الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université 20 août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production et Nutrition Animale

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème

Valorisation de la caroube en alimentation ovine : Effets sur les performances zootechniques et reproductive

Présenté par :

Guemihi Yousra

Lekhchine Fatiha

Mermad Salsabil

Devant le jury composé de :

Mme Oudjane Faiza	Présidente	MCA	Université 20 août 1955 Skikda
Mme Bouhadja Nadia	Encadrante	MAA	Université 20 août 1955 Skikda
Mme Djeffal Samia	Examinatrice	Professeur	Université 20 août 1955 Skikda

Année universitaire : 2025 /2026

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **Allah**, le Tout-Puissant, de nous avoir accordé la santé, la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener ce travail à son terme.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à **l'Université du 20 Août 1955** pour la qualité de la formation qu'elle nous a offerte ainsi que pour les moyens pédagogiques et scientifiques mis à notre dispostion tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nous exprimons notre profonde gratitude au **Département d'Agronomie**, dont les enseignements, l'accompagnement et le soutien ont largement contribué à notre formation scientifique et à la réalisation de ce mémoire.*

*Nous tenons à adresser nos remerciements les plus chaleureux à **la Ferme Pilote Kadri Brahim**, qui nous a accueillies dans le cadre de notre stage pratique. Nous remercions sincèrement l'ensemble de son personnel pour son accueil, sa disponibilité, son professionnalisme et les précieuses connaissances pratiques qu'il nous a transmises.*

*Nos remerciements les plus respectueux s'adressent à notre encadreuse, **Mme Bouhadja Nadia**, pour sa disponibilité, sa patience, ses précieux conseils, son accompagnement constant et sa rigueur scientifique, qui ont été d'une grande valeur tout au long de l'élaboration de ce travail.*

Nous remercions également les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner et d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour leurs remarques et leurs recommandations constructives.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à l'ensemble de nos enseignants, qui nous ont transmis leur savoir avec compétence, dévouement et générosité tout au long de notre cursus universitaire.

Nos sincères remerciements vont également à tous nos collègues et amis pour leur soutien, leurs encouragements et les agréables moments de partage qui ont accompagné notre parcours.

Enfin, nous adressons notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

À toutes et à tous, nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos plus vifs remerciements.

Dédicaces

بسم الله الرحمن الرحيم، والحمد لله الذي وفقني وأعانني على إتمام هذا العمل، والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

À ceux qui portent mon parcours dans leur cœur et partagent avec moi chaque battement de ce succès...

À ma chère mère : Source intarissable de tendresse et origine de toutes mes prières exaucées. À toi qui as veillé pour éclairer mes chemins du savoir, je dédie ce fruit qui n'aurait jamais pu mûrir sans l'immensité de ton amour et de tes prières.

À mon cher père : Mon pilier et ma fierté, de qui je puise ma force et ma détermination. À celui qui ne m'a jamais privée d'un effort ou d'un conseil, je dédie ce succès comme une couronne sur ta tête.

À mes frères et mes piliers (Omar et Ayoub) : Compagnons de mon enfance et de ma jeunesse, dont les mots et les encouragements ont toujours été mon moteur pour aller de l'avant.

À ma sœur unique et mon ange (Malak) : Ma compagne de route et le sourire de notre maison, qui a partagé avec moi les moments doux et amers.

À la petite chenille de la famille (Israa) : La plus jeune enfant de la maison, qui remplit notre monde de joie et d'innocence, que Dieu la protège pour nous.

À l'âme pure (Ma chère grand-mère) : Qui nous a quittés pour la demeure éternelle, mais dont la présence spirituelle et les prières passées ne m'ont jamais quittée. Que Dieu te fasse miséricorde et t'accorde le Paradis ; j'aurais tellement aimé que tu sois présente avec moi pour vivre ce moment.

À mes amies et compagnes de mon parcours universitaire : Avec qui j'ai partagé les jours de fatigue, les nuits blanches, ainsi que les instants de joie et d'accomplissement. Merci pour votre précieuse présence et la sincérité de votre amitié.

Yousra

Dédicaces

Avant toute chose, je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, pour Sa miséricorde, Sa guidance et la force qu'Il m'a accordée tout au long de ce parcours. Sans Sa volonté, ce travail n'aurait jamais vu le jour.

À moi-même, pour avoir cru en mes capacités, persévéré malgré les difficultés et refusé d'abandonner jusqu'à l'aboutissement de ce rêve.

À mes très chers parents, Noureddine et Nawel, qui m'ont entourée d'un amour inconditionnel, de sacrifices et d'un soutien sans faille. Aucun mot ne saurait exprimer toute ma reconnaissance envers vous. Ce succès est aussi le vôtre.

À ma très chère tante Wafa, que je considère comme une véritable grande sœur. Merci pour ton soutien constant, tes précieux conseils et ton accompagnement, particulièrement durant la réalisation de ce mémoire.

À mes frères et sœurs, Abdelhalim, Mouna et Arij pour leur affection, leurs encouragements et leur présence à mes côtés.

À ma tante Meriem, pour son soutien et sa bienveillance tout au long de ma vie.
À mes chères amies, qui ont été un véritable pilier durant toutes ces années d'études et avec qui j'ai partagé des souvenirs inoubliables.

À ma grande famille, mes tantes, mes oncles, leurs enfants, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont laissé une belle empreinte dans ma vie par leur soutien, leurs encouragements ou leurs prières.

Enfin, à Club Fikr, qui a profondément marqué mon parcours personnel. J'y suis entrée en tant que simple membre et j'en sors aujourd'hui présidente, riche d'expériences, de valeurs et de souvenirs qui m'accompagneront toute ma vie.

À vous tous, je dédie humblement ce travail, fruit de mes efforts et de votre confiance.

Fatiha

Dédicaces

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ﴾

Louange à Allah, une louange digne de Sa Majesté et de Sa Grandeur. Je Le remercie de m'avoir guidée, soutenue tout au long de ce parcours et permis d'atteindre ce moment que j'ai tant espéré. Sans Sa volonté et Sa miséricorde, ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Je dédie tout d'abord le fruit de ce travail à moi-même ; à celle qui a su faire preuve de patience dans les moments les plus difficiles, persévérer malgré les épreuves et croire en ses rêves jusqu'à leur accomplissement. Grâce à Allah, mes efforts n'ont pas été vains.

Je dédie ensuite cette réussite à ceux qui représentent, après Allah, les plus grandes bénédictions de ma vie.

À mon cher père, Mouloud, symbole de force, de courage et de générosité, merci pour ton soutien indéfectible, tes sacrifices et tes encouragements constants.

À ma très chère mère, Halima, source inépuisable de tendresse et d'amour, dont les prières sincères m'ont accompagnée à chaque étape de mon parcours. Qu'Allah vous protège, vous accorde une longue vie et vous récompense abondamment pour tout ce que vous avez fait pour moi.

À mes chers frères, Hicham et Djalil, mes piliers et ma fierté, merci pour votre présence, votre soutien et votre confiance. Qu'Allah vous préserve et vous accorde le meilleur.

À la mémoire de ma très chère grand-mère, Fatima, qu'Allah lui fasse miséricorde et l'accueille dans Son vaste Paradis. J'aurais tant souhaité que tu sois présente pour partager ce moment avec moi. Je t'offre symboliquement cette réussite et prie Allah d'illuminer ta tombe et de nous réunir un jour dans les jardins du Paradis.

À ma grande famille, à mes tantes, à tous les membres des familles Mechahoud et Mermad, ainsi qu'à mes cousines, merci pour votre affection, votre soutien et vos prières sincères qui m'ont accompagnée tout au long de cette aventure.

À mes chères amies, compagnes de route, merci d'avoir partagé avec moi les moments de doute comme les instants de joie, pour votre présence, vos encouragements et votre amitié sincère. Je vous souhaite à toutes réussite, bonheur et épanouissement.

Enfin, à toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin, qui ont cru en moi, m'ont encouragée ou simplement adressé une prière sincère, je dédie ce modeste travail en témoignage de ma profonde gratitude et de ma reconnaissance.

Salsabil

RÉSUMÉ

Le caroubier (Ceratonia siliqua L.) représente une ressource fourragère locale d'intérêt croissant dans les zones arides et semi-arides du bassin méditerranéen. La présente étude vise à évaluer l'effet d'une supplémentation à base de caroube entière broyée, à différents taux d'incorporation, sur les performances zootechniques et de reproduction d'antenaises de race Ouled Djellal.

L'essai a été conduit à l'Unité Agricole de Production (UAP) Kadri Brahim (El Khroub, Constantine). Vingt-quatre antenaises, âgées de 10 à 12 mois, ont été réparties aléatoirement en quatre lots (n = 6) selon le taux de caroube incorporé dans la ration concentrée : T0 (0 %), T25 (25 %), T40 (40 %) et T50 (50 %). L'essai de flushing s'est déroulé sur six semaines, trois semaines avant et trois semaines après la mise à la reproduction (J0 à J42).

Les paramètres mesurés comprennent le poids vif et le gain moyen quotidien (GMQ), la note d'état corporel (NEC), le profil biochimique sanguin (triglycérides, glucose, urée, cholestérol) et la détection des chaleurs.

Les résultats indiquent que le lot T40 présente les meilleures performances pondérales, avec un poids vif à J42 de 63,72 ± 0,91 kg ($p = 0,0003$) et un GMQ post-lutte de 401,59 ± 36,32 g/j ($p < 0,0001$), significativement supérieurs aux trois autres lots. L'analyse de covariance (ANCOVA) révèle que les différences brutes de NEC observées entre lots sont en grande partie expliquées par l'hétérogénéité initiale, l'effet propre du régime n'étant pas significatif après ajustement ($p = 0,401$). Les paramètres biochimiques montrent une évolution temporelle hautement significative entre J0 et J20, cohérente avec l'effet du flushing énergétique (triglycérides, glucose et cholestérol en hausse ; urée en baisse, $p < 0,001$), sans différence significative entre lots (n = 3/lot). Les taux de détection des chaleurs suivent une tendance positive dose-dépendante (T0 = 50 % → T50 = 100 %), non significative statistiquement (χ^2 ; $p = 0,736$). Ces résultats suggèrent que l'incorporation de caroube à 40 % dans la ration de flushing des antenaises Ouled Djellal constitue le taux optimal, améliorant significativement la croissance pondérale, et confirment l'intérêt de cette ressource locale comme alternative partielle viable aux céréales importées dans les systèmes d'élevage ovin en Algérie.

Mots-clés : Caroube, flushing, antenaises, état corporel, performances zootechniques.

ملخص

يُعدّ شجر الخروب (Ceratonia siliqua L.) من الموارد العلفية المحلية ذات الأهمية المتزايدة في المناطق الجافة وشبه الجافة لحوض البحر الأبيض المتوسط. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير إضافة الخروب الكامل المطحون بمعدلات مختلفة في العليقة على الأداء الحيواني والإنجابي لإناث الأغنام قبل البلوغ من سلالة أولاد جلال. أُجريت التجربة في وحدة الإنتاج الفلاحي كادري إبراهيم (الخروب، قسنطينة). وُزّعت أربعة وعشرون رأساً، تتراوح أعمارها بين 10 و12 شهراً، عشوائياً في أربع مجموعات (n = 6) وفق نسبة الخروب في العليقة المركّزة(0%) T0 : ، (25%) T25، (40%) T40و .(50%) T50امتدّت تجربة الفلاشينغ ستة أسابيع، ثلاثة قبل التلقيح وثلاثة بعده) من J0 إلى .(J42 شملت القياسات : الوزن الحي ومعدل النمو اليومي(GMQ) ، ودرجة الحالة الجسمية(NEC) ، والمؤشرات الكيميائية الحيوية الدموية (الدهون الثلاثية، الجلوكوز، اليوريا، الكوليسترول)، وكشف الشياع. أظهرت النتائج تفوّق المجموعة T40 في الأداء الوزني، بوزن نهائي عند J42 بلغ 63,72 ± 0,91 كغ(p = 0,0003) ، ومعدل نمو يومي بعد التلقيح قدره 401,59 ± 36,32 غ/يوم(p < 0,0001) ، متجاوزاً المجموعات الأخرى بفارق دال إحصائياً. كشف تحليل التباين المشترك (ANCOVA) أن الفروق الملاحظة في درجة الحالة الجسمية بين المجموعات تُعزى في معظمها إلى عدم التجانس الأولي، إذ لم يكن أثر المعاملة دالاً بعد التعديل .(p = 0,401) أما المؤشرات الكيمياحيوية، فقد أبدت تطوراً زمنياً معنوياً جداً بين J0 وJ20، يتّسق مع أثر الفلاشينغ الطاقوي (ارتفاع TG والجلوكوز والكوليسترول، وانخفاض اليوريا، (p < 0,001، دون فوارق دالة بين المجموعات/n = 3) مجموعة.(

وأبدت معدلات كشف الشياع اتجاهاً تصاعدياً مرتبطاً بالجرعة) 50 %لـ 100% ← T0لـ(T50، غير أنه لم يبلغ حدّ الدلالة الإحصائية .(p = 0,736)

تُشير هذه النتائج إلى أن إدراج الخروب بنسبة 40% في عليقة الفلاشينغ يمثّل النسبة المثلى، محققاً تحسيناً معنوياً في النمو الوزني، ومجسّداً إمكانية توظيف هذا المورد المحلي كبديل جزئي فعّال للحبوب المستوردة في منظومة تربية الأغنام بالجزائر

.

الكلمات المفتاحية : ، الخروب، الفلاشينغ، الأنثياس، الأداء الحيواني، الحالة الجسمية، .

ABSTRACT

The carob tree (Ceratonia siliqua L.) is a local forage resource of growing interest in arid and semi-arid areas of the Mediterranean basin. This study aims to evaluate the effect of whole ground carob pod supplementation at different inclusion rates on the zootechnical and reproductive performance of Ouled Djellal yearling ewes.

The trial was conducted at the UAP Kadri Brahim agricultural production unit (El Khroub, Constantine). Twenty-four yearling ewes (10–12 months old) were randomly assigned to four groups (n = 6) according to the carob inclusion rate: T0 (0%), T25 (25%), T40 (40%) and T50 (50%). The flushing trial lasted six weeks, three weeks before and three weeks after mating (J0 to J42). Parameters measured included body weight and average daily gain (ADG), body condition score (BCS), blood biochemical profile (triglycerides, glucose, urea, cholesterol) and estrus detection.

Results show that the T40 group achieved the best growth performance, with a final body weight of 63.72 ± 0.91 kg at J42 ($p = 0.0003$) and a post-mating ADG of 401.59 ± 36.32 g/d ($p < 0.0001$), significantly higher than all other groups. Analysis of covariance (ANCOVA) revealed that BCS differences between groups were largely explained by initial heterogeneity, with no significant diet effect after adjustment ($p = 0.401$). Biochemical parameters showed highly significant temporal changes between J0 and J20, consistent with the energy flushing effect (triglycerides, glucose and cholesterol increased; urea decreased, $p < 0.001$), with no significant inter-group differences (n = 3/group). Estrus detection rates showed a positive dose-dependent trend (T0 = 50% to T50 = 100%), which did not reach statistical significance (χ^2; $p = 0.736$).

These findings suggest that 40% carob inclusion in the flushing diet represents the optimal rate for Ouled Djellal yearling ewes, significantly improving body weight gain and confirming the potential of this local resource as a viable partial alternative to imported cereals in Algerian sheep farming systems.

Keywords: Carob, flushing, yearling ewes, zootechnical performance, body condition score.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

RÉSUMÉ

Table des matières

Liste des Tableaux

Listes des Figures

Liste des abréviations

Introduction 01

Première partiem: Partie Bibliographique

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE CAROUBIER

Introduction 03

1.Origine et la classification du caroubier 04

1.1 . Origine 04

1.2. Classification de ceratonia siliqua L 04

2.Distribution géographique 05

2.1 .Dans le monde 05

2.2. Dans le bassin méditerranéen 06

2.3. En Algérie 06

3. La description morphologique et la description botanique 07

3.1 .La description morphologique 07

3.2. La description botanique 08

3.2.1. Arbre 08

3.2 .2. Racines 08

3.2.3. Les fleurs 09

3.2.4. Les Graines 09

3.2 .5. La pulpe 10

3.2.6. Le fruit 11

4. Composition chimique de Ceratonia silique L 11

4.1. Composition chimique de la pulpe de caroube 11

4.2. Composition chimique des graines de caroube 12

5. Utilisation de Ceratonia siliqua L 13

5.1. Utilisation agro-alimentaire dela caroube 13

5.2. Utilisation traditionnelle 15

5.3. Utilisation pharmacologique 15

5.4. Utilisation cosmétique 15

6. Réalité de la production de la caroube et dynamique des exportations et des importations dans le monde 16

6.1. La production de la caroube dans le monde 16

7. Propriétés et Bénéfices de Ceratonia siliqua (Caroube) 17

7. 1. Propriétés de la Caroube 17

7.1.1 .Présence de composés antioxydants 18

7.1.2. Effets anti-inflammatoires 18

7.1.3. Apport significatif en fibres alimentaires 18

7.1.4. Exemption de caféine 18

7.1.5. Composition nutritionnelle diversifiée 18

7. 2. Effets Bénéfiques de la Caroube 18

7.2.1. Protection contre le stress oxydatif 18

7.2.2. Modulation des processus inflammatoires 18

7.2.3. Optimisation de la fonction digestive 19

7.2.4. Réduction des niveaux de cholestérol LDL 19

7.2.5. Contribution à la régulation glycémique 19

7.2.6. Option exempte de caféine 19

conclusion 20

CHAPITRE 02 : LA RACE OULED DJELLAL

Introduction 21

Définition et origine 21

1 .1Définition 21

1.2 Origine 22

2.Répartition géographique de la race ovine ouled djellal 23

3.Caractéristiques morphologique et capacité d'adaptation 24

3.1 Caractéristiques morphologiques 24

3.2. Capacité d'adaptation à la condition climatique 25

4. Performances zootechniques 26

4.1 . Reproduction 26

4.2. Production 26

4.3. Croissances et développement 27

4.3.1. La croissance 27

4.3.2. Le développement 28

4.3.3. Conduite d'élevage de la race ovine Ouled Djellal 28

4.4. Alimentation des ovins de la race ouled Djalal 31

5. Importance économique 33

Conclusion 34

CHAPITRE 3 : Reproduction chez la race Ouled Djellal et relation avec l'alimentation

