid M, O'Toole PW, Cotter PD. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency. *Gut Microbes*. 2019; 10(2):115-132. Doi:10.1080/19490976.2018.1505176.
 35. Moningkey S, Junus M, Sjoefjan O, Widodo E. Nutritive value evaluation on rumen content and sludge fermented with *Cellulomonas* sp. as rabbit feed. *Int J Chem Tech Res*. 2016; 9(4):650-56. Available from: [https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no4/3/\(650-656\)V9N4CT.pdf](https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no4/3/(650-656)V9N4CT.pdf).

36. Mwesigwa R, Karubiu PM, King'ori AM, Onjoro PA. Extent of rumen contents use in livestock diets among farmers in Uganda. *Afric J Agri Res.* 2020; 15(2):248-55. Doi: 10.5897/AJAR2019.14652.
37. Nedjraoui D. Evaluation of pastoral resources in Algerian steppe regions and definition of degradation indicators. *IAMZ-CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes.* 2004; 62:239-243. Available from: <http://om.ciheam.org/om/pdf/c62/04600165.pdf>.
Nouaceur Z, Laignel B, Turki I. Climate change in the Maghreb: towards wetter and warmer conditions on the Algerian coastline?", *Physio-Geo [Online].* 2013; 7. Published online October 25, 2013, Accessed October 25, 2013. Doi: 10.4000/physioge0.3671. Available from: <http://physio-geo.revues.org/3671>.
38. Petersen SO, Henriksen K, Mortensen GK, Krogh PH, Brandt KK, Sørensen J et al. Recycling of sewage sludge and household compost to arable land: fate and effects of organic contaminants, and impact on soil fertility. *Soil Till Rers.* 2003; 72:139-52.
39. Raabe RD. The rapid composting method. University of California, US, Cooperative Extension Division of Agriculture and Natural Resources. 2001; 13-15.
40. Seankamsorn A, Cherdthong A. Dried rumen digesta pellet can enhance nitrogen utilization in Thai native, Wagyu-crossbred cattle fed rice straw based diets. *Animals.* 2020; 10(1):56. Doi: 10.3390/ani10010056.
41. Utomo R, Yusiati LM, Noviandi CT, Aryogi A, Isnandar I. Rumen contents from slaughterhouse as alternative feed for replacing forage in ruminant diets. The 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress. Fukuoka, Japan. 2016; pp. 715-717. Available from: <https://repository.ugm.ac.id/id/eprint/273176>.
42. Yousfi M, Chachoua I, Bougouffa N. Contribution of rangelands to the feeding of small ruminants in the steppe and in the wilaya of Djelfa, Algeria. *LRRD.* 2017; 29(2). Available from: <http://www.lrrd.org/lrrd29/2/moha29039.html>.

DOI:10.2478/arls-2021-0030

Research Article

Date Scraps and Rumen Content Extract in Broiler Feed: Effects on Growth Performances, Carcass Yields, Meat Quality and Economic Efficiency

Yamouna Bara^{1,2}; Rafik Arbouche³; Yasmine Arbouche⁴; Etienne Montaigne⁵; Abdelhamid Baa²; Fodil Arbouche^{3*}

¹ Department of Agronomy, Faculty of Science of Nature and Life, University of El Tarf, El Tarf, Algeria

² Department of Agronomy, Faculty of Science of Nature and Life, University of M'sila., M'sila, Algeria

³ Department of Agronomy, Faculty of Science of Nature and Life, University of Ghardaia, Ghardaia, Algeria

⁴ Department of Agronomy, Faculty of Science of Nature and Life, University of Sétif1, Sétif, Algeria

⁵ Joint Research Unit Market, organization, institution, University Supagro of Montpellier, Montpellier, France

Received September, 2021; Revised October, 2021; Accepted November, 2021

Abstract

The aim of this study was to determine the effect on the production performances and carcass characteristics of local broiler chickens of replacing corn with cull dates from agri-food industries in oasis zones and of complementing this with rumen content extract from sheep abattoirs in the chickens' feed rations. A total of 200 male and female day-old chicks of local stock, with an average weight of 25±2g, were divided randomly into 4 groups of 50 individuals, each group distinguished by the respective rate of substitution of corn by cull dates (0%, 20%, 30% and 40%) for a period of 48 days. Each group was divided into ten (10) cages of 5 subjects. The live weights after 48 days improved for all experimental groups, recording an increase of +162g (20%); +82g (30%) and +31g (40%). All of the characteristics remained unchanged for all groups with the exception of liver weight, which was lower in the experimental groups. Substituting until 40% of the corn by culls dates while adding 250 ml rumen content extract per kilogram of broiler feed increased the live weight and average daily gain compared to the control.

Keywords: broiler, productivity performance, cull dates, rumen content extract, feed.

Introduction

Poultry farms provide white meat more quickly than those supplying red meat. They provide the most disadvantaged people with cheaper animal proteins than those derived from red meat. Nevertheless, in most emerging countries, livestock production is dependent on imports of raw materials used in the preparation of feed for these monogastric animals, as is the case in

Algeria. In this type of production, food accounts for 60% to 70% of farming expenditure [1] and to ensure a reduced impact on the kilogram of meat produced, it makes sense to reduce the cost of feed formulae by using unconventional foodstuffs and in particular agro-industrial by-products such as cull dates from oasis regions. Taken from the date packaging and processing industries, they are available in large quantities [2] and their chemical composition and nutritional value have been determined [3, 4]. Several studies have focused on the incorporation of the by-products of dates [5] and the improvements made to them through chemical treatment [3, 6, 7]. A number of production performance

* Corresponding author: **Fodil Arbouche**, Email:

arbouchefodil@yahoo.fr

 © 2021 F. Arbouche et al., published by De Gruyter Open.

This work was licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 License

improvement tests were examined, which used growth enhancers [8], probiotics, with or without minerals, and vitamins [9-11], exogenous enzymes, essential amino acids [12, 13] and rumen juice [14]. Rumen juice was tested in monogastric animals, and in particular broiler, as a growth enhancer [15].

The aim of our study was to determine the influence of replacing corn with cull dates and injecting 250 ml sheep rumen content extract per kilogram of food into the different substitution plans with a view to offsetting the impact of the protein deficit of cull dates on the productivity performances and the quality of broiler carcasses.

Material and Methods

Animals, diet and experimental protocol

The test was conducted at the El Kala poultry facility (El-Tarf wilaya) in a closed, statically ventilated building reserved for experiments on broiler chickens. A total of 200 male and female day-old chicks of local stock, with an average weight of 25 ± 2 g, were divided randomly into 4 groups of 50 individuals allocated a surface area of 5 m² per group with litter made from crushed durum wheat straw. Each batch was divided into ten (10) pens of 5 subjects, banded and numbered.

The cull dates (CD) of Deglet Nour variety were provided by packaging plants in south-eastern Algeria (Biskra). They were first dried in the sun then crushed using a hammer mill with a 1-mm grate. The chemical composition is presented in Table 1.

Table 1.
Chemical composition of cull dates
(Arbouche *et al.*, [4])

Organic matter (% of DM)	97.1
Total nitrogenous matter (% of DM)	4.2
Crude fibre (% of DM)	9.4
Fat (% of DM)	8.2
Mineral matter (% of DM)	2.9
Total sugars (% of DM)	62.3
Nitrogen-free extract (% of DM)	66.1
Crude energy (kcal/kg of DM)	4,235
Metabolisable energy (kcal/kg of DM)	3,683
Lysine (g/100g of proteins)	3.2
Methionine (g/100g of proteins)	1.5
Cystine (g/100g of proteins)	1.7

DM: dry matter

Metabolisable energy: estimated using the formula developed by Carpenter and Clegg [16] with ME (kcal/kg of DM) = $35.3 \times \text{CP} (\%) + 79.5 \times \text{EE} (\%) + 40.6 \times \text{NFE} (\%) + 199$ (EM: metabolisable energy, PB: crude protein, EE: ether extract, NFE: nitrogen-free extract)

The rumen content was recovered from abattoirs immediately after the sheep were eviscerated. It was treated with a 1% solution of hydrochloric acid, in order to prevent flies from laying any eggs, then spread on plastic film. During the sun-drying process, the dates were turned several times. The rumen content (RC) was soaked in water heated to 80°C at a rate of one kilogram per liter (1 kg/l) and mixed every six hours for 24 hours. After filtering, the extract (RCE) was refrigerated at a temperature of 4°C [17]. The total nitrogenous matter (TNM) and amino acid (AA) content is presented in Table 2.

Table 2.