Introduction 35

1 .Démarrage et facteur d'efficacité de la reproduction chez les ovins 35

1.1 La puberté 35

1.2 Fertilité 36

2. Caractéristique de la reproduction chez les ovine 36

2.1 Cycle oestral chez la brebis 36

2.2. Saisonnalité 38

2.2. 1. Notion de photopériode 38

2.2. 2. Mécanisme de la saisonnalité 38

3.préparation des femelles a la reproduction 38

3.1. Choix des femelles 38

3.2. Caractéristiques des antenaises de la race Ouled Djellal 39

3.3. Préparer les femelles sélectionnées 39

3 .3.1. Alimentation 39

3.3.2. Aspects sanitaires 39

4. Influence de l'alimentation sur la reproduction des brebis 40

4.1. Besoins nutritionnels en fonction du stade physiologique 40

4.2. Besoins des brebis taries ou mises à la lutte 40

4.3. Besoins des brebis en gestation 41

4.4. Besoins des brebis allaitantes 42

5. Effets de l'amélioration de l'état nutritionnel avant la lutte (Flushing) 42

5.1. Note d'état corporel (NEC 43

5.2.Intérêt de la note d'état corporel en élevage ovin 44

5.3. Méthode d'évaluation la note d'état corporel 45

Deuxième partie Parti expérimental

Matériel et méthode

Introduction 48

Matériel et méthode..... 49

1. Présentation du site de travail 49
2. . Système de conduite de l'élevage au niveau de la ferme 50

2.1 Conduite de la production 50

2.2Conduite alimentaire..... 50

3. Animaux, Aliments et dispositif expérimentale 51

3.1. Les antenaises 51

3.2. Les béliers 51

3.3 Les aliments 52

3.4. L'essai flushing 54

4- Observation et mesure 56

4.1 - Évaluation de l'état corporel 56

4.1.1 - Méthode d'attribution d'une note d'état corporel 57

4.1.2 - Barème de notation de l'état corporel 58

5. Caractérisation de la végétation et valeur alimentaire du pâturage..... 59

5.1. Caractérisation de la végétation..... 59

5.1.1. Dénombrement des espèces..... 60

5.1.2. Fréquence des espèces 61

5.2. Appréciation de la valeur alimentaire du pâturage 61

5.2.1. Équations de prévision de la valeur alimentaire des fourrages analysés 62

5.2.1.1. Digestibilité de la MO et digestibilité de l'énergie dE..... 62

5.2.1.2. Teneurs énergétiques..... 62

5.2.1.3. Teneurs protéiques 62

5.2.1.4. Valeurs d'encombrement 62

6. Prévision de la valeur alimentaire de la caroube 63

6.1. Teneurs énergétiques 63

7. Analyses statistiques des données 63

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Introduction 64

1. Performances pondérales des antenaises 64

1.1. Vérification de l'homogénéité initiale des lots (J0) 64

1.2. Évolution du poids vif en cours d'essai (J21 et J42) 65

1.3. Gain Moyen Quotidien (GMQ) 67

2. Note d'État Corporel (NEC) 68

2.1. Évolution de la NEC au cours de l'essai (valeurs brutes) 68

2.2. Analyse de covariance (ANCOVA) — Effet propre du traitement sur la NEC

Finale 69

3. Paramètres biochimiques sanguins 71

3.1. Triglycérides (TG) 73

3.2. Glucose 73

3.3. Urée sanguine 73

3.4. Cholestérol total 73

4. Performances de détection des chaleurs 74

CONCLUSION 76

Référence Bibliographique 78

Annexes 84

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Taxonomie du caroubier selon la Classification APG III (2009). 04

Tableau 02 : Composition chimique générale de la pulpe de caroube. 12

Tableau 03 : Composition chimique de la graine de caroube. **.** 12

Tableau 04 : Production de la caroube (principaux pays) 2014–2023 16

Tableau 05 : Mensurations corporelles et caractéristiques générales de la race Ouled Djellal 25

Tableau 06 : paramètres de croissance chez la race ouled djellal 28

Tableau 07 : Notes d'état corporel recommandées à différentes phases du cycle de production de la brebis. 44

Tableau 08 : Représentation schématique de la conduite d'élevage des brebis Ouled-Djellal au niveau de la ferme. 50

Tableau 09 : Représentation schématique de la conduite d'élevage des brebis Ouled-Djellal au niveau de la ferme. 51

Tableau 10 : Formules des rations distribuées aux 4 lots 52

Tableau 11 : Méthodes d'analyse des échantillons 61

Tableau 12. Analyses de prévision de la valeur alimentaire de la caroube 63

Tableau 13 : Poids vif initial et NEC initiale (moyenne ± ESM) des quatre lots expérimentaux (n = 6/lot). * p < 0,05 ; NS : non significatif. 64

Tableau 14: Évolution du poids vif moyen (kg ± ESM) par lot aux trois dates de mesure (n = 6/lot). Lettres différentes sur la même ligne = différences significatives (SNK, p < 0,05). * p < 0,05 ; *** p < 0,001. 65

Tableau 15 : Gain Moyen Quotidien (GMQ, g/j ± ESM) des antenaises par lot et par période (n = 6/lot). ** p < 0,01 ; *** p < 0,001. 67

Tableau 16 : Évolution de la Note d'État Corporel (NEC ± ESM) des antenaises par lot (n = 6/lot). * p < 0,05 ; NS : non significatif. 68

Tableau 17: Tableau de l'ANCOVA pour la NEC à J42 (modèle : NEC_J42 = Groupe + NEC_0). * p < 0,05 ; NS : non significatif. 70

Tableau 18 : Moyennes ajustées de la NEC à J42 par lot (ANCOVA). 70

Tableau 19 : Paramètres biochimiques sanguins (moyenne ± ESM) par lot à J0 et J20 (n = 3/lot). NS : non significatif dans tous les cas. 71

Tableau 20 : Évolution des paramètres biochimiques entre J0 et J20 (test t apparié, tous animaux, n = 12). *** p < 0,001. 72

Tableau 21 : Nombre d'antenaises détectées en chaleur par semaine et taux de détection cumulé par lot (n = 6/lot). Test du Khi-carré : $\chi^2 = 1,270$; p = 0,736 NS. 74

Listes des Figures

Figure 01: Distribution géographique du caroubier (Ceratonia siliqua L.) dans le monde 05

Figure02 : Aire de répartition du caroubier en région méditerranéenne 06

Figure 03: Distribution du caroubier en Algérie selon les domaines bioclimatiques. 07

Figure 04 : Arbre de caroube 08

Figure 05 : Racines du caroubier 09

Figure 06 fleurs femelle de caroube 09

Figure 07 fleurs males de caroube 09

Figure 08 fleure hermaphrodites 09

Figure 09 : Grains du caroubier 10

Figure 10 : Fruites de caroubier. 11

Figure11 : poudre de caroube.....13

Figure12 : farine de caroube 14

Figure 13 : miel du caroubeir.....15

Figure 14: race ovin Ouled Djellal de la ferme Kadri.....22

Figure 15 : Identification des ovine de la race ouled djellal 23

Figure 16 : Répartition la race ouled djellal en Algérie 24

Figure 17 : Caractéristique morphologique du bélier ouled djellal 25

Figure 18 : Le cycle œstral chez la brebis : phases du cycle et évolution folliculaire 37

Figure 19 : Besoins nutritionnels des brebis au coursd'un cycle type de production. 42

Figure 20 : Grille standardisée de la note d'état corporel chez les ovins 47

Figure 21: Localisation géographique de la ferme.....49

Figure 22: Ratin expérimental T0 53

Figure 23 : Ration expérimental T25 53

Figure 24 : Ration expérimental T40 53

Figure 25: Ration expérimental T50 54

Figure 26: le plan expérimental de l'étude.....55

Figure 27: Appréciation de l'état corporel des antennaires lors du Fuhsing 56

Figure 28: Détermination de la NEC par palpation lombaire (photo personelle) 56

Figure 29: Coupe de la colonne vertébrale au niveau lombaire (zone du rein) 57

Figure 30: Relevé de la végétation par la méthode des quadrats(photo personelle) 60

Figure 31 : Évolution du poids vif moyen (kg ± ESM) des antenaises Ouled Djellal par lot au cours de l'essai de flushing (n = 6/lot). Les lettres (a, b) indiquent les groupes homogènes selon le test SNK.....66

Figure 32 : Gain Moyen Quotidien (GMQ, g/j ± ESM) des antenaises Ouled Djellal par lot et par période (n = 6/lot). La ligne pointillée indique la plage de référence de la race selon l'ITELV (2002). *** p < 0,001. 67

Figure 33 : Évolution de la Note d'État Corporel (NEC ± ESM) des antenaises Ouled Djellal par lot au cours de l'essai. La bande verte indique la zone NEC cible (3,0–3,5) à la lutte (Belkacem, 2020).....69

Figure 34 : Moyennes ajustées de la NEC finale (J42) par lot issues de l'ANCOVA. La ligne pointillée indique le seuil NEC recommandé à la lutte (3,5). Aucune différence significative entre lots (p = 0,401 NS).....70

Figure 35 : Évolution des paramètres biochimiques sanguins (g/L ± ESM) par lot entre J0 (barres claires) et J20 (barres hachurées). La flèche indique le sens de l'évolution J0→J20 (*** p < 0,001 pour tous les paramètres, test t apparié, n = 12*)*.....72

Figure 36 : (A) Taux de détection des chaleurs (%) par lot sur 6 semaines de suivi (n = 6/lot). (B) Détections hebdomadaires par lot. La ligne verticale rouge indique la date de la lutte (J21). $\chi^2 = 1,270$; p = 0,736 NS. 74

Liste des abréviations

ADF : Acid Detergent Fiber.
ANCOVA : Analyse de Covariance.
ANOVA : Analyse de Variance.
ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
BCS : Body Condition Score.
CB : Cellulose Brute.
CHOL : Cholestérol.
dMO : Digestibilité de la Matière Organique.
E2 : Œstradiol 17-β.
EB : Énergie Brute.
ED : Énergie Digestible.
EM : Énergie Métabolisable.
ESM : Erreur Standard de la Moyenne.
FAO : Food and Agriculture Organization.
FSH : Follicle-Stimulating Hormone.
GLU : Glucose.
GMQ : Gain Moyen Quotidien.
GnRH : Gonadotropin-Releasing Hormone.
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.
LH : Luteinizing Hormone.
MAT : Matière Azotée Totale.
MG : Matière Grasse.
MM : Matières Minérales.
MO : Matière Organique.
MS : Matière Sèche.
NDF : Neutral Detergent Fiber.
NEC : Note d'État Corporel.
P4 : Progestérone.
PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin.
PDIA : Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine Alimentaire.
PDIE : Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Énergie.
PDIN : Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Azote.
QIM : Quantité Ingérée Mouton.
SAU : Surface Agricole Utile.
TG : Triglycérides.
UAP : Unité Agricole de Production.
UEM : Unité d'Encombrement Mouton.
UFL : Unité Fourragère Lait.
UFV : Unité Fourragère Viande.

Partie Bibliographique

Introduction

Introduction

L'élevage ovin constitue l'une des principales activités agricoles en Algérie, en particulier dans les régions steppiques et semi-arides, où il représente une source essentielle de revenus pour de nombreux éleveurs. Il joue également un rôle important dans la sécurité alimentaire grâce à la production de viande et de lait. Cependant, ce secteur est confronté à plusieurs contraintes, notamment l'augmentation continue du coût des aliments concentrés, la dépendance vis-à-vis des matières premières importées ainsi que la rareté des ressources fourragères traditionnelles durant les périodes de sécheresse. Ces contraintes affectent directement les performances zootechniques et de reproduction des troupeaux et réduisent leur rentabilité économique.

Dans ce contexte, la recherche de ressources alimentaires locales, disponibles et peu coûteuses, constitue une priorité afin d'améliorer les systèmes d'alimentation des ruminants. Parmi ces ressources figure le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), espèce méditerranéenne reconnue pour sa grande capacité d'adaptation aux conditions climatiques difficiles. Les gousses de caroube présentent un intérêt nutritionnel important grâce à leur richesse en sucres, en fibres, en minéraux et en composés phénoliques possédant des propriétés antioxydants. Malgré ces atouts, les études portant sur l'incorporation de la farine de caroube dans l'alimentation des ovins, notamment son effet sur les performances zootechniques et de reproduction dans les conditions locales, demeurent encore limitées.

La présente étude porte sur la race ovine Ouled Djellal, considérée comme l'une des principales races locales en Algérie. Cette race se distingue par sa bonne adaptation aux conditions climatiques des régions steppiques et sahariennes, par la qualité de sa production bouchère ainsi que par son importance dans le système national de production ovine. Toutefois, l'expression optimale de ses performances zootechniques et reproductives dépend étroitement de la qualité de son alimentation, ce qui fait de l'amélioration des stratégies alimentaires un enjeu majeur.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent travail intitulé :

« Valorisation de la caroube en alimentation ovine : effets sur les performances zootechniques et de reproduction chez la race Ouled Djellal »

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'intérêt de l'incorporation de la farine de gousses de caroube dans l'alimentation des brebis Ouled Djellal, en étudiant son influence sur leurs performances zootechniques et reproductives.

Plus spécifiquement, cette étude vise à :

> évaluer l'effet de l'incorporation de la farine de caroube sur les performances zootechniques des animaux ;

> étudier son influence sur la consommation alimentaire et l'indice de consommation ;

> apprécier son impact sur les performances de reproduction, notamment le taux d'œstrus;

> contribuer à la valorisation du caroubier en tant que ressource alimentaire locale susceptible de constituer une alternative économique aux aliments conventionnels.

Afin d'atteindre ces objectifs, ce mémoire est structuré en trois chapitres théoriques, suivis d'une partie expérimentale.

Le premier chapitre est consacré au caroubier. Il présente son origine, sa classification botanique, sa répartition géographique, ses caractéristiques morphologiques, sa composition chimique, ses différentes utilisations, ainsi que l'état de sa production aux niveaux national et international et ses principales propriétés nutritionnelles.

Le deuxième chapitre est dédié à la race Ouled Djellal. Il décrit son origine, son aire de répartition, ses caractéristiques morphologiques et zootechniques, ainsi que son importance dans l'élevage ovin en Algérie.

Le troisième chapitre traite de la relation entre l'alimentation et la reproduction chez les ovins, en mettant l'accent sur la race Ouled Djellal. Il aborde les bases physiologiques de la reproduction ainsi que l'influence de l'alimentation sur la fertilité et l'œstrus.

Enfin, la partie pratique présente l'expérimentation réalisée en exploitation, au cours de laquelle les brebis ont été réparties en plusieurs lots recevant différents taux d'incorporation de farine de caroube dans leur ration. Les paramètres zootechniques et de reproduction ont été suivis, puis les résultats obtenus ont été analysés statistiquement et discutés afin de formuler des recommandations susceptibles de contribuer à une meilleure valorisation de cette ressource alimentaire.

À travers cette étude, nous espérons apporter une contribution scientifique à la valorisation des ressources fourragères locales et promouvoir l'utilisation de la caroube comme aliment alternatif, capable d'améliorer les performances zootechniques et reproductives des brebis Ouled Djellal, tout en réduisant les coûts d'alimentation et en favorisant un élevage ovin plus durable en Algérie.

Chapitre 1

Généralités Sur Le Caroubier

Introduction

Le terme « caroubier » trouve son origine dans l'arabe (الخروب /xarūb/). Quant à son appellation générique, ²1LSjkgk, elle provient du grec ancien κερατέα / keratéa, signifiant également « caroubier ». L'épithète spécifique, siliqua, est d'origine latine et désigne une silique, ou gousse. Par ailleurs, cette plante est également désignée par plusieurs noms vernaculaires, parmi lesquels figurent carouge, pain de saint Jean-Baptiste, figuier d'Égypte, et fève de Pythagore.

Cet arbre fruitier est taxonomiquement classé au sein de la famille des Fabacées (légumineuses). Il présente une remarquable aptitude à s'adapter à des conditions environnementales variées, en particulier dans les zones arides et semi-arides. Sa persistance foliaire est un trait distinctif, caractérisé par des feuilles d'un vert profond. La production de fruits à saveur sucrée est une de ses caractéristiques, de même que sa longévité exceptionnelle, des spécimens étant capables de vivre pendant plusieurs siècles.

1. Origine et la classification du caroubier

1 .1 . Origine

L'origine du caroubier reste incertaine, en raison de la divergence des hypothèses formulées par divers chercheurs. (Vavilov, 1951) a suggéré une origine est-méditerranéenne pour le caroubier, englobant des régions telles que la Turquie, la Syrie et la Palestine. Toutefois, des analyses archéobotaniques, s'appuyant sur des vestiges carbonisés de bois et de fruits, ont établi la présence de cette espèce en Méditerranée orientale dès le Néolithique (environ 4000 ans avant J.-C**.),** une période marquante pour la domestication des ligneux (Ramon-Laca & Mabberley, 2004).

Par ailleurs, la longévité de ses feuilles, qui excède de près du double celle de la plupart des espèces méditerranéennes courantes, conforte l'hypothèse d'une origine tropicale de la plante (Catarino, 1993).

1.2. Classification de ceratonia siliqua L

Présente la taxonomie du caroubier donnée par la classification APG III.

Tableau 1 : Taxonomie du caroubier selon la Classification APG III (2009).

Régne	**Archéplastides**
Clade	Angiospermes
Clade	Dicotylédones
Clade	Noyau des dicotylédones vra
Clade	Rosidées
Ordre	Fabidées
Famille	Fabales
Sous famille	Fabacées
Genre	*Ceratonia*
Espéce	*Ceratonia siliqua L*

2. Distribution géographique

2.1. Dans le monde

L'aire de répartition naturelle du caroubier demeure imparfaitement déterminée en raison de l'ancienneté de sa culture. Selon (Hillcoat, Lewis, & Verdcourt, 1980) l'espèce aurait été présente à l'état spontané en Turquie, à Chypre, en Syrie, au Liban, en Palestine, dans le sud de la Jordanie, en Égypte, en Arabie, en Tunisie et en Libye, avant son expansion vers la partie occidentale du bassin méditerranéen. Il est largement admis que le bassin méditerranéen constitue le principal centre de diversité de l'espèce

Aujourd'hui, des populations de caroubiers sont observées à des altitudes relativement basses (typiquement entre 0 et 500 mètres d'altitude, et rarement jusqu'à 900 mètres) le long des côtes espagnoles, portugaises, françaises, italiennes, croates, grecques, turques, à Chypre, Malte, au Liban, en Palestine, au Maroc et en Tunisie.