Content of TNM (% of DM) and AA (as % of TNM) in ovine rumen content extract (RCEo)

RCE _o	TNM				AA					
	Cystine	Methionine	Threonine	Lysine	Glutamic acid	Aspartic acid	Arginine	Leucine	Isoleucine	
	8.32	0.89	1.10	2.14	2.56	10.21	6.24	2.85	4.36	1.81

TNM : total nitrogenous matter ; AA : amino acid

Using the WUFFDA software for the broiler chicken feed formulae, four rations were prepared with 0% (control feed), 20%; 30% and 40% rate of substitution of corn by cull dates and 250 ml rumen content extract for the different rearing phases (Table 3).

A temperature varying between 36 and 38°C was maintained over the first ten days thanks to gas incubators and lighting operated 24 hours a day before being reduced to 18 hours a day with 6

hours of night. The water and feed were distributed ad libitum. The chickens were vaccinated against Newcastle disease and infectious bronchitis on the 7 and 21 rearing day as well as against Gumboro disease at 14 days of age (no booster required). Furthermore, an anti-coccidian was administered in the drinking water at 17 and 34 days of age for two consecutive days.

Table 3.
Formulae (kg/100 kg of feed) for starter feed (1 to 20 days), grower feed (21 to 33 days) and finisher feed (34 to 48 days) distributed to the chickens according to the substitution rate of corn by cull dates soaked in rumen juice

Type of food	Starter				Grower				Finisher			
Rate of substitution	0	20	30	40	0	20	30	40	0	20	30	40
Ingredients												
Corn	61	48.8	42.7	36.6	64	51.2	44.8	38.4	70	56	49	42
Cull dates	0	12.2	18.3	24.4	0	12.8	19.2	25.6	0	14	21	28
Soya cake	30	30	30	30	27	27	27	27	21	21	21	21
by-products of milling	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Bi-calcium phosphate	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
MVS	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
DL-Methionine	0.4	0.4	0.4	0.15	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Nutrient content as % of DM												
Metabolisable energy (Kcal/Kg)	2,890	2,912	2,923	3,119	2,840	2,920	3,015	3,242	2,990	3,351	3,610	3,873
Crude protein (%)	21	20.18	20.02	19.51	20.33	19.21	19.02	18.85	18	17.8	17.1	16.75
Fat (%)	2.8	2.33	3.3	1.87	2.88	2.4	2.15	1.91	3.05	2.52	2.25	1.99
Mineral matter (%)	3	3	3.2	3.3	2.7	2.7	2.8	3	2.9	3	3	3.1
Crude fibre (%)	2.96	2.69	2.62	2.43	2.91	2.63	2.49	2.51	2.81	2.5	2.35	2.19
Lysine (%)	1.20	1.17	1.15	1.14	1.38	1.35	1.33	1.31	1.22	1.18	1.16	1.14
Methionine (%)	0.72	0.69	0.68	0.67	0.6	0.58	0.57	0.56	0.57	0.55	0.54	0.52

MVS (mineral-vitamin supplement) composed of: calcium: 16.8%, magnesium: 0.1%, sodium: 12.8%, chlorine: 20.5%, vitamin A: 750,000 IU, vitamin D3: 160,000 IU, vitamin E: 1,280 mg/kg, B1: 100 mg/kg, B2: 300 mg/kg, calcium pantothenate: 570 mg/kg, niacin: 1,750 mg/kg, B6: 99 mg/kg, K3: 190 mg/kg, folic acid: 35 mg/kg, biotin: 1 mg/kg, choline chloride: 25,000 mg/kg, iron carbonate: 2,500 mg/kg, copper (sulphate): 970 mg/kg, zinc (sulphate): 6,080 mg/kg, manganese (oxide): 7,500 mg/kg, iodine (iodate): 120 mg/kg, selenium (selenite): 25 mg/kg and other additives; DL-methionine: 180 g/kg, antioxidant, citric acid, orthophosphoric acid.

The animals were weighed individually at 10, 20, 33, 42 and 48 days of age. During the rearing cycle, the feed was distributed freely after having been sprayed with 250 ml rumen content extract per kg of feed, and uneaten feed was weighed every day. The mortality rate was recorded every day throughout the entire duration of the experiment. On the 49 day, 25 chickens picked at random from each group were killed. The live weight, eviscerated carcass weight and weight of the feet, head, feathers, gizzard, guts and liver were determined.

Statistical analysis

The descriptive statistic and the single-factor variance analysis (ANOVA) were conducted using the SPSS software (version 21, 2012) to analyze the live weight (LW), the average daily gain (ADG), the quantity of food ingested and the feed conversion ratio (FCR). Using the post-hoc test by applying the Dunnett bilateral test made it possible to estimate the significance or homogeneity between the different sub-groups (comparison test between averages). The

differences are deemed to be significant with an error risk of 5%.

Economic efficiency

The choice of the complete cost method was necessary to analyze the composition of the costs incurred in obtaining by-products. The main aim of this method is to calculate the most complete production costs possible, taking account of all expenses incurred during the production and processing of a finished by-product intended for poultry feed. This production cost does not include marketing costs, abnormal costs or storage costs not linked directly to production.

Results and Discussion

Results

Throughout the entire duration of the experiment, we recorded no deaths. The weights at 10 days of age were significantly identical ($p < 0.05$) for the groups with 0% (control), 20% and 30% corn

substitution by cull dates, while the 40% group displayed the lowest weight (176 g) (Table 4).

Table 4.
Change in weight increase during starter, grower and finisher phases according to the rate of substitution

Starter phase	0	20	30	40	ESM	p
Initial weight (g)	25	25	25	25		
Weight at 10 d (g)	185 ^a	180 ^a	182 ^a	176 ^b	2.60	0.03
ADG1-10 (g/d/animal)	16 ^a	15 ^b	16 ^a	15 ^b	0.28	0.03
Weight at 20 d (g)	552 ^a	525 ^b	556 ^a	552 ^a	8.15	0.04
ADG11-20 (g/d/animal)	37 ^a	34 ^b	37 ^a	38 ^a	0.80	0.02
ADG1-20 (g/d/animal)	26	25	27	26	0.42	0.566
Grower phase						
Weight at 33 d (g)	1,480 ^a	1,520 ^b	1,537 ^b	1,542 ^b	19.83	0.03
ADG21-33 (g/d/animal)	71 ^a	76 ^b	75 ^b	76 ^b	1.48	0.04
Finisher phase						
Weight at 48 d (g)	2,607 ^a	2,769 ^b	2,689 ^{ab}	2,638 ^{ab}	23.62	0.02
ADG34-48 (g/d/animal)	75 ^b	83 ^a	77 ^b	73 ^b	1.95	0.001
ADG 1-48 (g/d/animal)	55	58	57	56	0.50	0.500

This group was characterized by an average daily gain (ADG) of 15 g, the same value as that recorded for the 20% group. The 0% and 30% groups had identical ADGs (16g). After 20 days, the trend appeared to reverse, with a significantly similar weight for the groups with 0%, 30% and 40% incorporation of cull dates whereas the 20% group displayed a fall in weight (525g) reflected by a low ADG (34g) compared to the other groups, in which the ADGs were significantly comparable. Between the 1st and 20th day, the ADG was nevertheless similar for all groups ($p > 0.05$). With a weight of 1,480g at 33 days of age, during the growth phase, the control group was the least representative group compared to the other groups, all of which displayed significantly greater weights proportional to the rates of cull date incorporation. The same observation could be made with regard to the ADGs over this period. During the final phase, the rate of substitution of corn by cull dates generated significantly greater weights for the experimental groups in relation to the control group ($p < 0.05$), the 20%

group being the heaviest with an ADG of 83g, significantly higher than that of the other groups. The ADG across the entire rearing period (day 1 to 48) was significantly identical for all groups. The quantity of food ingested was significantly similar for the 0% (control), 20% and 40% groups across the entire process, with the 30% group consuming a larger quantity (6,495g) (Table 5).

Feed conversion ratio for the 0% and 30% groups remained the same while the 20% group displayed the lowest FCR at 2.26; the 40% group recorded an intermediate value of 2.38.

During the starter phase, the quantity of food ingested displayed a saw-tooth pattern in relation to the rates of cull date incorporation in the chickens' diet, with the 40% group recording a significantly lower quantity ingested (731g). The same observation applied to the FCR. During the grower phase, the 0%, 20% and 30% groups were characterized by an identical quantity of food ingested, which was nevertheless below that of the 40% group (1,928g), although the FCR I for the 0% group remained similar to

that of the 40% group. During the final phase, the 30% group maintained the highest level (3,699g)

and the 0%, 20% and 30% groups recorded significantly similar quantities ingested.