Plus récemment, le caroubier a considérablement étendu son aire de culture ou de présence, notamment aux États-Unis (Californie, Arizona), Mexique, Chili, Argentine, Australie, Afrique du Sud, Inde et Chine (Sichuan, Yunnan)

Le caroubier manifeste une remarquable capacité d'adaptation en dehors de son aire d'origine, ce qui se traduit parfois par une altération du caractère sexuel chez certains **cultivars**.

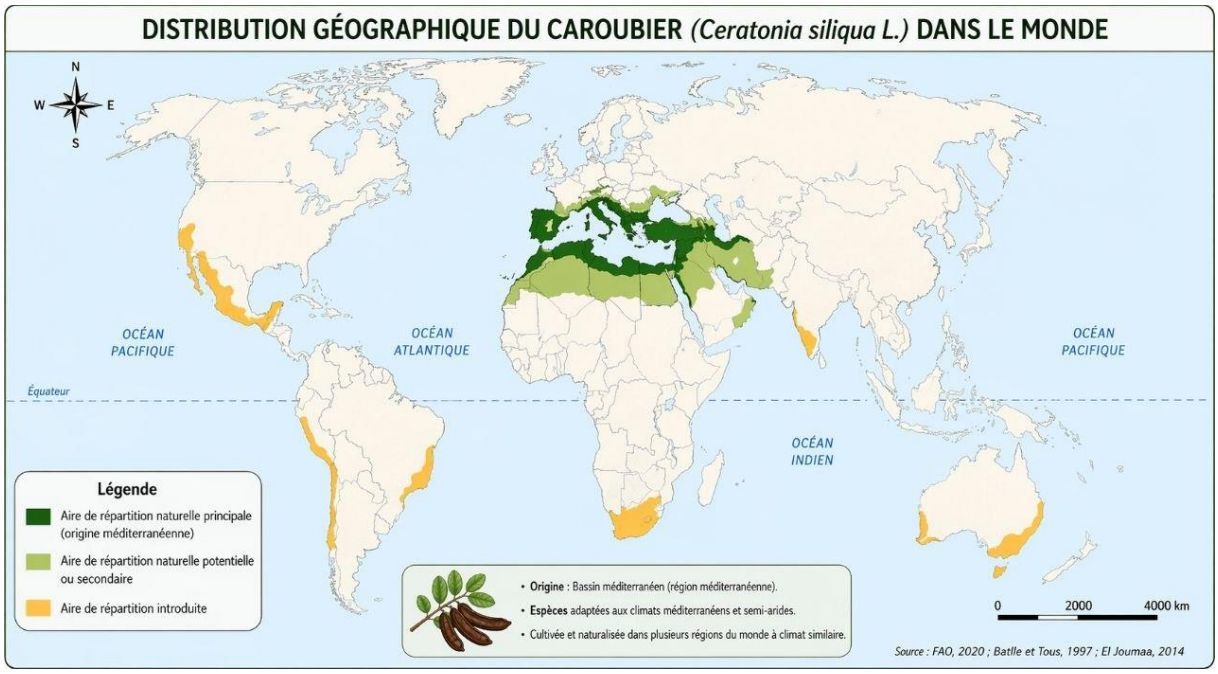


Figure 1: Distribution géographique du caroubier (Ceratonia siliqua L.) dans le monde (FAO 2020)

2.2. Dans le bassin méditerranéen

Le caroubier est une espèce typiquement méditerranéenne où sa distribution dans cette Région est très ancienne, elle est répandue dans les zones semi-arides et arides (Benmahioul, Kaid-Harche, & Daguin, 2011) (figure 1). Son utilisation multiple agro-sylvo-pastorale a favorisé son extension (Rejeb, 1994).

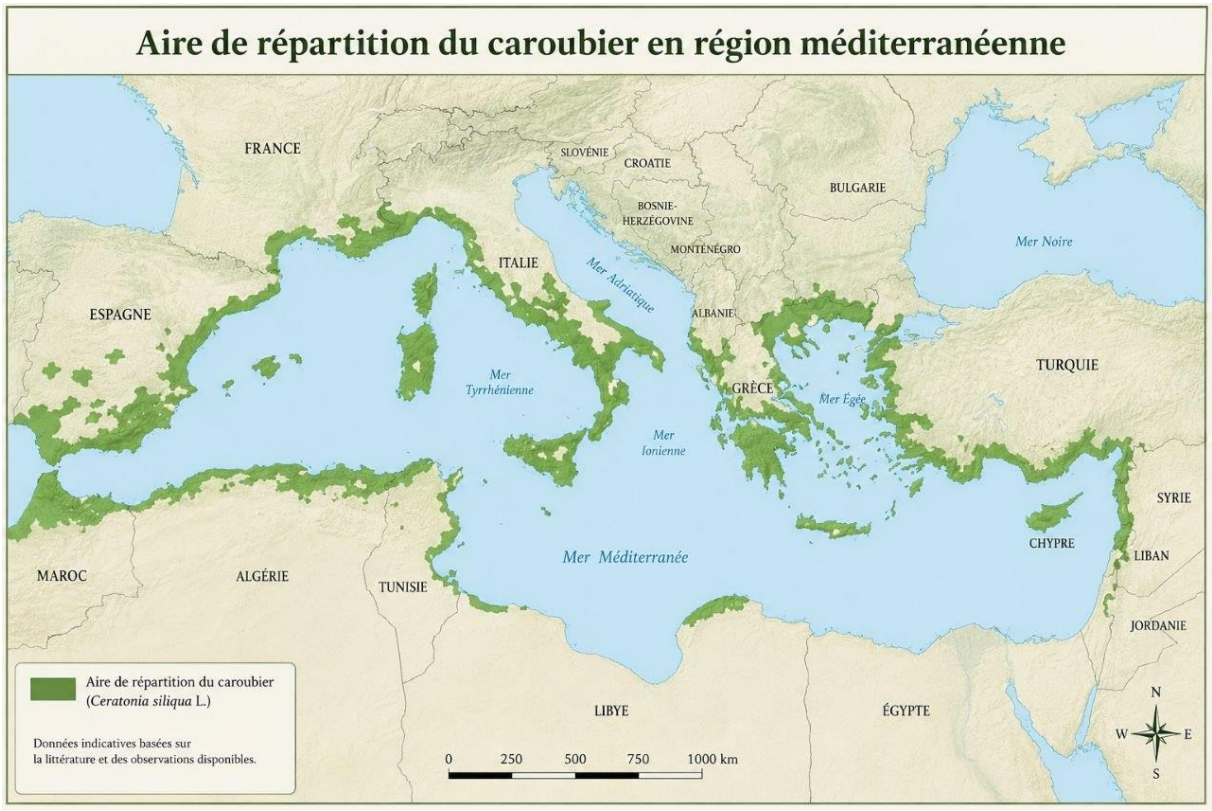


Figure 2 : Aire de répartition du caroubier en région méditerranéenne (Batlle & Tous, 1997)

2.3. En Algérie

En Algérie, comme dans plusieurs pays méditerranéens, le caroubier croît dans les conditions naturelles à l'état sauvage sous des bioclimats de type sub-humide, semi-aride et aride. (Benmahioul, Kaid-Harche, & Daguin, 2011) (Figure 3).

Les caroubiers s'étendent sur de vastes étendues d'Est en ouest (Kocherane, Kroichi, & Derridj, 2019).

Ils sont souvent plantés dans l'Atlas du désert du Sahara et sont communs dans le tell (Quézel & Santa, 1962-1963); Surtout sur la côte de Kabylie et la vallée du Soummam, aussi bien que sur les routes côtières de Mitidja et Cherchell, les pentes de Mostaganem et la région de Traras au Nord de Tlemcen (Boublenza, 2020).

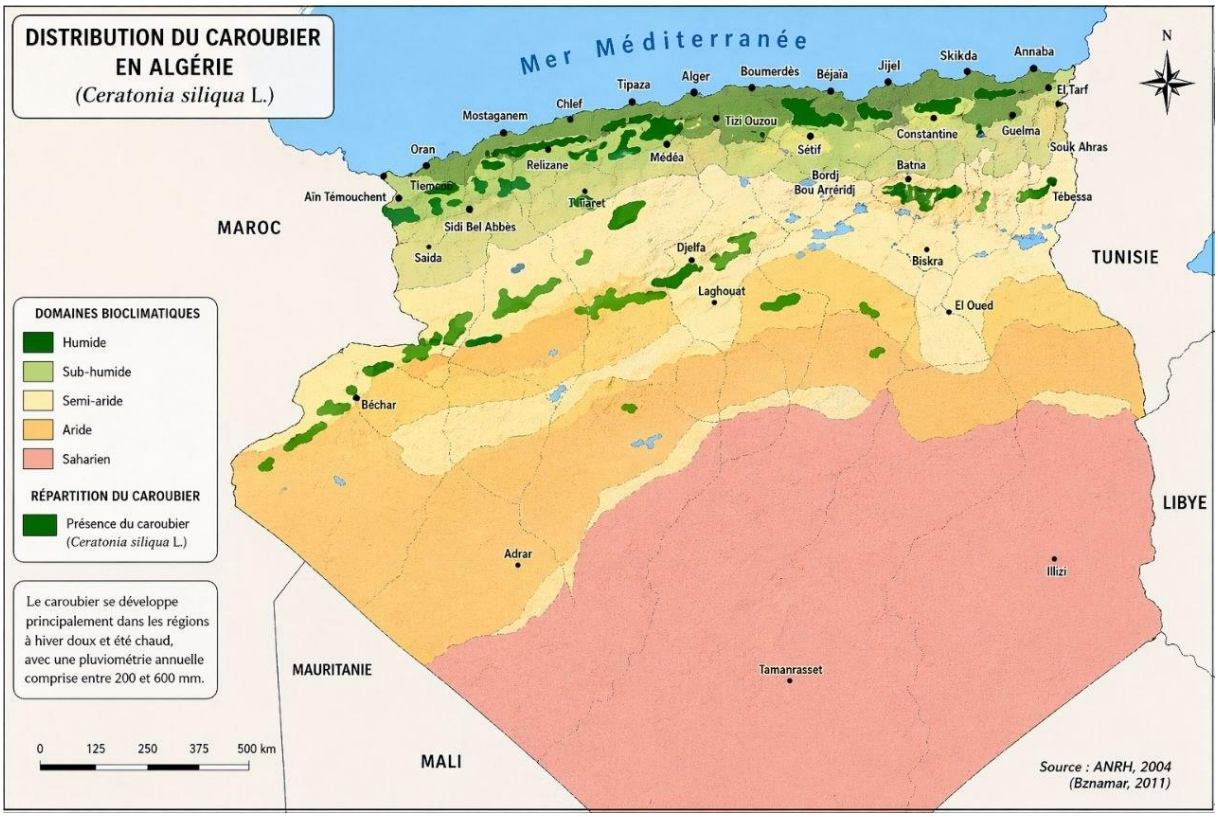


Figure 3: Distribution du caroubier en Algérie selon les domaines bioclimatiques (ANRH), 2004).

3. La description morphologique et la description botanique

3.1 .La description morphologique

Le caroubier (Ceratonia siliqua) est une espèce arborée persistante de dimensions variables, généralement moyennes à grandes. Il atteint typiquement une hauteur de 5 à 10 mètres, bien qu'il puisse, dans des conditions édaphiques et climatiques optimales, culminer à 15 mètres. Cet arbre se distingue par un tronc robuste, fréquemment sinueux, dont l'écorce est brune et rugueuse.

Son système racinaire, profond et robuste, confère à l'arbre une capacité de résilience face aux épisodes de sécheresse. La frondaison est dense et amplement étalée, adoptant ainsi une morphologie de houppier large et arrondi.

Les feuilles sont composées, de type paripenné et persistantes, mesurant entre 10 et 30 centimètres de longueur. Elles se composent généralement de 3 à 5 paires de folioles. Ces dernières sont de forme ovale, épaisses et coriaces ; leur face supérieure présente une coloration vert foncé et lustrée, tandis que leur face inférieure est plus claire.

Les fleurs sont petites et se regroupent en inflorescences racémeuses. Elles apparaissent directement sur les branches ou sur le tronc, un phénomène connu sous le terme de cauliflorie. Leur teinte s'échelonne du rouge au jaune.

Les fruits sont des gousses de forme allongée, dont la longueur varie de 10 à 30 centimètres et la largeur de 1,5 à 3 centimètres. Initialement de couleur verte, elles acquièrent une teinte brun foncé en atteignant la maturité. Ces gousses sont épaisses, coriaces et indéhiscentes.

Les graines, dures et lisses, présentent une coloration brune et une morphologie ovale aplatie. Chaque gousse renferme typiquement entre 10 et 20 graines, séparées par une pulpe de saveur sucrée.

3.2. La description botanique

3.2.1. Arbre

Caroubier se manifeste sous la forme d'un arbuste, susceptible d'atteindre une hauteur de 10 mètres. Il développe une couronne large et hémisphérique ainsi qu'un tronc robuste, caractérisé par une écorce brune et rugueuse, Les feuilles alternes et pennées.



Figure 4 : Arbre de caroube

3.2 .2. Racines

Le caroubier développe un système racinaire pivotant, qui peut atteindre 18 m de profondeur (Aafi, 1996). La racine principale est ramifiée en plusieurs racines latérales ou secondaires de grande longitude avec une tendance à être superficielles, en particulier sur les sols compacts ou peu profonds .Les racines latérales très ramifiées et avec de nombreux poils absorbants sont capables de s'étendre sur une longueur de 30 à 40 m (Tous, 1984) **.**



Figure 5 : Racines du caroubier (Mahdad & Gaouar, 2016)

3.2.3. Les fleurs

Les fleurs du caroubier peuvent être femelles, mâles ou hermaphrodites. Les fleurs femelles (figure 6**)** possèdent un pistil accompagné d'étamines rudimentaires, tandis que les fleurs mâles (figure 7) présentent plusieurs étamines entourées de sépales pubescents. Les fleurs hermaphrodites (figure8**)** regroupent à la fois les organes mâles et femelles. Cette diversité florale joue un rôle important dans la reproduction du caroubier.



Figure 6 fleurs femelle de caroube



Figure 7 fleurs males de caroube



Figure 8 fleure hermaphrodites

3.2.4. Les Graines

Les graines brunes dont la longueur et la largeur sont respectivement de 8 à 10 mm et de 7 à 8 mm (Batlle & Tous, 1997) sont toutes d'un poids identique devenant très dures à maturité, elles ont été utilisées par les anciens comme unité de mesure pour peser les pierres précieuses, d'où le mot « carat » (1 carat = 2 grammes).Les graines constituent environ 10 %

de la masse de la gousse de caroube (Bouzouita, et al., 2007)**;** (Dakia, Wathelet, Paquot, Blecker, & Robert , 2008)**.**

Les graines de caroube sont constituées de trois éléments :

▪ Les téguments qui sont une enveloppe résistante de couleur brune (Dakia, Wathelet, Paquot, Blecker, & Robert , 2008) **.**

▪ La radicelle ou embryon

▪ L'endosperme se trouve entre les téguments et la radicelle. Il constitue la matière de base

Utilisée dans la fabrication de la gomme de caroube (Neukom, 1988)



Figure 09 : Grains du caroubier

3.2 .5. La pulpe

Est composée d'une couche externe coriace, identifiée comme le péricarpe, et d'une région interne plus tendre, correspondant au mésocarpe. Les graines, quant à elles, sont agencées transversalement au sein de la gousse et sont isolées les unes des autres par le mésocarpe. Ces graines sont caractérisées par leur grande dureté, leur nombre important, leur forme comprimée et leur morphologie ovoïde à oblongue.

3.2.6. Le fruit

Une gousse indéhiscente, présente une forme allongée et comprimée, pouvant être droite ou courbée. Il s'épaissit au niveau des sutures. Ses dimensions typiques varient de 10 à 30 cm de longueur, de 1,5 à 3,5 cm de largeur, et environ 1 cm d'épaisseur, se terminant par un sommet obtus ou subaigu. À maturité, ces gousses acquièrent une coloration brune, une surface ridée



et une texture coriace.

Figure 10 : Fruites de caroubier.

4. Composition chimique de Ceratonia silique L

La pulpe et les graines sont les deux principaux constituants de la gousse du caroubier et représentent respectivement 90% et 10% de son poids total. (Albanell, Caja, & Plaixats, 1991)**.**

La composition chimique de la pulpe dépend en général, du cultivar, de l'origine et parfois de la période de récolte (Albanell, Caja, & Plaixats, 1991)**.**

Selon les travaux d' (Avallone, Plessi, Baraldi, & Monzani, 1997) et (Bengoechea, et al., 2008)**,** la gousse de caroube est riche en hydrates de carbone et en fibres, elle contient une faible quantité de protéines et des teneurs négligeables en lipides ; quant à la teneur de la caroube en minéraux, elle est appréciable.

La composition chimique de la graine a été évaluée par (Bouzouita, et al., The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree

populations in Tunisia, 2007)**,** qui a démontré que la graine contient une quantité appréciable de lipides.

4.1. Composition chimique de la pulpe de caroube

La gousse de caroube est caractérisée par une teneur élevée en sucres (environ 500 g/kg). Elle est plus riche en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière ; par contre elle contient moins de protéines et de lipides. (Makris & Kefalas, 2004).La pulpe contient principalement du saccharose, du fructose et du glucose. (Tab 02).