Table 5.
Change in quantity of food ingested and the feed conversion ratio according to the rate of substitution

	0	20	30	40	ESM	p
Food ingested (g)						
From 1 to 10 days	162 ^a	159 ^b	164 ^a	146 ^c	1.52	0.01
From 11 to 20 days	766 ^a	779 ^b	802 ^c	731 ^d	6.82	0.001
From 21 to 33 days	1,850 ^a	1,811 ^a	1,830 ^a	1,928 ^b	10.24	0.03
From 34 to 48 days	3,497 ^a	3,468 ^a	3,699 ^b	3,433 ^a	19.56	0.01
From 1 to 48 days	6,275 ^a	6,217 ^a	6,495 ^b	6,238 ^a	53.8	0.02
Feed conversion ratio g/g)						
From 1 to 10 days	1.01 ^a	1.02 ^a	1.04 ^a	0.96 ^b	0.035	0.04
From 11 to 20 days	2.08 ^a	2.26 ^b	2.14 ^c	1.94 ^d	0.566	0.007
From 21 to 33 days	1.99 ^a	1.81 ^b	1.86 ^b	1.94 ^a	0.992	0.03
From 34 to 48 days	3.09 ^a	2.7 ^b	3.21 ^c	3.13 ^c	0.127	0.04
From 1 to 48 days	2.41 ^a	2.24 ^b	2.41 ^a	2.36 ^{ab}	0.32	0.01

The presence of different letters on the same line indicates a significant difference between diets (P < 0.05).

The slaughter parameters remain similar regardless of the rate of cull date incorporation in the chickens' diet, with the exception of the live

weight, which remained lower (< 50g) in the experimental groups and significantly different from that of the control group (65g) (Table 6).

Table 6.
Change in slaughter parameters according to the rate of substitution

	0	20	30	40	ESM	p
Parameters						
Live weight (g)	2,793	2,836	2,921	2,761	93.9	0.631
Weight evisc. carcass (g)	1,979	2,077	2,130	1,974	80.17	0.522
Weight of feet (g)	105	105	107	108	5.54	0.989
Weight of head (g)	70	63	72	74	4.91	0.402
Weight of feathers (g)	112	99	100	100	10.1	0.608
Weight of gizzard (g)	64	72	77	70	3.92	0.093
Weight of guts (g)	431	386	408	401	17.51	0.299
Weight of liver (g)	65.0 ^a	46.2 ^b	50.8 ^b	48.2 ^b	3.30	0.00

The presence of different letters on the same line indicates a significant difference between diets (p < 0.05).

Economic efficiency

Our calculations concerning the price of feed distributed in each rearing phase are based on the average price of corn, currently at DZD 27/kg. For the processed rumen content (RC), the complete cost was DZD 12.514/kg (covering the labor costs for recovering the rumen and treating it with HCl, including the cost of the acid).

The experimental ration modified by the rumen content was processed when the ration was served. The weight of the liquid used is not considered as part of the weight of this feed. However, this treatment was proportional to the weight of the ration, i.e. quarter of a liter per kilo of feed, thereby allowing the additional cost of the treatment to be evaluated at DZD 261.98

per kilo of feed, with the exception of the control group (Table 7).

The cost of the cull dates (CD), including labor and amortization of the equipment used to recover and crush the dates, was evaluated at DZD 12.572/kg.

The prices of the concentrates of the control groups (starter = DZD 51.68/kg, grower = DZD

49.25/kg, finisher I DZD 47.04/kg) are those provided by the national office for livestock feed [18]. The prices of the experimental concentrates were calculated according to the prices of the raw materials, constituents and substitution ingredients (Table 3 and Table 7).

Table 7.

Costs of different concentrates according to the rate of substitution.

Starter feed	0%	20%	30%	40%
Cost of corn + CD (DZD/Qx)	1,647	1,470.9	1,382.9	1,294.9
Cost of full concentrate (DZD/Qx) *	5,168	4,991.95	4,903.93	4,815.9
Cost of rumen content	0	261.98	261.98	261.98
Total cost of concentrate	5,168	5,273.93	5,165.91	5,077.88
Grower feed				
Cost of corn + CD (DZD/Qx)	1,728	1,543.29	1,450.94	1,358.59
Cost of full concentrate (DZD/Qx) *	4,925	4,740.29	4,647.94	4,555.59
Cost of treatment by Hcl _{1n}	0	261.98	261.98	261.98
Total cost of concentrate	4,925	5,002.27	4,909.92	4,817.57
Finisher feed				
Cost of corn + CD (DZD/Qx)	1,890	1,687.98	1,586.97	1,485.96
Cost of full concentrate (DZD/q) *	4,704	4,501.98	4,400.97	4 299.96
Cost of treatment by Hcl _{1n}	0	261.98	261.98	261.98
Total cost of concentrate	4,704	4,763.96	4,662.95	4,561.94

* Cost of full concentrate = cost of control concentrate – cost of quantity of corn removed + cost of quantity of cull dates added = cost of control concentrate – quantity substituted × difference in price between the two materials

Discussion

Through this study, it is interesting to note that while the initial weight was low (25g), explained by the use of a hardy, local breed that is widespread within the region [19], the weight at 10 days of age and the ADG (16g) remain comparable to those of the Isa Vedette breed and that partial substitution of corn by cull dates of up to 40% generates a positive effect on live weight and ADG, the best results provided by a substitution rate of 20% (2,769g) while the 40% group (2,638g) also displayed a higher weight than the control group (2,607g), i.e. +6% and +1.2% respectively. These results were obtained with the addition of 250 ml of rumen content extract (RCE) per kg of feed.

In the case of broiler, several authors have reported the regressive effect of a cull date incorporation rate in feed greater than 20%,

causing a reduction in both live weight and ADG [6, 20, 21]. The addition of the probiotic (rumen content extract) promoted an increase in live weight and average daily gain up to an incorporation rate of 40%, as reported by Kuçukersan *and al* [15]. Generally speaking, the different incorporation rates of cull dates in animals' diets (0 to 40%) do not cause any variation in the quantity of feed ingested [21], although they do result in a significant reduction in the FCR of the 40% group in relation to the control group, an observation which is inconsistent with that of these same authors and El- Deek *and al* [22]. The variations in carcass characteristics are not significant, as observed by Al-Homeidan [23], although Al-Bowait and Al Sultan [24] and Masoudi *and al* [21] indicate a decline in these parameters as the incorporation rates of cull dates in feed increases.

The experimental diets have a positive influence on feed by improving growth performances (final live weight) (Table 8).

Table 8.

Economic indicators according to the rate of substitution

Period period	0			20			30			40		
	UP	QI	PQFI	UP	QI	PQFI	UP	QI	PQFI	UP	QI	PQFI
1-20 d	51.68	928	47.95	53.04	938	49.75	52.16	966	50.38	51.28	877	44.97
21-33 d	49.25	1,850	91.11	50.52	1,811	91.49	49.60	1830	90.76	48.67	1,928	93.83
34-48 d	47.04	3,497	164.49	48.14	3,468	166.56	47.13	3699	174.33	46.12	3,433	158.32
TCF	303.57			307.8			315.47			297.12		
Final LW (g)	2,607			2,769			2,689			2,638		
CA/ kg of LW	116.44 DZD (€ 0.862)			111.15 DZD (€ 0.823)			117.31 DZD (€ 0.868)			112.63 DZD (€ 0.834)		
TPC/kg of LW	194.06 DZD (€ 1.437)			185.25 DZD (€ 1.372)			195.51 DZD (€ 1.448)			187.71 DZD (€ 1.39)		
CSE				322.43			313.11			307.18		
WD (DZD)				+ 18.86			+ 9.54			+ 3.60		
FD (DZD)				+13.80			-2.25			+9.95		
Difference (%)				-4.54%			+0.74			-3,27		

UP = Pi: unit price of 1 kg of feed (DZD); QI: quantity ingested (g) ; PQFI = Pi × Qi: price of quantity of feed ingested (DZD) TCF: total cost of feed; LW: live weight; TPC: total production cost; CSE: TCF that the farmer must spend on control feed to obtain experimental outputs; WD: difference in cost resulting from increased weight (DZD); FD: difference in cost resulting from reduced cost of feed (DZD)

Our economic results are similar to those obtained by Mourad [25] and Kaci [26]; € 0.862/kg compared to € 0.875/kg and €0.852/kg respectively for animals fed on 100 % corn. For the experimental groups (20% and 40%), our feed costs are more advantageous than those obtained by these same authors: € 0.823/kg and € 0.834/kg compared to € 0.875/kg and €0.852/kg, respectively.

Production costs are higher than those recorded by Mourad [25]: (€ 1.32/kg) and the ITAVI [27] (€ 0.962/kg) and similar to those obtained by Kaci [26] : (€ 1.42/kg) and the OFAAL [28] : (€ 1.37/kg). For substitution to be rational, the production/cost ratio after substitution is equal to that before substitution, all other things being equal [29] :

$$CP / Y = CP_1 / Y_1$$

$$(PX) / Y = [(P_1 X_1 + P (X - X_1))] / Y_1$$

$$(PX)Y_1 / Y = [(P_1 X_1 + P (X - X_1))]$$

$$(PX)Y_1 / Y - P(X-X_1) = P_1 X_1 = (P X) [Y_1 / Y - 1] + P X_1 P_1 = (P X) [Y_1 / Y - 1] / X_1 + P$$

$$P_1 = P [(Y_1 / Y - 1) X / X_1 + 1], \text{ where}$$

P1: Price of interest of the rejects of dates; P: price of foodstuff to be substituted (corn); Y1 / Y: production after substitution / production before substitution; X/X1: rate of substitution of production factors (corn / CD).