Tableau 02 : Composition chimique générale de la pulpe de caroube.
(Brassesco, Brandão, Silva, & Pintado, 2021)

Composant	**Proposition (%)**
Humidité	6 ,3 - 7 ,6
Protéine	1 ,7- 5 ,9
Cendre	2 ,3 - 3 ,2
Fibre alimentaire totales	11 ,7- 47
Amidon	0 ,1
Glucides totaux	42-86
Grasse brute	0 ,2- 4,4
Fructose	2- 7 ,4
Glucose	3- 7,3

4.2. Composition chimique des graines de caroube

Les graines de caroube étaient une source précieuse non seulement de composés phénoliques et d'antioxydants, mais aussi de protéines, de lipides, de galactomannane avec des propriétés fonctionnelles qui pourraient améliorer la valeur nutritionnelle des aliments dans lesquels ils sont incorporés. (Tab 03)

Tableau 03 : Composition chimique de la graine de caroube. (Kabir, 2016) **.**

Paramètre	Teneur (%)
Humidité	6,26
Matière minérale (Cendres)	4,64
Matière azotée totale (Protéines)	19,25
Sucres totaux	30,39
Matière grasse	1,82

Fibres insolubles	15,34

5. Utilisation de Ceratonia siliqua L

Ceratonia siliqua L à une importance économique, écologique, industrielle intéressante, elle est une !source de bon marché d'hydrates de carbone actuellement explorées comme matériaux pour la production de bioéthanol. (Tous, Romero, & Batlle, The Carob Tree: Botany, Horticulture, and Genetic Resources, 2013) Le bois de Ceratonia siliqua L est très utilisé pour la fabrication du charbon, l'écorce et les racines sont employées dans le Tannage (Tous, Romero, & Batlle, The Carob Tree: Botany, Horticulture, and Genetic Resources, 2013). On distingue plusieurs domaines d'utilisation :

5.1. Utilisation agro-alimentaire de la caroube

▪ **Substitut du cacao** : La poudre de caroube est utilisée comme alternative

Au cacao dans La fabrication de chocolats, biscuits, confiseries, glaces et boissons.

Elle apporte une saveur douce et chocolatée tout en étant moins grasse,



Figure11 : poudre de caroube

Sans caféine ni théobromine ni gluten, ce qui la rend adaptée aux enfants et aux personnes sensibles aux stimulants. (Ibrahim, Abdel-salam, & Farahat, 2020).



Figure12 : farine de caroube

▪ **Farine de caroube :** La poudre fine de caroube est incorporée dans diverses préparations alimentaires, notamment dans la boulangerie (gâteaux, pains) et les plats cuisinés pour améliorer leur texture et leur Conservation. (Dakia, Wathelet, Paquot, Blecker, & Robert , 2008) .

▪ **Épaississant et stabilisant** : Le (E410) ou gomme de caroube est un additif alimentaire naturel utilisée comme épaississant, stabilisant, gélifiant et émulsifiant dans les produits laitiers, les sauces, les glaces, les jus de fruits et les préparations infantiles. Elle améliore la texture, la viscosité et la durée de conservation des aliments. (Kawamura, 2008) .

▪ **Édulcorant naturel** : La mélasse de caroube, un sirop épais issu de la cuisson des gousses, est utilisée comme édulcorant naturel dans les desserts, confiseries et boissons traditionnelles (comme le pekmez). Elle est plus riche en sucres que la canne à sucre ou la betterave, ce qui en fait un ingrédient sucrant intéressant. (Ibrahim, Abdel-salam, & Farahat, 2020) .

▪ **Alimentation infantile** : La farine et la gomme de caroube sont incorporées dans les laits en poudre pour bébés afin d'épaissir les préparations et réduire les régurgitations et reflux Gastro-œsophagiens. Elles favorisent aussi une meilleure digestion grâce à leur richesse en fibres. (Miyazawa, Tomomasa, Kaneko, & Morikawa, 2004).

▪ **Alimentation animale :** les caroubes constituent un excellent aliment énergétique pour le bétail. On les incorpore parfois dans les aliments composés.

▪ **Le miel du caroubier :** est un miel rare et précieux, produit à partir du nectar

des fleurs du caroubier ; C'est un miel foncé, aromatique et nutritif, reconnu pour ses ienfaits digestifs immunitaires et énergétiques, ainsi que pour sa saveur chocolatée unique.

5.2. Utilisation traditionnelle

Le fruit de la caroube a été largement utilisé classiquement pour le traitement des affections gastro-intestinales telles que la diarrhée (Rtibi, et al., 2017). Dans ce contexte, les gousses, l'écorce et les feuilles sont utilisées en médecine populaire comme anti diarrhéique et diurétique et contre les verrues (Rtibi, et al., 2017).



Figure 13 : miel du caroubeir

5.3. Utilisation pharmacologique

De nombreuses études cliniques ont souligné l'efficacité de la poudre de caroube dans le traitement des diarrhées aiguës infantiles (Serairi-Beji, Zouiten-Mekki, Tekaya-Manoubi, & Loueslati, 2000). La caroube adsorberait aussi les entérostomies produites par certaines souches bactériennes, comme Escherichia coli et staphylocoques (Rtibi, et al., 2017). Selon l'étude récente de (Sànchez, et al., 2010), la caroube est une source de production de bioéthanol. Selon (Rtibi, et al., 2017), la pulpe est recommandée contre la tuberculose pulmonaire et les infections des bronches. Cette plante possède en thérapeutique un effet hypocholestérolémiant, antiproliférатif, anti diarrhéique et troubles digestifs. (Corsi, et al., 2002).

5.4. Utilisation cosmétique

Ceratonia siliqua L est utilisée en cosmétique (savons, crèmes, dentifrices), pour sa capacité à former une solution très visqueuse à une faible concentration en raison de ses propriétés épaississantes, émulsifiantes et stabilisantes (Tous, Romero, & Batlle, The caroub tree: Botany, Horticulture, and Gentic Resources, 2013) .

6. Réalité de la production de la caroube et dynamique des exportations et des importations dans le monde

6.1. La production de la caroube dans le monde

Le caroubier (Ceratonia siliqua L.) représente une espèce végétale d'intérêt notable dans les régions du bassin méditerranéen. Son rôle économique et écologique y est prépondérant, notamment en raison de son adaptation aux conditions climatiques parfois rigoureuses. L'examen de la production mondiale de caroube constitue un indicateur essentiel pour appréhender la dynamique de ce secteur, d'autant plus que la demande s'intensifie dans les filières agroalimentaires et pharmaceutiques. Sur la période récente (2019-2023), la production mondiale de caroube a été sujette à des fluctuations. Celles-ci sont principalement attribuables, d'une part, aux variations des conditions climatiques et, d'autre part, à l'hétérogénéité des données statistiques transmises par certains pays producteurs. En conséquence, la compilation et la présentation de ces statistiques ont pour objectif de fournir un aperçu de l'évolution de la production mondiale de caroube, tout en dégageant les tendances générales qui caractérisent intrinsèquement cette activité agricole.

Tableau 4 : Production de la caroube (principaux pays) 2014–2023

Pays	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Portugal	45000	48000	50000	52000	53000	54000	55000	50000	52000	55000
Italie	30000	29000	28000	27500	27000	28000	27000	26000	27000	27000
Turquie	14000	15000	16000	18000	20000	22000	24000	25000	26000	25000
Maroc	20000	21000	22000	23000	24000	25000	26000	22000	24000	25000
Espagne	40000	38000	35000	33000	30000	28000	27000	25000	26000	27000
Grèce	13000	12500	12000	11500	11000	10500	10000	9500	10000	10500
Chypre	7000	6800	6500	6200	6000	5800	5500	5000	5200	5300
Algérie	3500	3400	3300	3200	3100	3000	3100	3200	3300	3500
Liban	3000	2900	2800	2700	2600	2500	2400	2300	2400	2500

Remarque :

* Plus de 75 % de la production mondiale est concentrée dans seulement quatre pays (Espagne, Portugal, Italie, Maroc).

* Le Portugal est actuellement considéré comme le premier producteur mondial, avec environ 30 % de la production.

* La production mondiale varie entre :

* 50 000 tonnes et 180 000 tonnes

En Algérie :

Selon les statistiques, l'Algérie a vécu deux périodes différentes :

La première depuis l'indépendance jusqu'à les années 80 : La production du caroubier est très élevée et arrive jusqu'à 23.950 tonnes. Les statistiques enregistrés, à partir de l'années 1980 montrent une diminution du rendement et de la superficie cultivée de caroube (FAO), 2009).En 2009, la production nationale de la caroube est estimée à 33841 Qx et se concentre principalement dans la wilaya de Bejaia avec une production de 18.417 Qx, ce qui représente 54,42 % de la production nationale suivie par la wilaya de Blida (23,79%) et Tipaza (16,55%). (FAO), 2009)En 2017 la production est estimée à 4042 tonnes. (FAO), FAOSTAT-Crops and Livestock Products Database, 2017).

7. Propriétés et Bénéfices de Ceratonia siliqua (Caroube)

La caroube, issue de l'arbre Ceratonia siliqua, constitue une espèce végétale méditerranéenne dont les applications, tant alimentaires que médicinales, sont documentées depuis l'Antiquité. Les investigations scientifiques récentes ont mis en évidence l'intérêt de cette plante, particulièrement pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine, attribuables à sa composition en composés bioactifs.

7. 1. Propriétés de la Caroube

Ces propriétés englobent les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la caroube qui sous-tendent ses mécanismes d'action au sein de l'organisme :

7.1.1 .Présence de composés antioxydants

La caroube est caractérisée par une teneur significative en flavonoïdes et polyphénols, des molécules aptes à neutraliser les espèces réactives de l'oxygène et à atténuer le stress oxydatif (Stavrou, Christou, & Kapnissi-Christodoulou, 2018).

7.1.2. Effets anti-inflammatoires

Des études ont montré que les extraits de caroube contiennent des composés qui modulent les processus inflammatoires (Journal of Ethnopharmacologie).

7.1.3. Apport significatif en fibres alimentaires

La forte concentration en fibres favorise la régulation du transit intestinal et contribue à l'optimisation de la santé digestive (OMS).

7.1.4. Exemption de caféine

À l'inverse du cacao, la caroube ne contient pas naturellement de caféine, ce qui en fait une alternative appropriée pour les individus présentant une sensibilité à cette substance.

7.1.5. Composition nutritionnelle diversifiée

Elle renferme des vitamines (notamment A, B2) et des minéraux essentiels, tels que le calcium, le magnésium et le fer.

7. 2. Effets Bénéfiques de la Caroube

Les effets bénéfiques décrits ci-après correspondent aux améliorations physiologiques observées chez les individus consommant la caroube, et découlent directement de ses propriétés intrinsèques :

7.2.1. Protection contre le stress oxydatif

La présence d'antioxydants dans la caroube participe à la prévention du vieillissement cellulaire et à la réduction du risque de certaines pathologies chroniques.

7.2.2. Modulation des processus inflammatoires

Une diminution des marqueurs inflammatoires peut être observée, ce qui suggère une contribution à la prévention de certaines affections de nature inflammatoire.

7.2.3. Optimisation de la fonction digestive

Les fibres alimentaires contenues dans la caroube facilitent le transit intestinal, concourent à la prévention de la constipation et peuvent exercer une action anti diarrhéique.

7.2.4. Réduction des niveaux de cholestérol LDL

La consommation de caroube est associée à une diminution du cholestérol à lipoprotéines de basse densité (LDL), ce qui contribue à la promotion de la santé cardiovasculaire (Zunft,H, et al., 2003)

7.2.5. Contribution à la régulation glycémique

La caroube peut contribuer à la stabilisation de la glycémie, s'avérant potentiellement bénéfique, notamment pour les individus atteints de diabète de type 2 (Phytomedicine).

7.2.6. Option exempte de caféine

En raison de l'absence inhérente de caféine, la caroube constitue une alternative viable aux boissons telles que le chocolat ou le cacao pour les sujets présentant une sensibilité à cette substance.

Conclusion

Ce chapitre a eu pour objectif de fournir une synthèse générale concernant le caroubier (Ceratonia siliqua). Cette présentation a détaillé sa définition taxonomique, ses attributs botaniques et sa composition chimique. Les implications de cette dernière pour sa valeur nutritionnelle et ses propriétés bénéfiques ont également été examinées. Par ailleurs, l'étude a couvert l'origine biogéographique de l'espèce et sa dispersion mondiale, mettant ainsi en lumière son rôle écologique et son potentiel économique. Cette compilation d'informations représente un socle de connaissances fondamental, qui permettra d'explorer, dans les chapitres subséquents, des facettes plus approfondies et les applications potentielles associées à cette ressource naturelle.

Chapitre 2

La race Ouled Djellal

Introduction

L'élevage ovin représente un secteur d'activité agricole d'une importance considérable, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, où il contribue de manière fondamentale à la génération de revenus et à la sécurité alimentaire. En Algérie, cette filière constitue une richesse zootechnique majeure, eu égard à l'adaptabilité remarquable des ovins aux conditions climatiques rigoureuses et à leur aptitude à valoriser diverses ressources fourragères. Parmi les races locales, la race « Ouled Djellal » occupe une place prépondérante, tant par son impact économique que par sa vaste répartition géographique à l'échelle nationale. Elle est caractérisée par une robustesse avérée, une remarquable capacité d'adaptation et des performances bouchères significatives, ce qui la consacre comme un pilier essentiel de l'élevage ovin en Algérie.

Le présent chapitre débutera par une exploration des généralités concernant les ovins, avant de se focaliser sur la race Ouled Djellal. Il y sera abordé ses caractéristiques morphologiques, ses performances zootechniques, ainsi que les conditions d'élevage qui lui sont spécifiques. Une attention particulière sera également portée à l'alimentation des ovins, notamment à l'intérêt que présentent certaines ressources fourragères alternatives, tel le caroubier, en lien direct avec l'objectif de cette étude.

1. Définition et origine

1.1 Définition

La race Ouled Djellal, également appelée « race blanche », constitue la race ovine la plus dominante en Algérie. Elle est largement répartie sur la quasi-totalité du territoire national, à l’exception de certaines régions du Sud-Ouest et du Sud-Est. Cette race est étroitement liée aux écosystèmes steppiques et se caractérise par une grande capacité d’adaptation aux conditions climatiques difficiles ainsi qu’aux systèmes d’élevage extensifs, notamment le mode de vie nomade. La race Ouled Djellal comprend trois principales variétés :

Ouled Djellal ,Ouled Naïl, Chellala



Figure 14: Race Ouled Djellal de la ferme Kadri

1.2 Origine

La race ovine Ouled Djellal, dont la dénomination provient de la région éponyme située au sud-est de l'Algérie, est classée parmi les races méditerranéennes à laine blanche. Son aire d'élevage principale s'étend sur les zones semi-arides et arides du Maghreb, incluant la steppe et les Hautes Plaines. Cette race se distingue par une adaptation ancestrale aux conditions climatiques extrêmes de ces territoires, caractérisées par des températures élevées et une disponibilité limitée des ressources alimentaires.

Concernant son introduction historique en Algérie, deux hypothèses principales sont avancées. La première suggère que la race aurait été introduite au XIe siècle par les Ben-Hillal, lors de leur migration depuis le Hedjaz (Arabie), transitant par la Haute Égypte sous le califat Fatimide. Cette proposition se fonde sur l'observation que les races ovines orientales et asiatiques, avec lesquelles l'Ouled Djellal partage des affinités, sont majoritairement de type barbarian à queue grasse. Inversement, une seconde hypothèse, formulée par le Dr Trouette, propose une introduction dès le Ve siècle par les Romains, dont l'intérêt pour la laine est avéré, depuis Tarente en Italie, où un phénotype ovin similaire subsiste. Cette dernière hypothèse est corroborée par la présence de représentations de ce type d'ovins sur les stèles funéraires des ruines de Timgad (Batna).

À l'heure actuelle, la race Ouled Djellal est établie dans l'intégralité de la steppe et des Hautes Plaines algériennes, et manifeste une tendance à se propager à l'ensemble du territoire national, à l'exclusion des régions méridionales. Il est même observé qu'elle supplante

certaines races autochtones au sein de leurs aires d'origine respectives, tel qu'illustré par le cas de la race El Hamra (Chekkal, Benguega, Meradi, Berredjouh, Boudibi, & Lakhdari, 2015)



Figure 15 : Identification des ovine de la race Ouled djellal (photo personnelle)

2. Répartition géographique de la race ovine Ouled Djellal

La race ovine Ouled Djellal constitue la race ovine algérienne la plus significative et la plus représentative. Elle représente plus de la moitié du cheptel ovin national, soit environ 63 % de l'effectif total d'ovins en Algérie. (Fliachi, 2003)

Sa répartition géographique est étendue aux régions steppiques et aux Hauts Plateaux algériens. La concentration la plus élevée est relevée dans les wilayas de Biskra, Djelfa, M'Sila, Laghouat et Batna, qui constituent son principal bassin d'élevage. Des populations substantielles sont également recensées dans les wilayas de Sétif, Bordj Bou Arréridj, Khenchela, Oum El Bouaghi, Tébessa, El Bayadh, Ghardaïa, El Oued et El M'Ghair.