P = DZD 27/kg; X = 61% and Y = 2,607 g of meat

Table 9 shows that the price of cull dates used as a substitute for corn must not exceed DZD

27.80/kg. In our experimentation, the cost of CDs is DZD 12.572/kg.

Table 9. Interest price of cull date according to the substitution rate

	20%	30%	40%
X1	12.2	18.3	24.4
Y1 (g)	2,769	2,689	2,638
P1 (DZD/Qx)	3,538.89	2,982.8	2,780.26

P1: Price of interest of the rejects of dates ;

Y1 : production after substitution ;

X1 : rate of substitution of production factors

Conclusions

Incorporating cull dates until a 40 % substitution rate instead of corn, with the addition of 250 ml of sheep rumen content extract per kilogram of feed, improves live weight and average daily gain with a reduced quantity of food ingested and a lower FCR. The characteristics of the carcasses remain unchanged. The diet with a 20% substitution rate proved to be more profitable than the 30% and 40% diets from a technical and economic standpoint (LW = 2,769 g and PC = € 1.37/kg), although the latter remain competitive compared to the control group.

Acknowledgements

We would like to thank, the Joint Evaluation and Foresight Committee, the Hubert Curien partnerships (Algerian-French cooperation: Tassili project 16/ MDU/954) for their funding.