En raison de sa grande capacité d'adaptation aux conditions climatiques arides et semi-arides, cette race a connu une large diffusion sur le territoire national. Elle joue ainsi un rôle économique prépondérant dans la production ovine algérienne

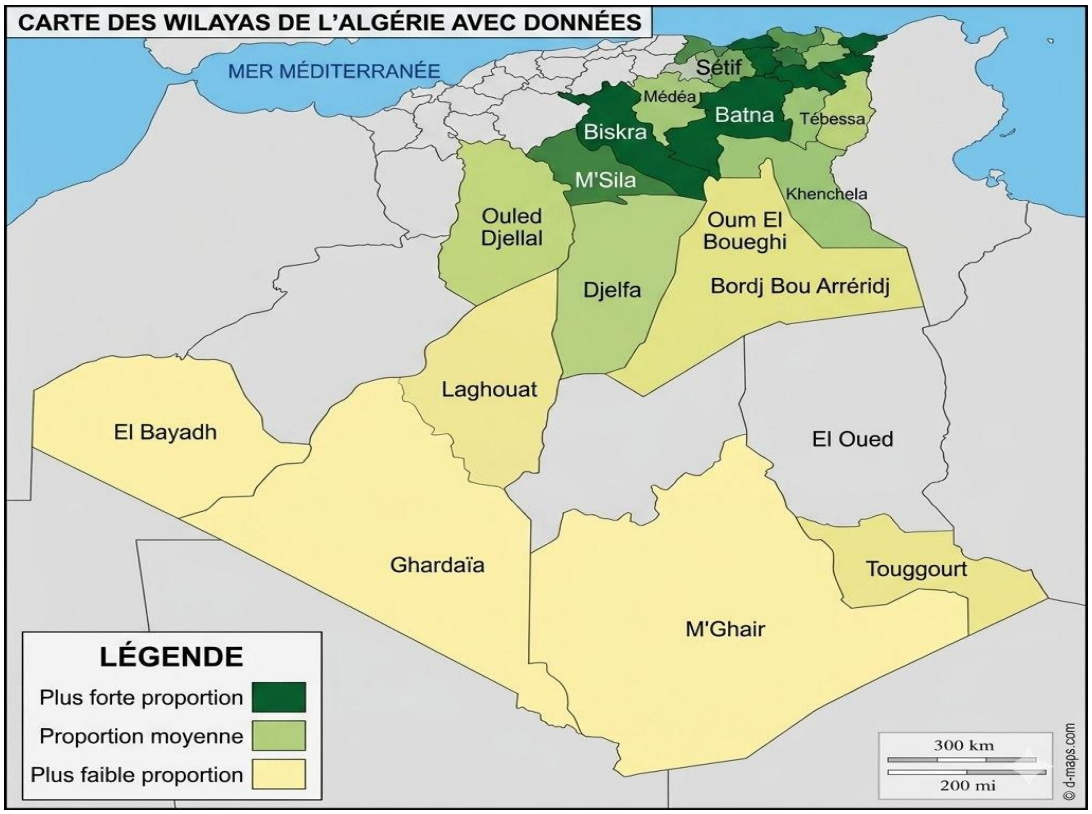


Figure 16 : Répartition la race ouled djellal en Algérie

3. Caractéristiques morphologique et capacité d'adaptation

3.1 Caractéristiques morphologiques

La race Ouled Djellal se caractérise par un grand format corporel et une morphologie robuste, adaptée aux conditions arides et semi-arides. Elle présente une robe blanche avec une peau claire et une toison de type « carpet », assurant une couverture corporelle moyenne. Sur le plan morpho métrique, les béliers se distinguent par une hauteur au garrot d'environ 84 cm une longueur corporelle similaire et un poids vif pouvant atteindre 80 kg, tandis que les brebis sont plus petites avec une hauteur moyenne de 74 cm et un poids avoisinant 50 kg. La poitrine est bien développée, traduisant une bonne capacité corporelle. Les animaux possèdent une conformation générale équilibrée, des membres solides favorisant la marche, et une queue fine à moyenne. L'ensemble de ces caractéristiques confère à la race une bonne aptitude à la production de viande et à l'élevage extensif. Afin de compléter la description morphologique de la race Ouled Djellal, une synthèse des principales mensurations corporelles et caractéristiques générales est présentée dans le tableau suivant :



Figure 17 : Caractéristique morphologique du bélier Ouled D jellal

Tableau 05 : Mensurations corporelles et caractéristiques générales de la race Ouled Djellal

Catégorie	Paramètre	Béliers (Males)	Brebis (femelles)
Mensurations Corporelles	Hauteur de garrot (Cm)	84	74
Mensurations Corporelles	Longueur du corps (cm)	84	67
Mensurations Corporelles	Tour de poitrine (cm)	94	85
Mensurations Corporelles	Poids vif (Kg)	81	49
Caractéristiques Générales	Couleur	Peau blanche et Laine blanche	Peau blanche et laine blanche
Caractéristiques Générales	Queue	Fine à moyenne	Fine à moyenne
Caractéristiques Générales	Conformation	Bonne	Bonne
Données de référence	Poids moyen (kg)	68	48
Données de référence	Hauteur moyenne (cm)	80	70

3.2. Capacité d'adaptation à la condition climatique

L'une des caractéristiques les plus remarquables de la race Ouled Djellal est son adaptation aux conditions environnementales difficiles des régions semi-arides et arides. Ces moutons sont capables de se nourrir de végétation pauvre en nutriments et de résister aux périodes de sécheresse prolongée. Leur capacité à produire de la viande et de la laine de qualité dans des

conditions climatiques extrêmes en fait une race précieuse pour les éleveurs des régions du Maghreb où les ressources sont limitées (Chekkal, Benguega, Meradi, Berredjouh, Boudibi, & Lakhdari, 2015) .

4. Performances zootechniques

4.2 Reproduction

Les caractéristiques reproductives de la race Ouled Djellal indiquent des performances relativement satisfaisantes, traduisant une bonne adaptation aux conditions arides et semi-arides. Selon (Dekhili & Aggoun, 2007), cette race présente une saisonnalité de l'œstrus, avec deux périodes principales de reproduction s'étendant d'avril à juillet et d'octobre à novembre. L'âge à la première mise à la lutte est généralement de 18 mois pour un poids vif d'environ 35 kg, tandis que la première mise bas intervient vers l'âge de 24 mois. L'intervalle entre deux agnelages est estimé entre 11 et 12 mois, ce qui correspond à un rythme de reproduction annuel.

Par ailleurs, la race Ouled Djellal se distingue par une fécondité élevée, avoisinant 93 %, ainsi qu'une prolificité d'environ 110 %, traduisant une fréquence non négligeable de naissances gémellaires. La productivité au sevrage varie selon le mode d'élevage, atteignant environ 70 % en système nomade et 80 % en système sédentaire.

Enfin, la longévité moyenne est estimée à 10 ans chez les brebis et à 12 ans chez les béliers, ce qui témoigne de la rusticité et de l'adaptabilité de cette race aux conditions d'élevage extensif.

4.2. Production

La race Ouled Djellal se distingue en tant que race rustique, principalement orientée vers la production de viande. Elle est caractérisée par une adaptabilité notable aux environnements arides et semi-arides. Cette race montre une réponse positive aux améliorations des pratiques d'élevage, se traduisant notamment par un gain de poids accéléré et une valorisation efficiente des ressources nutritionnelles offertes.

Concernant la production de viande, la race Ouled Djellal offre une chair de qualité supérieure, rosée et tendre, particulièrement recherchée par les consommateurs, notamment celle des agneaux. Le rendement à l'abattage est évalué à environ 52,3 % (Belhadi, 1989). Par ailleurs, sa carcasse présente une faible couverture graisseuse (Chellig, 1992), ce qui lui confère une valeur commerciale élevée.

S'agissant de la production laitière, la brebis Ouled Djellal est généralement classée parmi les races à faible potentiel laitier. Sa production totale se situe entre 70 et 80 kg sur une période de lactation de six mois (Chellig, 1992). Néanmoins, des études ont documenté une production journalière variant de 0,95 à 1,15 litre, ce qui correspond à environ 175 kg sur une durée de lactation de 150 à 180 jours (Smaali & Chemmam, 2017). Cette quantité est jugée adéquate pour soutenir la croissance des agneaux.

Pour ce qui est de la production de laine, la toison est caractérisée par une masse appréciable. Le poids moyen s'établit à 2,5 kg chez le bélier et entre 1,5 et 1,9 kg chez la brebis (Chellig, 1992). La laine obtenue est généralement courte, composée de fibres fines et dotée d'une bonne résistance, avec une faible teneur en jarre. La longueur de la mèche est évaluée à environ 8 cm (elevages), 2002).

En outre, la race Ouled Djellal affiche des performances de reproduction jugées satisfaisantes, avec une prolificité moyenne susceptible de dépasser 120 %. Sa rusticité lui confère la capacité de tirer parti de pâturages peu nutritifs et d'assurer un niveau de productivité soutenable, même dans le cadre de systèmes d'élevage extensifs.

4.3. Croissances et développement

4.3.1. La croissance:

Elle se définit comme l'accroissement de la masse corporelle (poids vif) par unité de temps, s'étendant de la conception à l'atteinte de l'âge adulte ou à l'abattage. Ce processus constitue le résultat net de l'équilibre entre les processus anaboliques (synthèse tissulaire) et cataboliques (dégradation tissulaire) au sein de l'organisme animal (Dudouet, 1997). L'évaluation de la croissance s'opère couramment par la détermination du Gain Moyen Quotidien (GMQ), lequel représente l'augmentation pondérale enregistrée par jour sur une période définie (Belaid, 1986).Concernant la race Ouled Djellal, une croissance relativement rapide est observée sous des conditions environnementales propices. Le Gain Moyen Quotidien, dans ce contexte, peut fluctuer de 150 à 250 g/jour, en fonction du système d'élevage mis en œuvre. Le poids vif à la naissance se situe communément entre 3 et 4 kg, tandis qu'au moment du sevrage, il peut s'établir dans une fourchette de 20 à 25 kg.

Afin de mieux synthétiser les principaux paramètres de croissance chez la race Ouled Djellal, les valeurs moyennes sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 06 : paramètres de croissance chez la race ouled djellal (elevages), 2002)

Paramètre	Valeur moyenne
Poids à la naissance	3 - 4 kg
Gain moyen quotidien (GMQ)	150 -250 g /j
Poids au sevrage	20 – 25 kg

4.3.2. Le développement

Le développement chez les ovins correspond à l'aptitude d'un animal à édifier des masses musculaires sur son squelette en phase de croissance. Selon (Belaid, 1986), Cette dimension qualitative de la croissance est particulièrement observable au sein de la race Ouled Djellal, originaire d'Algérie, laquelle est reconnue pour sa précocité de maturation et son efficience en termes de production de viande. La morphologie de cette race présente une conformation bouchère distinctive, caractérisée notamment par un poitrail large et profond, ainsi que par des côtes bien arrondies, des attributs qui contribuent à son aptitude supérieure pour la production de viande.

(Zidane, Niar, & Abadou, 2015) A souligné que l'équilibre entre le développement squelettique et l'accroissement des masses musculaires chez l'agneau Ouled Djellal représente un critère de sélection primordial pour les éleveurs algériens. En conséquence, l'optimisation du développement de cette race exige la mise en œuvre d'une stratégie alimentaire appropriée et d'un suivi zootechnique rigoureux, et ce, dès la phase de sevrage.

4.3.3.Conduite d'élevage de la race ovine Ouled Djellal

- **Système d'élevage**

La race ovine Ouled Djellal est largement représentée dans les zones steppiques et semi-arides de l'Algérie, une prévalence qui s'explique par sa robustesse et son aptitude notable à s'adapter aux environnements climatiques rigoureux. La diversité des systèmes d'élevage observés découle des ressources alimentaires disponibles, des spécificités environnementales et des finalités de production propres aux éleveurs. Il est communément admis de différencier principalement les approches extensives, semi-intensives et intensives.

1.1. Système extensif

Dans les Hautes Plaines steppiques algériennes, l'élevage extensif représente la modalité prépondérante pour la race Ouled Djellal. Cette pratique s'articule autour de l'exploitation des pâturages naturels et des transhumances saisonnières des troupeaux, qui migrent en quête de ressources pastorales. Les animaux tirent profit de la végétation steppique, caractérisée notamment par l'armoise blanche (Artemisia herba-alba), l'alfa (Stipa tenacissima) et d'autres espèces indigènes adaptées aux conditions arides. Bien que ce système offre l'avantage d'un coût de production réduit et assure une bonne adaptation des animaux à leur milieu naturel, il reste néanmoins tributaire des aléas climatiques et de la fluctuation des ressources fourragères. Cette dépendance peut, à son tour, induire des variations significatives dans les performances zootechniques observées (Lamrani, Chehma, Faye, & Boucif, 2015).

1.2. Système semi-intensif

Le système semi-intensif combine l'exploitation des parcours naturels avec un apport complémentaire en bergerie, spécifiquement administré lors des phases physiologiques critiques, telles que la période de reproduction (lutte), la gestation et la lactation. Les suppléments couramment employés incluent l'orge, le son, le foin et la paille. Cette stratégie d'alimentation contribue à optimiser la condition corporelle des brebis et à améliorer les paramètres de croissance des agneaux. Parmi les techniques nutritionnelles mises en œuvre, le « flushing » est notable. Il s'agit d'une augmentation des apports énergétiques avant la période de reproduction, visant à accroître le taux d'ovulation et la fertilité chez les femelles (Smaali & Chemmam, 2017).

1.3. Système intensif

Le système intensif est prédominant au sein de certaines exploitations modernes et fermes pilotes. Dans ce cadre, les animaux sont maintenus en stabulation permanente et reçoivent une alimentation rationnée et équilibrée, formulée pour satisfaire leurs exigences physiologiques aux divers stades de production. L'objectif principal de cette approche est l'optimisation des performances en matière de production de viande et de reproduction, obtenue par une gestion rigoureuse des paramètres d'élevage. Cela inclut, entre autres, le contrôle de l'alimentation, des programmes de reproduction et du suivi sanitaire. Nonobstant ses bénéfices techniques, l'adoption de ce mode d'élevage demeure restreinte, principalement en raison des charges financières substantielles associées aux intrants alimentaires et à la gestion des cheptels.

- **Gestion du troupeau**

La gestion du troupeau constitue une composante essentielle des systèmes d'élevage de la race Ouled Djellal. Elle englobe un ensemble de pratiques visant à optimiser la productivité zootechnique, incluant l'alimentation, la reproduction, la sélection génétique et le suivi sanitaire des animaux.

- **Gestion alimentaire**

L'alimentation des ovins Ouled Djellal est majoritairement fondée sur l'exploitation des pâturages naturels. Néanmoins, lors des épisodes de sécheresse ou de carence fourragère, une complémentation alimentaire est mise en œuvre par les éleveurs dans le but de satisfaire les exigences nutritionnelles des animaux. Les principaux intrants alimentaires employés comprennent l'orge, le foin, la paille et les concentrés énergétiques. Une vigilance accrue est requise pour les brebis au cours des phases physiologiques critiques, telles que la fin de gestation et la période de lactation, où les besoins nutritionnels connaissent une augmentation substantielle. La mise en œuvre du flushing avant la période de reproduction s'avère efficace pour l'amélioration des performances reproductives, en particulier la fertilité et la prolificité des brebis (Smaali & Chemmam, 2017).

- **Gestion de la reproduction**

La reproduction chez la race Ouled Djellal est caractérisée par une certaine saisonnalité, laquelle est influencée par les conditions climatiques et les ressources alimentaires des zones steppiques. Les pics de reproduction sont communément relevés au printemps et à l'automne (Safsaf & Tlidjane, 2010).La saillie naturelle demeure la principale modalité de reproduction au sein des systèmes d'élevage traditionnels. Toutefois, certaines exploitations contemporaines intègrent des techniques de synchronisation des chaleurs, en vue d'une meilleure gestion des périodes d'agnelage et d'une optimisation des performances reproductives du troupeau. D’après (Mefti, Koudri, & Saadi, 2017), les indicateurs de performance reproductive de la race Ouled Djellal sont considérés comme satisfaisants dans le contexte des steppes algériennes, se manifestant par :

Un taux de fertilité de 83,3 % ;

Un taux de fécondité de 119 % ;

Un taux de prolificité de 143 %.

- **Sélection et suivi du troupeau**

La sélection des animaux reproducteurs représente une phase déterminante dans le processus d'amélioration génétique du cheptel. Les critères retenus pour cette sélection englobent principalement :

Le poids vif ; la dynamique de croissance ; la conformation corporelle ; les capacités reproductives ; la résistance aux affections.

Le suivi zootechnique du troupeau inclut par ailleurs l'identification individuelle des animaux, la supervision des mises bas, la surveillance des taux de mortalité, ainsi que la consignation des performances de reproduction et de croissance. L'ensemble de ces interventions contribue à une gestion optimisée du cheptel et à une progression constante de sa productivité.

- **Troubles de la reproduction**

Les systèmes d'élevage ovin peuvent pareillement être confrontés à diverses altérations des fonctions reproductives, comme : les avortements ; l'infertilité; ou la mortalité néonatale. Ces altérations peuvent découler de déséquilibres nutritionnels, de carences en minéraux, ou être associées à certaines maladies infectieuses.

- **Prévention sanitaire**

La prophylaxie sanitaire revêt une importance capitale pour la préservation de la santé du cheptel. Elle s'appuie principalement sur :

Une vaccination systématique ; un programme de déparasitage interne et externe ; l'isolement des individus affectés ; l'application de bonnes pratiques d'hygiène au sein des installations d'élevage ; et un suivi vétérinaire régulier.

Une prophylaxie adéquate contribue à la réduction des préjudices économiques et à l'amélioration des performances zootechniques, tant productives que reproductives, du cheptel.

4.4. Alimentation des ovins de la race ouled Djalal

- **Systèmes d'alimentation**

Le régime alimentaire des ovins de race Oueld Djalal est fortement conditionné par le système d'élevage mis en œuvre (Zirmi-Zembri & Kadi, 2016) .

Dans les systèmes extensifs, qui prédominent au sein des zones steppiques, la ration alimentaire est principalement élaborée à partir de la valorisation des parcours naturels. D'après (Zirmi-Zembri & Kadi, 2016), les fourrages verts, obtenus des pâturages naturels, représentent le composant fondamental de cette alimentation, se distinguant par leurs teneurs supérieures en protéines brutes et en cendres totales. Le concentré, pour sa part, affiche une haute valeur énergétique en raison de sa forte concentration en matière organique et en glucides pariétaux. Le foin, malgré sa texture ligneuse, révèle les concentrations les plus importantes en calcium (Ca) et en phosphore (P). Durant les périodes de pénurie fourragère, une supplémentation à base de foin, de paille et d'orge s'avère indispensable afin de préserver les performances zootechniques des animaux (Zirmi-Zembri & Kadi, 2016) .

Dans les systèmes d'élevage semi-intensifs ou intensifs, le contrôle de la ration est plus strict et son équilibre est davantage optimisé. Des recherches récentes ont démontré l'intérêt d'incorporer des sous-produits locaux, tels que les dattes déclassées, dans l'alimentation ovine (Boussaada, Benatallah, Boukaous, Lakhdari, Djekoun, & Lakhdara, 2026). Les analyses physico-chimiques des intrants alimentaires ont par ailleurs établi que le concentré et le foin sont les plus riches en matière sèche, en matière organique et en fractions pariétales (NDF et ADF), tandis que les fourrages verts présentent une teneur supérieure en azote total (Djaalab, Mehennaoui, Lakhdara, Haffaf, & Djaalab-Mansour, 2013). Pour répondre aux exigences métaboliques accrues observées durant les périodes critiques, une amélioration de l'alimentation par un apport minéral complémentaire, notamment au moyen de pierres à lécher, a été préconisée (Zirmi-Zembri & Kadi, 2016) .

- **Besoins nutritionnels selon le stade physiologique**

Les besoins nutritionnels des ovins de race Ouled Djellal manifestent une variation significative en fonction de leur stade physiologique et des performances zootechniques escomptées. Concernant les agneaux en phase de croissance, les travaux menés par (Triki & Lawrence, 2008)ont porté sur l'évaluation des besoins énergétiques d'agneaux mâles de race Ouled Djellal, âgés de six à huit mois. Ces recherches ont établi que les besoins d'entretien s'élèvent en moyenne à 23 g de matière organique digestible (MOD), ou l'équivalent de 80 kcal d'énergie métabolisable (EM), soit 0,029 UFL, par kilogramme de poids métabolique ($P^{0,75}$) par jour. Par ailleurs, la production de 100 g de gain de poids requiert en moyenne une quantité additionnelle de 460 kcal d'EM. Ces données se révèlent comparables à celles observées chez d'autres races rustiques originaires des régions méridionales. Néanmoins, elles

sont inférieures aux valeurs documentées pour les races améliorées des pays septentrionaux, une divergence qui peut être attribuée aux spécificités du type génétique et à l'historique nutritionnel de ces animaux, souvent élevés dans des environnements contraignants. En ce qui concerne les brebis en phases de gestation et de lactation, les travaux de (Djaalab, Mehennaoui, Lakhdara, Haffaf, & Djaalab-Mansour, 2013) ont établi l'impact significatif de ces états physiologiques sur divers paramètres sanguins chez les brebis Ouled Djellal. Cela se manifeste notamment par des modifications des taux de glucose (p<0,001), de cholestérol (p<0,001), des triglycérides (p=0,0003), des protéines totales (p=0,0007), de l'urée (p<0,0001), du calcium (p=0,01) et du phosphore (p=0,005). Par ailleurs, l'étude a également révélé qu'une supplémentation à base de rebuts de dattes, à des proportions de 25% et 50%, induit une amélioration significative de la note d'état corporel des brebis (p<0,0001), ainsi que de leur production laitière (p<0,0001). Cette amélioration a eu un effet bénéfique sur les performances de croissance des agneaux. Plus précisément, les agneaux nés de mères supplémentées à 50% ont affiché un taux de croissance de 302,9±18,32 g/j (p<0,0001).

5. Importance économique

La race ovine Ouled Djellal revêt une importance économique substantielle dans le contexte agricole algérien, particulièrement au sein des écosystèmes steppiques et semi-arides. Les productions issues de cette lignée génétique, notamment sa viande dont la qualité est établie, trouvent une valorisation notable sur les marchés tant locaux que nationaux.

De surcroît, sa remarquable faculté d'adaptation aux environnements contraignants en fait une source de revenus pérenne et fiable pour les populations pastorales des zones arides et semi-arides. Par conséquent, cette race apporte une contribution significative à la sécurisation alimentaire, à la génération d'activités économiques et au progrès socio-économique des territoires ruraux (Ghozlane, Benidir, Yakhlef, & Marie, 2009).

Conclusion :

Il apparaît que la race ovine Ouled Djellal représente une ressource zootechnique d'une importance notable en Algérie. Sa capacité d'adaptation remarquable aux environnements steppiques et semi-arides justifie non seulement sa prédominance géographique, mais également son rôle économique substantiel au sein de la filière nationale d'élevage. Les diverses caractéristiques examinées dans le présent chapitre – qu'elles soient d'ordre morphologique, physiologique ou productif – corroborent la valeur zootechnique de cette race. Elle se distingue par une robustesse avérée, une croissance jugée satisfaisante, et des aptitudes en production carnée, cette dernière constituant l'objectif principal de son élevage. Néanmoins, en dépit de ces qualités intrinsèques, l'accroissement des performances de la race Ouled Djellal est étroitement subordonné à l'implémentation de pratiques d'élevage à la fois rationnelles et optimisées. Ces pratiques concernent spécifiquement la nutrition, la prophylaxie et la sélection génétique.

Par conséquent, la sauvegarde et la mise en valeur de ce capital génétique revêtent une importance stratégique prépondérante pour le développement pérenne de la filière ovine en Algérie. Il convient de souligner que cette race constitue un élément fondamental du potentiel animalier national, contribuant de manière significative à la dynamisation économique du secteur agricole.

Chapitre 3

Influence de l'alimentation sur la reproduction des brebis

Introduction

La reproduction constitue un facteur déterminant pour la productivité des élevages ovins, étant directement liée à leur viabilité économique **(Khider & Maaroufi, 2005) .** La race Ouled Djellal, une race ovine locale algérienne réputée pour son adaptation aux conditions climatiques semi-arides et sa prolificité, présente des performances reproductives modulées par plusieurs facteurs interdépendants, notamment l'âge à la puberté, l'état corporel des animaux et la qualité nutritionnelle **(Bouhlal & Hamad, 2012)** .

Le présent chapitre a pour objectif de caractériser les aspects reproductifs de la race Ouled Djellal et d'analyser la relation entre l'alimentation et ces performances. Une attention particulière sera accordée au rôle de la note d'état corporel (NEC) et aux effets du flushing énergétique.

1. Démarrage et facteur d'efficacité de la reproduction chez les ovins

Dans l'espèce ovine, la puberté et la fertilité sont les deux piliers fondamentaux qui déterminent le succès et la rentabilité d'un élevage. Elles représentent la capacité physiologique du troupeau à se reproduire et à assurer sa pérennité **(Arnaud, 2014)**.

1. .1 La puberté

La puberté correspond à l'âge où l'animal devient apte à se reproduire, c'est-à-dire qu'il produit ses premiers gamètes (ovules ou spermatozoïdes) et manifeste son premier comportement sexuel.Une puberté précoce permet de raccourcir l'intervalle entre les générations et d'allonger la carrière de reproduction de l'animal. C'est une caractéristique génétique recherchée **(Derquaoui, Boukhliq, Lahlou-Kassi, Mazouz, & Toe)**.

Chez les femelles de l'espèce ovine, le développement sexuel est influencé par une multitude de facteurs, incluant la génétique, le taux de croissance, l'alimentation, la race, la photopériode et l'état de santé de l'animal (Vaillancourt & Lefebvre, 2003) .

Les jeunes agnelles atteignent leur puberté plus tôt, généralement entre 5 et 12 mois. Le critère principal de mise à la reproduction est qu'elles doivent avoir atteint au moins 70 % de leur poids adulte. La race Ouled Djellal présente l'avantage de ne pas souffrir d'anoestrus saisonnier, ce qui permet à la reproduction de se faire toute l'année. Le déclenchement de la puberté est lié à l'atteinte par l'animal d'un poids minimal nécessaire à la maturité sexuelle. Il a été observé que les animaux présentant une croissance rapide atteignent la puberté plus tôt que ceux dont la croissance est plus lente (Kirkwood, Cumming, & Alherne, 1987) . De plus, (Chicoteau, Thiombiano, Boly, & Cloé, 1990) ont souligné l'importance prépondérante du

poids à la puberté par rapport à l'âge chronologique. Une sous-alimentation prolongée, entraînant des pertes de poids vif supérieures à 20 % du poids initial, peut induire un état d'anœstrus nutritionnel (BLANC F, 2004).

En conséquence, l'alimentation joue un rôle déterminant dans l'initiation de la puberté chez les ruminants. Le poids vif apparaît comme un facteur plus critique que l'âge dans ce processus. Un régime alimentaire approprié durant la croissance est essentiel pour atteindre le seuil pondéral requis pour le démarrage de l'activité reproductive, tandis qu'une carence nutritionnelle peut en retarder significativement l'apparition.

La puberté chez le mâle correspond à l'acquisition de la fonction reproductive, caractérisée par la capacité à produire un éjaculat contenant au minimum 50 millions de spermatozoïdes, dont au moins 10 % sont mobiles, ainsi que par l'apparition des caractères sexuels secondaires. Cet événement physiologique survient à des âges variables en fonction de l'espèce, de la race et des conditions environnementales.

Chez les ovins, la puberté se manifeste, d'après (Boussena, et al., Apparition de la puberté chez les agneaux males de race ould djellal, 2016), à un âge moyen de 228 ± 7 jours et pour un poids moyen de 40,4 ± 1,2 kg.

Une gestion nutritionnelle adéquate est associée à une puberté précoce, tandis qu'une restriction alimentaire peut retarder l'âge pubertaire et potentiellement affecter la fertilité chez les animaux.

1.2 Fertilité

La fertilité est l'aptitude d'un animal (ou d'un troupeau) à concevoir et à donner naissance. Elle se mesure par le pourcentage de brebis mises à la lutte qui ont effectivement été fécondées et ont donné naissance à des agneaux. La fertilité est un caractère multifactoriel dont la mesure est complexe, impliquant une diversité de processus physiologiques. Pour les femelles, elle se définit comme la capacité de concevoir après une mise à la reproduction. Ce facteur constitue le principal déterminant de la productivité. L'optimisation de la fertilité représente un objectif constant. Ce trait dépend à la fois du sexe (la fertilité femelle étant fréquemment le facteur le plus limitant), de la technique de reproduction utilisée (naturelle ou artificielle) et de la période choisie pour la reproduction. **(Bodin,, et al., 1999) (Petrovic,, et al., 2012).**

2. Caractéristique de la reproduction chez les ovine

2.1 Cycle oestral chez la brebis

Le cycle œstral, activité sexuelle cyclique chez la femelle non gestante, débute à la puberté. Il est caractérisé par une succession ordonnée de modifications morphologiques et physiologiques, récurrentes à intervalles périodiques constants, dont la rythmicité est spécifique à chaque espèce.

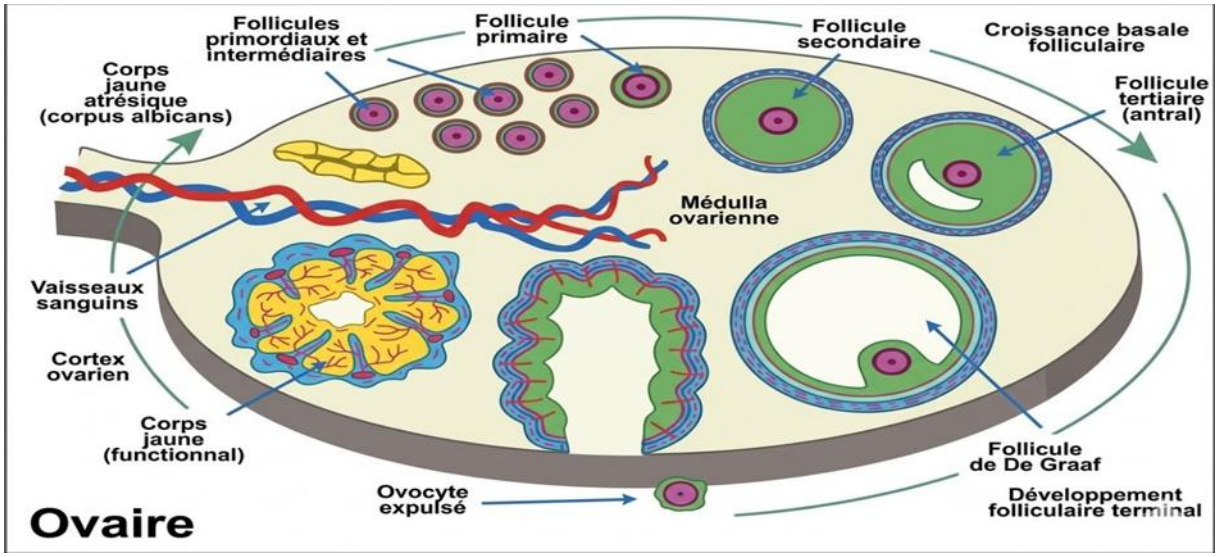


Figure 18 : Le cycle œstral chez la brebis : phases du cycle et évolution folliculaire **(Hireche, 2021)**

La brebis est classée comme une espèce poly-œstrienne saisonnière, manifestant plusieurs cycles successifs au cours d'une période spécifique de l'année. Son ovulation est de type spontané, se produisant indépendamment de tout accouplement. Le cycle œstral dure typiquement 16 à 17 jours et comprend quatre phases distinctes. La phase de pro-œstrus constitue la période préparatoire au rut, caractérisée par la maturation folliculaire et une élévation des sécrétions d'œstrogènes. L'œstrus, ou chaleurs, représente la période durant laquelle la femelle accepte le mâle, coïncidant avec la présence de follicules mûrs et l'occurrence de l'ovulation. Le métoestrus, d'une durée de 3 à 4 jours chez la brebis, correspond à la formation du corps jaune et à l'établissement de sa fonction lutéale. Enfin, le diœstrus, s'étendant sur 9 à 10 jours, est la phase d'activité maximale du corps jaune, impliquant la sécrétion de progestérone.

L'œstrus est caractérisé par des manifestations comportementales et physiologiques distinctes, toutes induites par les œstrogènes. Sur le plan comportemental, on observe l'acceptation du mâle, une posture de lordose indicative de l'accouplement, une augmentation de la phonation et de l'activité physique. Physiologiquement, cette phase se traduit par une hyperhémie

endométriale (congestion sanguine de l'utérus), un œdème tissulaire et une production accrue de sécrétions de mucus.

2.2. Saisonnalité

La reproduction chez l'espèce ovine est régie par la photopériode (durée du jour). Les brebis ont une saison sexuelle (jours courts, de l'automne à l'hiver) où elles manifestent leurs chaleurs, et un anoestrus (contre-saison, au printemps/été) où l'activité ovarienne est suspendue. Les races rustiques et méditerranéennes s'adaptent plus facilement hors saison **(François, et al., 2010)**.

2.2. 1. Notion de photopériode

La photopériode est le rapport entre la duréedu jour et la durée de la nuit. Ce rapport conditionne de nombreuses activités physiologiques et écologiques comme la reproduction. Chez la majorité des ovins, le cycle sexuel est déclenché par la baisse de la durée du jour (saison des jours courts). Chez la race Ouled Djellal, la photopériode joue un rôle moins strict **(Taherti & Zidane, 2023)**.

2.2. 2. Mécanisme de la saisonnalité

La baisse de la luminosité (jours courts) stimule la glande pinéale, qui sécrète la mélatonine. Cette hormone déclenche l'activité des ovaires et l'apparition des chaleurs. Chez la plupart des races, la saison de reproduction optimale s'étend d'octobre à janvier. À l'inverse, aux beaux jours (jours longs), la production de mélatonine diminue, entraînant un repos sexuel (contre-saison de février à septembre).La brebis Ouled Djellal, race emblématique des steppes algériennes, est naturellement "désaisonnée". Contrairement aux races des régions tempérées, elle est peu sensible aux variations de la photopériode (durée du jour). Elle exprime donc un très faible anoestrus saisonnier et peut se reproduire quasiment toute l'année **(Zidane, Taherti, Gadouche, Metlef, & Ababou, 2021)**. Toutefois, bien que la race soit capable de cycler en permanence, la photopériode module l'intensité de cette activité **(Taherti & Zidane, 2023)**.

3.préparation des femelles a la reproduction

La préparation des femelles à la lutte a pour objectifs de favoriser la venue en chaleur, d'augmenter le taux d'ovulation et d'assurer une bonne fertilité **(Poils, s.d.)**.

3.1. Choix des femelles

Le choix des femelles s'effectue deux mois avant le début de la lutte (rappelons que l'automne est la saison naturelle de lutte). Seront écartées de la reproduction les femelles qui n'ont pas mis bas l'année précédente, les brebis trop âgées (plus de 7 ans) et les brebis à problèmes chroniques (manque de lait, mammites, piétin, dentition défaillante…). Il est préférable, surtout en lutte naturelle, de séparer les brebis des agnelles au moment de la mise en contact avec le bélier : celui-ci préférera les brebis et délaissera les agnelles **(Poils, s.d.)**.

3.2. Caractéristiques des antenaises de la race Ouled Djellal

L'antenaise est une jeune femelle ovine âgée entre un et deux ans, n'ayant pas encore mis bas. Elle correspond à la période comprise entre l'agnelle et la brebis adulte reproductrice. Chez la race Ouled Djellal, elles constituent la base du renouvellement du troupeau reproducteur. L'entrée en reproduction dépend principalement de l'âge, du poids vif et de l'état nutritionnel. Une alimentation adéquate durant cette période favorise l'apparition de la puberté, améliore les performances de reproduction et permet d'obtenir une meilleure fertilité lors de la première mise à la reproduction (Boukhechem, 2023).

3.3 Préparer les femelles sélectionnées

L'objectif principal de la phase de préparation est la reprise de poids des femelles, indispensable à une bonne fécondation **(Poils, s.d.)**.

3.3.1. Alimentation

Les femelles au moment de la mise à la reproduction ne doivent être ni trop grasses ni trop maigres. L'alimentation sera correctement équilibrée et suffisante toute l'année, avec des aliments de bonne qualité. Les carences en vitamines et en minéraux seront corrigées précocement.

Si l'état corporel des brebis est mauvais, si les pâturages ne fournissent pas une herbe en quantité et en qualité suffisantes ou si les brebis restent en bergerie, on peut pratiquer un flushing 2 à 3 semaines avant la lutte. Il consiste en une complémentation progressive de la ration avec des concentrés ou des céréales, pour atteindre 300 à 400 g/brebis/jour. Même si l'avoine est un bon stimulant, son apport ne doit pas représenter plus de 50% de la quantité du concentré. Un apport supplémentaire en vitamines A, D3 et E et un complément minéral riche en phosphore seront également ajoutés à la ration.