References

1. **Belhouadjeb, F.A.; Chehat, F.** (2013) The cost of production and the competitiveness of the Algerian sheep meat: Case of the Lamb of Djelfa. *Les cahiers du CREAD*, 104, 91-110,
2. **Chehma, A., Longo, H.F., Siboukeur A.** (2000) Estimation of tonnage and food value of date palm by-products in sheep. *Recherche agronomique*. 7, 7-15
3. **Arbouche, F.** (2012) *Tables of composition and nutritional value of raw materials produced in Algeria for ruminant feed*. Ed. Inst. Natio. Rech. Agro. Algérie.,
4. **Arbouche, F., Arbouche, R., Arbouche, Y., Arbouche H.S., Mennani, A.** (2018) *Tables of composition and nutritive value of agro-industrial raw materials and by-products from North Africa for ruminant feed*. Ed. University of Setif1, Algeria
5. **Meradi, S., Arbouche, F., Arbouche, R.** (2016) Valorisation of the fattening of the sheep hamra breed by the by-products of the date *Livestock Research for Rural Development* 28, Article #70 <http://www.lrrd.org/lrrd28/4/arbo28070.html>,
6. **Chehma, A., Benabdelhafid, M., Hanani, A** (2009). Improvement of the nitrogenous value of the by-products of the date palm (date pedicels and dry palm leaves) by ammonia and urea treatment *Livestock Research for Rural Development* 21, Article #77, <http://www.lrrd.org/lrrd21/5/cheh21077.htm>,
7. **Arbouche, F., Arbouche, H. S.** (2008) Date by-products from south-east Algeria: effects of treatment with urea and the mode of storage on their chemical composition and digestibility *Livestock Research for Rural Development* 20. Article #97, <http://www.lrrd.org/lrrd20/6/arbo20097.htm>,
8. **Rahman, M.A., Parvin, M.S., Sarker, R.R., Islam, M.T.** (2012) Effects of growth promoter and multivitamin-mineral premix supplementation on body weight gain in broiler chickens. *Journal of the Bangladesh Agricultural University* 10, 245-248 <http://dx.doi.org/10.3329/jbau.v10i2.14680>
9. **Anjum, M.I., Khan, A.G., Azim, A., Afzal, M.** (2005) Effect of dietary supplementation of multi-strain probiotic on broiler growth performance. *Pakistan. Veterinary. Journal*. 25, 25-29,
10. **Islam, M.S., Bhuiyan, M.E.R., Begum, M.I.A., Miah, M.A., Myenuddin, M.** (2004) Effect of vitamin-mineral pre-mix supplementation on body weight and certain haemato-biochemical values in broiler chickens. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine* 2, 45-48, <https://doi.org/10.3329/bjvm.v2i1.1934>
11. **Harun-Ar-Rashid, M., Ahmad, N., Amin, M.R., Mollah, M.L.** (2015) Effects of selected vitamins and minerals on growth rate and hematological parameters in broilers. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 1(3), 487-494. <https://doi.org/10.3329/ajmbr.v1i3.26466>
12. **Fernandes, J.I.M., Bortoluzzi, C., Junior, A.M.B., Rorig, A., Perini, R., De Cristo, A.B.** (2015) Effect of different enzymatic supplements in diets of broilers raised at high stocking density. *Journal of Veterinary Medicine and Research* 2, 1-4,
13. **Murakami, A.E., Fernandes, J.I.M., Hernandes, L.; Santos, T.C.** (2012) Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 32: 259-266, <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000300014>
14. **Zebrowska T., Ziiolecka A., Ziiolecki A.** (1989) The effect of stabilized rumen extract on growth and development of calves. 3. Digestion in small intestine. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 61, 245-254, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0396.1989.tb00106.x>
15. **Kuçukersan K., Tuncer S.D., Sanli Y.; Midilli M., Goncuoglu E., Kuçukersan S., Tan H.** (2002) The effects of dietary stabilized rumen extract (SRE) and virginiamycine on performance and carcass yield of broilers. *Revue Médecine Vétérinaire*. 153, 11: 723-726,
16. **Carpenter, K. J., Clegg, K. M.** (1956) The metabolisable energy of poultry feeding stuff in relation to their chemical composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 7, 45-51 <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740070109>
17. **Blancou J.** (1976) Methods for the conservation of the rumen microbial population in vitro *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 29 (4): 305-308 <http://dx.doi.org/10.19182/remvt.7991>
18. **ONAB** (2018) National Feed Board. Mercurial. Algiers Algeria
19. **Mahammi, F. Z., Gaouar, S.B.S., Tabet-Aoul, N., Tixier-Boichard, M., Saidi-Mehtar, N.** (2014) Morpho-biometric characteristics and farming systems of local hens in western Algeria (Oran). *Cahiers Agricultures*, EDP Sciences, 23 (6), 382-392, <https://doi.org/10.1684/agr.2014.0722>
20. **Meradi, S., Arbouche, F., Chekkal, F., Benguigua, Z., Mansori, F., Arbouche, R.** (2016) Effect of the incorporation of by-products of Date palm on growth performance of broilers. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 28, Article #77 from <http://www.lrrd.org/lrrd28/5/sami28077.html>
21. **Masoudi, A., Chaji, M., Bojarpour, M., Mirzadeh, Kh.** (2011) Effects of different levels of date pits on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research* 39: 399-405, <https://doi.org/10.1080/09712119.2011.621790>
22. **El-Deek, A. A., Attia, Y. A., Al-Harathi, M. A.** (2010) Including whole inedible date in the grower-finisher broiler diets and the impact on productive performance, nutrient digestibility and meat quality. *Animals*, 4, 1647-1652., <https://doi.org/10.1017/S1751731110000820>,
23. **Al-Homidan, A.H.** (2003) Date waste, whole dates and date pits as ingredients in broiler

diets. *Egyptian Poultry Sciences Journal.*, 23, 15–35

24. **Al-Bowait, M., Al-Sultan, S. I.** (2006)

Aspects of the serum biochemistry, carcass quality and organoleptic characteristics of broilers fed alkali-treated date pits. *International Journal of Poultry Sciences.* 5(3), 284-288

<https://dx.doi.org/10.3923/ijps.2006.284.288>

25. **Mourad, Y.** (2017) Indicateurs technico-économiques de la production du poulet de chair dans la région d'Ain Touta. *Journal of Industrial Economics.*, 12, 3, 17-40

26. **Kaci, A.** (2014) *The determinants of the*

competitiveness of Algerian poultry companies. PhD Thesis in Agronomic Sciences. National Higher School of Agronomy Algiers, Algeria.

27. **ITAVI,** (2015) *Technical performance and production costs for broilers, pullets and laying hens.* Edition I.T.A.V.I. Algeria

28. **OFAAL,** (2015) *Algerian Poultry Sector Observatory. Conjuncture note. Poultry products and inputs.* Edition I.T.E.L.V. Algeria

29. **Rejeb Gharbi, F., Benarif, T.** (2011) Economic opportunity of the introduction of olive cake in animal feed in Tunisia. *Biotechnologie. Agronomie, Société et Environnement.* 15(2), 259-270 .