3.3.2. Aspects sanitaires

Un bon état sanitaire est indispensable, Deux mesures préventives sont à envisager : Un programme de vaccination sera établi avec votre vétérinaire, en fonction des risques sanitaires de l'élevage. A titre d'exemple, on vaccine 3 à 6 semaines avant la lutte contre la chlamydiose, la fièvre Q, la toxoplasmose et la salmonellose abortive et 3 à 6 semaines avant l'agnelage contre les entérotoxémies et le tétanos. Selon le contexte épidémiologique, on vaccine également avant l'agnelage contre l'ecthyma contagieux, l'arthrite à rouget, et plus ponctuellement contre les colibacilloses et le piétin.

Tous les traitements anti-parasitaires (internes et externes) seront envisagés un mois avant la lutte.

Afin d'éviter tout stress et toute bousculade, les diverses opérations de tonte ou de parage des pieds seront également réalisées un mois avant la lutte **(Poils, s.d.).**

4. Influence de l'alimentation sur la reproduction des brebis

4.1. Besoins nutritionnels en fonction du stade physiologique

Au cours du cycle de production des ovins, incluant la gestation, la lactation et le repos, le poids vif et l'état corporel des brebis présentent des variations significatives déterminées par leur bilan nutritionnel. Lorsque les apports énergétiques excèdent les besoins, les animaux prennent du poids et constituent des réserves corporelles sous forme de lipides. Inversement, un bilan énergétique déficitaire conduit les brebis à mobiliser leurs réserves corporelles pour compenser ce manque, ce qui se traduit par une perte de poids **(Hassoun & Bocquier, 2007). I**l a été observé que les brebis présentant une condition corporelle (NEC) faible ont des performances reproductives inférieures à celles avec une NEC élevée **(Kenyon & Blair, 2014)**. En conséquence, les recommandations nutritionnelles intègrent le rôle des réserves corporelles, lesquelles sont accumulées durant les périodes de besoins énergétiques moindres (phases de repos et de gestation) et dont la mobilisation est prépondérante au cours des deux premiers mois de la lactation **(Hassoun & Bocquier, 2007)**. Il est donc essentiel d'ajuster précisément la nutrition des animaux à chaque stade de leur cycle de reproduction afin d'en maximiser l'efficacité **(Blache & Martin, 2009)**.

4.2. Besoins des brebis taries ou mises à la lutte

Les besoins de la brebis, à ce stade du cycle de production, sont principalement conditionnés par son poids vif et la nécessité de reconstituer les réserves corporelles requises en fin de gestation et particulièrement au début de la lactation **(Bocquier,, Thériez,, Prache,, &**

Brelurut,, 1988). La brebis tarie présente des besoins nutritionnels faibles au regard de sa capacité d'ingestion **(Hassoun & Bocquier, 2007)**. Cette période constitue donc une opportunité favorable pour la reconstitution progressive des réserves corporelles. Dans le cas où le poids de la brebis est insuffisant ou si sa Note d'État Corporel (NEC) est inférieure à 3,5, un programme de Fluhsing est susceptible d'améliorer les performances de reproduction. Le flushing consiste en une suralimentation énergétique temporaire, représentant une augmentation de 20 à 30% des besoins d'entretien, administrée durant les 2 à 3 semaines précédant la saillie et les 3 premières semaines de gestation. Cette pratique contribue principalement à l'amélioration de la prolificité et, dans une moindre mesure, de la fertilité moyenne du troupeau **(Scaramuzzi,, et al., 2006) (Hassoun & Bocquier, 2007)**. Il est impératif d'éviter les variations alimentaires brutales durant la période de préparation à la lutte, pendant la lutte et au cours du premier mois de gestation, afin de prévenir des perturbations de l'apparition des chaleurs et un accroissement de la mortalité embryonnaire **(Bocquier,, Thériez,, Prache,, & Brelurut,, 1988)**.

4.3. Besoins des brebis en gestation

Durant le premier trimestre de gestation, les besoins nutritionnels des brebis n'augmentent pas de manière significative par rapport à ceux d'une brebis en phase d'entretien, compte tenu de la croissance fœtale encore limitée. Il est néanmoins recommandé, pendant cette période, de fournir aux brebis une alimentation excédant légèrement leurs besoins énergétiques stricts d'entretien. Cet apport énergétique supplémentaire vise à favoriser la reconstitution des réserves corporelles et à offrir une marge de sécurité, particulièrement pour les brebis les plus prolifiques **(Hassoun & Bocquier, 2007)**

.En revanche, la fin de la gestation constitue une période critique du cycle reproductif. Les besoins énergétiques des brebis augmentent alors de 150% à 200% pour les gestations simples ou doubles (Cal-Pereyra, et al., 2012), étant donné qu'environ 80% de la croissance fœtale intervient durant cette période. Cependant, cette exportation significative d'énergie vers l'utérus se trouve confrontée à une capacité d'ingestion réduite, en raison de la diminution de l'espace ruminal engendrée par l'accroissement du volume utérin **(Andrews, 1997)**; **(Xue, Guo, Hu, Liu, & Mao, 2018)**. Confrontée à un bilan énergétique négatif, la brebis doit alors mobiliser ses réserves corporelles **(Gao, Hou,, Liu,, Wu,, & Ao,, 2008)**; **(Xue, Guo, Hu, Liu, & Mao, 2018).** Une sous-nutrition sévère entraîne une réduction du poids à la naissance des agneaux, ainsi qu'un risque de toxémie de gestation. La proportion d'aliments concentrés

doit par conséquent être augmentée pour que la ration puisse satisfaire les recommandations nutritionnelles **(Hassoun & Bocquier, 2007)**. Cette complémentation, caractérisée par l'apport d'un aliment dense en énergie et de faible encombrement volumique en fin de gestation, est communément désignée sous le terme de "steaming-up".

4.4. Besoins des brebis allaitantes

La capacité d'ingestion n'est pas toujours proportionnelle à la courbe de lactation et ne parvient pas toujours à couvrir les besoins métaboliques élevés de la brebis. Une mobilisation des réserves corporelles est observée ; toutefois, cette phase ne s'accompagne pas d'un risque accru de troubles métaboliques. Les besoins de la brebis varient en fonction de son niveau de production laitière (0,9 à 3 litres) et de la composition du lait (70 g de matière grasse et 48 g de protéines par litre). Ces deux paramètres étant difficiles à mesurer directement, leur estimation est généralement effectuée à partir de la croissance des agneaux durant le premier mois post-partum, ou plus spécifiquement entre 10 et 30 jours (gain 10-30), car le lait maternel constitue l'unique source d'alimentation des agneaux durant cette période **(Bocquier,, Thériez,, Prache,, & Brelurut,, 1988) (Hassoun & Bocquier, 2007).**

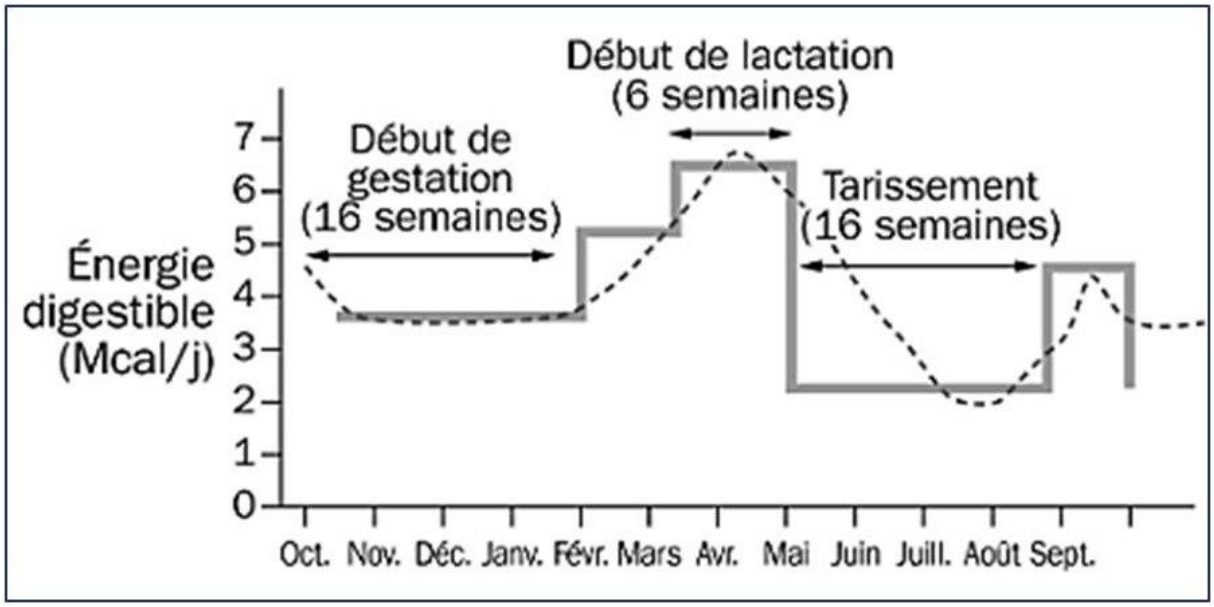


Figure 19 : Besoins nutritionnels des brebis au coursd'un cycle type de production. **(Adapté de NRC, 1985)**

5. Effets de l'amélioration de l'état nutritionnel avant la lutte (Flushing)

Le flushing, une technique nutritionnelle désignée par le terme "amélioration nutritionnelle", consiste à intensifier l'apport alimentaire des brebis durant une période définie précédant la

mise à la reproduction **(Maddison, & Higgins,, 2007).** Cette pratique vise à accroître les réserves énergétiques et protéiques des animaux, favorisant ainsi l'optimisation des performances reproductives.

Cette technique est fréquemment adoptée dans les systèmes d'élevage ovin, qu'ils soient intensifs ou semi-intensifs, à l'échelle mondiale. Sa prévalence est particulièrement notable dans des nations développées telles que la Nouvelle-Zélande, l'Australie et le Royaume-Uni **(Alvarado, & Soler,, 2010)**.

Le flushing exerce des effets sur plusieurs niveaux physiologiques **(Alvarado, & Soler,, 2010)** Au niveau ovarien, il entraîne une augmentation du nombre de follicules en croissance, une amélioration de la qualité des ovules et une optimisation du taux d'ovulation.

Sur le plan hormonal, on observe une optimisation des concentrations d'hormones folliculaires (FSH, LH), une amélioration de la cyclicité sexuelle et une réduction des dysfonctionnements du cycle œstral.

Quant au niveau métabolique, le flushing contribue à une augmentation des réserves énergétiques corporelles, à une amélioration du statut protéique et à une optimisation de l'équilibre énergétique global.

5.1. Note d'état corporel (NEC)

Compte tenu du type génétique des animaux et du mode d'élevage, l'état des réserves corporelles des brebis, est un élément important qui permet de suivre et d'adapter la conduite du troupeau pour en optimiser les performances : rationnement, allotement en fonction de l'état corporel, traitements antiparasitaires. En effet, les réserves corporelles jouent un rôle important dans le métabolisme de la brebis en production puisqu'elles amortissent les changements occasionnés suite à un apport alimentaire déficitaire. Le niveau de production est tributaire des phases de déplétion et de réplétion des réserves corporelles qui sont essentiellement de nature lipidique et dépendent fortement de l'énergie dans la ration. La notation de l'état corporel est un meilleur indicateur des réserves corporelles individuelles que le poids vif des animaux. Chez les ovins, elle se fait par la palpation de la zone lombaire et plus précisément des masses graisseuses et musculaires situées entres les processus épineux et transverses des vertèbres lombaires. Une notation subjective permet d'évaluer le statut nutritionnel des brebis, d'apprécier les réserves disponibles pouvant assurer leurs besoins, et aussi de connaitre l'orientation du métabolisme par suivi de l'évolution de l'état corporel. Elle

permet ainsi d'établir des stratégies alimentaires avec des recommandations pratiques basées sur des notes seuil relatives à chaque phase du cycle de production de la brebis **(Belkacem, 2020)**

Tableau 07 : Notes d'état corporel recommandées à différentes phases du cycle de production de la brebis (Belkacem, 2020).

Stade physiologique De la brebis	Note moyenne recommandée (0 à 5)	Observation
Lutte	A 3 ,53	Flushing efficace si la note Est compris entre 2 ,5 à 3 ,0
90j de gestation	3 à 3,5	Eventuellement 2,5 pour les troupeaux à très faible prolificité. En cas de note inférieure à 3,0 accroitre De 10% les apports recommandés en fin de la gestation
Agnelage	3 ,5	Note à atteindre impérativement pour Les brebis prolifiques
42j de lactation	2,5 à 3,5	Ne pas descendre en dessous de 2 et ne jamais dépasser une variation de plus de 1 point en 42j
Servage	2 à 2,5	Ne jamais poursuivre la sous-alimentation Energétique au de 1 a de 8 semaines de lactation

5.2.Intérêt de la note d'état corporel en élevage ovin

En élevage bovin laitier, la note d'état corporel (NEC) des brebis est souvent mesurée à des moments clés de leur cycle, pour maîtriser les performances de reproduction et de lactation. Elle est alors utilisée comme indicateur pour ajuster l'alimentation de chaque brebis en fonction de ses besoins.

L'évaluation de la note d'état corporel par palpation est un outil simple, parfaitement complémentaire à la pesée. Cette dernière est une option intéressante pour le suivi des performances des animaux en croissance, afin d'évaluer leur GMQ. Cependant, son efficacité devient plus discutable au stade adulte. En effet, on observe une grande variabilité de poids chez les brebis en fonction de la race, de la taille, de l'état de remplissage du rumen et du stade de gestation. L'utilisation de la NEC permet, elle, de connaître avec certitude l'état des

brebis. Pour un œil entraîné, une évaluation visuelle est possible jusqu'à 6 semaines après la tonte. Au-delà, la couverture de laine cache les variations d'état corporel des brebis et la palpation est nécessaire.

5.3. Méthode d'évaluation la note d'état corporel

L'évaluation de l'état corporel constitue une méthode de gestion établie, employée pour estimer les réserves adipeuses chez les ovins adultes reproducteurs **(Zealand, 2019)**. Cette estimation est réalisée par palpation manuelle de la région lombaire, délimitée par les os coxaux et les dernières côtes **(Kennedy, 2023) .**

La procédure d'évaluation débute par la localisation de la longe, correspondant à la section vertébrale située entre les os iliaques et le début des côtes flottantes **(Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019).**

La méthode manuelle s'articule en trois étapes successives :

Premièrement, la main est maintenue à plat, les doigts joints, pour palper la face dorsale de la colonne vertébrale

Deuxièmement, la main, toujours à plat, est pivotée pour glisser le long du muscle lombaire troisièmement, la palpation se poursuit jusqu'aux apophyses transverses, explorant également leur face inférieure **(Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019)**.

L'évaluation de l'état corporel repose sur une échelle de cinq indices :

L'indice 1 :

Caractérise un animal très maigre, dont la colonne vertébrale apparaît saillante et acérée. Les apophyses transverses sont également pointues, révélant une absence de dépôt adipeux et une masse musculaire minimale, permettant une insertion aisée des doigts sous ces structures (**Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019)**.

L'indice 2 :

Décrit un animal maigre. La colonne vertébrale est lisse mais demeure perceptible. Les apophyses transverses sont lisses et légèrement arrondies, accompagnées d'une faible couche

adipeuse et d'une profondeur musculaire modérée, requérant une légère pression pour glisser les doigts sous les apophyses **(Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019)**.

L'indice 3 :

Est généralement considéré comme l'état optimal ou équilibré. La colonne vertébrale est perçue comme lisse et arrondie, l'intervalle entre les apophyses épineuses étant imperceptible. Les apophyses transverses sont lisses et nettement arrondies, avec une couche adipeuse moyenne et une épaisseur musculaire adéquate, nécessitant une pression significative pour l'insertion des doigts sous les apophyses **(Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019).**

L'indice 4 :

Caractérise un animal gras. La colonne vertébrale n'est perceptible qu'en exerçant une forte pression, et les apophyses transverses requièrent une pression similaire pour être détectées. Cet état est associé à une couche adipeuse substantielle et une pleine profondeur musculaire, exigeant une pression très intense pour insérer les doigts sous les apophyses **(Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019)** .

L'indice 5 :

Représente un animal très gras. La colonne vertébrale n'est pas palpable, même sous forte pression, et une dépression se forme directement au-dessus d'elle. Les apophyses transverses sont totalement imperceptibles, en raison d'une couche adipeuse très importante et d'une épaisseur musculaire maximale **(Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019)**.

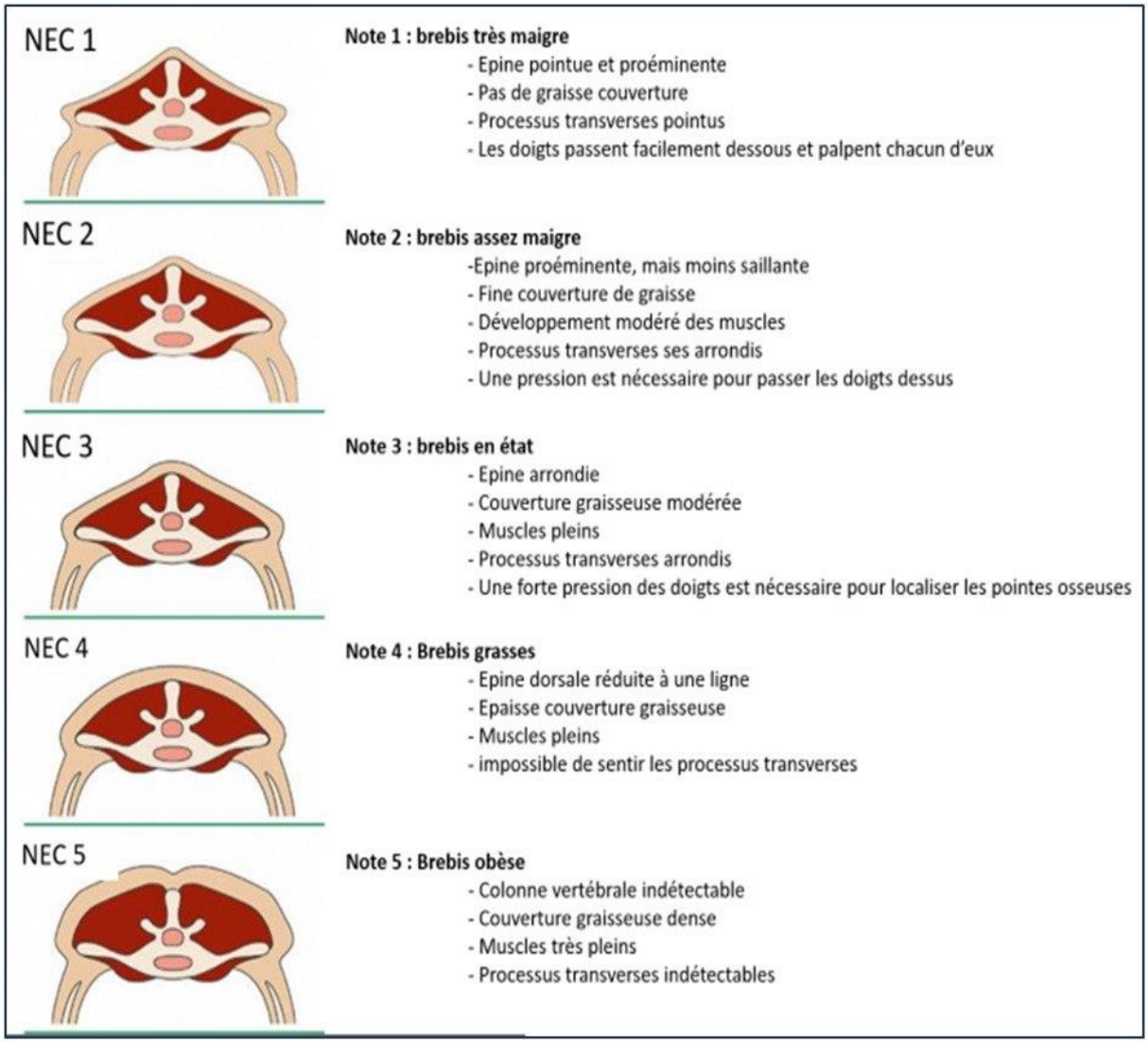


Figure 20 : Grille standardisée de la note d'état corporel chez les ovins (Semaine Vétérinaire, juin 2013)

Deuxième partie

Parti expérimental

Introduction

I. Introduction

Le présent chapitre est dédié à la dimension empirique de l'étude. Il vise à compléter l'approche théorique en établissant une connexion entre les concepts scientifiques examinés et leur application concrète au sein de l'institution. Sur la base des fondements scientifiques exposés dans le cadre théorique, et des conclusions des études antérieures soulignant l'importance d'une alimentation optimisée dans l'amélioration des performances reproductives et productives des ovins, cette partie expérimentale a pour objectif de tester l'efficacité d'un complément alimentaire d'origine locale, à base de caroube, administré aux femelles de race Ouled Djellal durant la période précédant la lutte.

Cette expérimentation pratique a été menée au sein de l'Unité Agricole de Production (UAP) Kadri Brahim. Nous nous attellerons dans ce volet à décrire la méthodologie adoptée, à définir les paramètres de mesure (indices de reproduction et de production), ainsi qu'à analyser les résultats obtenus, afin d'évaluer la contribution de ce supplément à l'amélioration des performances zootechniques du troupeau, et d'envisager sa possible généralisation dans les programmes d'alimentation locaux

Matériel et méthode

Objectif du travail

Cette étude vise à évaluer l'effet d'une supplémentation énergétique à base de caroube chez des antenaises de race Ouled Djellal, sur les performances productives et reproductives des femelles. Elle a également pour objectif de mettre en évidence la possibilité d'utiliser la caroube comme source énergétique alternative dans l'alimentation ovine.

II. Matériel et méthode

Présentation du site de travail

Cette étude a été réalisée au sein de l'exploitation UAP Kadri Ibrahim, située dans la région d'El Kharoub, wilaya de Constantine, en Algérie. Le site se trouve à environ 13 kilomètres au sud-est du chef-lieu de la wilaya. La zone est caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride, marqué par des hivers frais et humides et des étés chauds et secs. Avec une pluviométrie annuelle moyenne de 469 mm, ces conditions environnementales influencent directement la disponibilité des ressources fourragères ainsi que les modalités de gestion des pâturages.

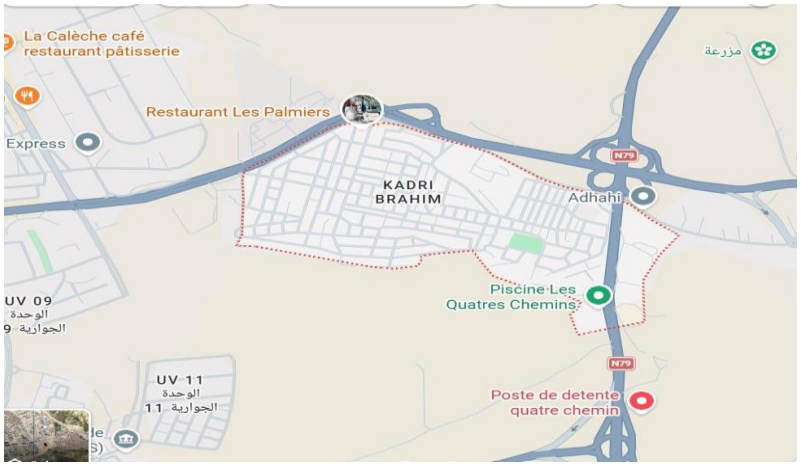


Figure 21: Localisation géographique de la ferme

La ferme UAP Kadri Ibrahim est une unité de production agricole relevant de la Société de Développement des Cultures Oléagineuses (SDCO), rattachée à l'Entreprise de Développement des Cultures Agricoles Stratégiques (EDCAS), sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Située à El Kharoub (wilaya de Constantine), elle s'étend sur une superficie totale de 846,6049 hectares, dont 845,9075 hectares de surface agricole utile (SAU). L'exploitation est de type mixte, associant les productions végétales et

l'élevage conduit en système semi-intensif. Elle dispose d'une surface bâtie de 7524 m², ne possède pas de surface irriguée et emploie 39 travailleurs.

2. Système de conduite de l'élevage au niveau de la ferme

2.1 Conduite de la production

7 béliers assurent la reproduction du troupeau qui comprend 347 brebis et 202 antenaises. Selon le mode effet bélier et monte naturelle. L'effet bélier est entrepris au mois d'avril et novembre. Les agnelages par conséquent sont répartis sur deux périodes de l'année : automne et printemps (figure1)

Répartition des agnelages :

Tableau 08: Représentation schématique de la conduite de la reproduction au niveau de la ferme**.**

Sep	Oct	Nov	Dés	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
Mise bas	Mise bas	Lutte	Lutte			Mise bas	Mise bas	Lutte	Lutte

2.2. Conduite alimentaire

L'alimentation du troupeau ovin est essentiellement basée sur les ressources pastorales des pâturages et herbages offerts par les terres étendues de la ferme, qui ont fait l'objet d'une étude de leur faciès végétal. Le calendrier fourrager de la ferme est organisé comme suit **(figure 2).**

- Le pâturage tout au long de l'année avec restriction en période hivernale.
- La paille utilisée comme aliment stratégique qui permet de sécuriser l'alimentation du cheptel face aux périodes de déficit en foin.
- Les chaumes de céréales constituent l'essentiel de l'alimentation estivale, à partir de fin juin jusqu'au début septembre
- L'avoine et le triticale en vert sont pâturées à partir de février jusqu'au début mai.
- Le concentré commercial est distribué à raison de 1 kg/tête :
  - En période de préparation à la lutte,
  - Durant toute la période de lactation (automne et printemps).

Moins	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juliet	Out

Pâturage												
Concentré												
La paille de céréales												
Chaume												
Le foin												

Tableau 09 : Représentation schématique de la conduite d'élevage des brebis Ouled-Djellal au niveau de la ferme.

3. Animaux, Aliments et dispositif expérimentale

3.1. Les antenaises

Vingt-quatre antenaises de race Ouled Djellal, âgées de 10 à 12 mois, issues d'un élevage de la ferme, ont été suivies durant une période s'étalant de trois semaines avant la lutte jusqu'à trois semaines après la lutte. Selon Dehimi (2001), cette race ne présente pas d'anœstrus saisonnier et peut être fécondée tout au long de l'année.

Toutes les femelles sélectionnées pour l'étude n'avaient aucun antécédent pathologique majeur et présentaient une bonne aptitude à la reproduction puisqu'elles ont atteint 60 à 70 % du poids adulte (au moins 45 kg).

Durant la période pré-expérimentale, toutes les femelles ont fait l'objet d'un :

- marquage distinctif et d'un relevé du numéro de leur boucle ;

- Déparasitage externe et interne à ivermectine (2 cc / antenaise) ; et vaccination contre les principales maladies des petits ruminants conformément au programme national de vaccination.

Les antenaises ont été aléatoirement réparties en 4 lots :

un lot témoin (T0) ; et trois lots expérimentaux (T25, T40, T50). Et ont fait l'objet d'un essai flushing.

3.2. Les béliers :

Des béliers entiers et de bonne libido ont été utilisés pour la monte naturelle dans l'essai flushing. Ils ont été séparés des femelles pour avoir un effet bélier.

La mise à la reproduction des antenaises est un atout majeur pour la rentabilité et le renouvellement de l'élevage.

3.3. Les aliments :

Dans notre essai, nous avons utilisé de la caroube entière (gousse avec les graines). Elle a été grossièrement broyée et mélangée aux autres composants des rations testées (T25, T40 et T50) à des taux respectifs de 25 %, 40 % et 50 % de caroube entière.

Un échantillon représentatif de chaque ration (T0, T25, T40 et T50) (Figure1, Figure2, Figure3, Figure4) a fait l'objet d'une analyse de sa composition chimique selon les méthodes AOAC (1990) (Association of Official Analytical Chemists). Il en est de même pour le pâturage fréquenté pendant le flushing, le foin et la paille distribués pendant la même période. Ainsi, les analyses de la composition chimique ont porté sur la matière sèche (MS), les cendres brutes (CB), la matière azotée totale (MAT) et la cellulose brute (CB).



Figure 22: Ratin expérimental T0



Figure 23 : Ration expérimental T25



Figure 24 : Ration expérimental T40



Figure 25: Ration expérimental T50

Ainsi des analyses de la composition

Pour prévoir les teneurs en UFV et UFL des rations (T0_T25_T40 et T50), nous avons utilisé les équations de Sauvant (1981) pour les concentrés.

Tandis que pour prévoir la valeur énergétique (UFL, UFV), les valeurs PAI et la digestibilité de la matière organique (dMO) du pâturage et du foin à partir de leur composition chimique, nous avons utilisé les équations de Baumont et al (2007) et Demarquilly et al. (1981).

3.4. L'essai flushing :

Notre essai flushing sur des antenaises Ouled Djellal a consisté à augmenter leurs apports nutritionnels 3 semaines avant et 3 semaines après la mise à la reproduction. Cette technique permet de stimuler les ovaires, d'augmenter la proportion des femelles en chaleur et de favoriser la nidation (Anonyme, 2016).

L'essai a combiné un pâturage sur culture de triticale-avoine (fin février-fin mars) et un pâturage d'herbe naturel (fin mars-fin mai) avec du concentré à base de caroube à différents taux d'incorporation de celle-ci. De la paille de blé a été distribuée à l'auge à raison de 200 à 300 g/animal/j.

Les animaux accédaient à l'eau d'abreuvement 2 fois par jour.

Après la mise en lot, une période de transition de 2 semaines a été ménagée pour les antenaises, au cours de laquelle les proportions des régimes expérimentaux ont été progressivement augmentées pour atteindre 800 g/animal/jour.

4- Observation et mesure

4.1 - Évaluation de l'état corporel

Les antennaires des quatre lots ont fait l'objet d'évaluations périodiques de leur état corporel. Ces évaluations ont été réalisées à deux moments précis (voir figure ...) :

- à j0, avant la distribution des rations : NECI (Note d'état corporel initial avant le flushing)
- à j21, juste avant la lutte : NEC f (Note d'état corporel finale, le dernier jour avant la lutte)

Cette notation a été effectuée au niveau lombaire (fig.27), selon le protocole et la méthodologie définis lors de la réunion **Vaginmed - CIHEAM FAO** du groupe de travail sur l'état corporel des petits ruminants **(Hervieu et al. 1989 ; Morand-Fehr et al. 1995)**.

Notation au niveau lombaire

Les notes sont graduées sur une échelle de 0 à 5. Elles présentent une forte corrélation avec la teneur en lipides de l'organisme (Bernard et Casu, 1987, cités par Flament et Morand-Fehr, 1977) ou avec la teneur en lipides de l'organe entier.

4.1.1 - Méthode d'attribution d'une note d'état corporel

Une bonne méthode d'appréciation de l'état corporel a été mise en œuvre par Russel et al (1969) permettant de donner des résultats fiable et répétable.

Les notes sont définies sur la base de repères anatomiques identifiables par palpation de la région lombaire de l'animal (figure 29).

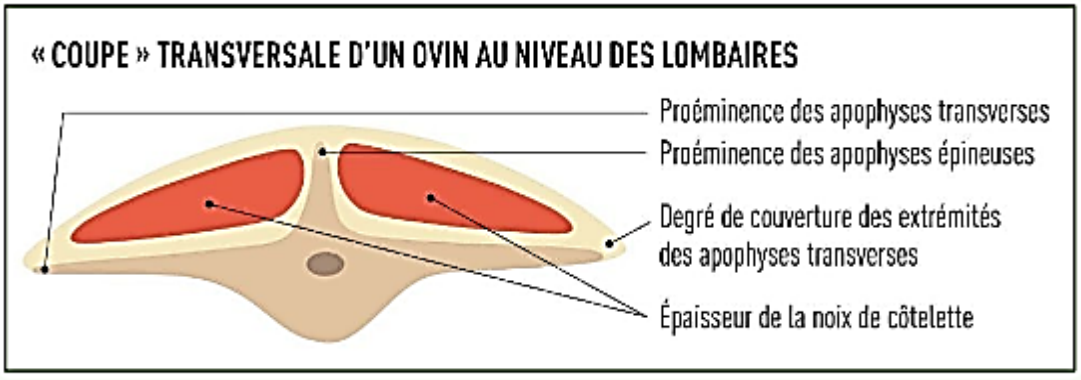


Figure 29: Coupe de la colonne vertébrale au niveau lombaire (zone du rein) (D'après Russel et al. 1974, cité par Dedieu et al. 1991).

La manipulation comprend 4 étapes distinctes (fig. 30) où nous avons apprécié successivement :

- La proéminence des apophyses épineuses
- La proéminence des apophyses transverses
- Le degré de couverture des extrémités des apophyses transverses
- Le développement des tissus entre les apophyses épineuses et transverses.

Nous avons donc suivi les étapes ci-dessous afin d'apprécier l'état de chair des femelles.

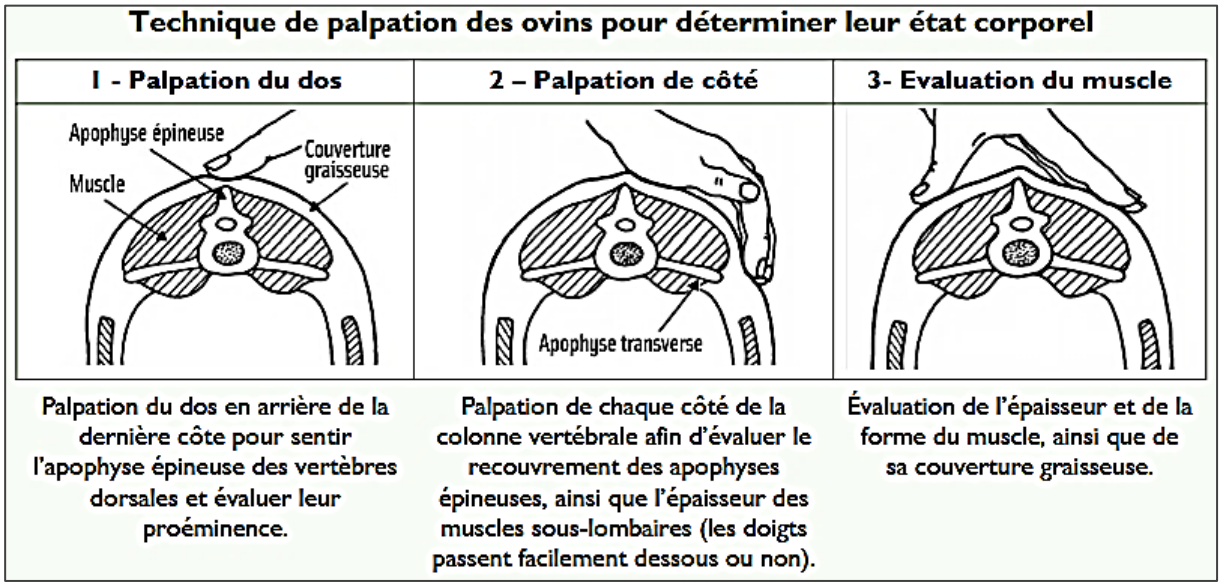


Figure 30 : Etapes de l'attribution d'une note d'état corporel par maniement de la région lombaire (Russel et al, 1984, cité parDedieu et al., 1991)

4.1.2 - Barème de notation de l’état corporel

L'indice 1

Caractérise un animal très maigre, dont la colonne vertébrale apparaît saillante et acérée. Les apophyses transverses sont également pointues, révélant une absence de dépôt adipeux et une masse musculaire minimale, permettant une insertion aisée des doigts sous ces structures (Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019).

L'indice 2

Décrit un animal maigre. La colonne vertébrale est lisse mais demeure perceptible. Les apophyses transverses sont lisses et légèrement arrondies, accompagnées d'une faible couche adipeuse et d'une profondeur musculaire modérée, requérant une légère pression pour glisser les doigts sous les apophyses (Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019).

L'indice 3

Est généralement considéré comme l'état optimal ou équilibré. La colonne vertébrale est perçue comme lisse et arrondie, l'intervalle entre les apophyses épineuses étant imperceptible. Les apophyses transverses sont lisses et nettement arrondies, avec une couche adipeuse moyenne et une épaisseur musculaire adéquate, nécessitant une pression significative pour l'insertion des doigts sous les apophyses (Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019).

L'indice 4

Caractérise un animal gras. La colonne vertébrale n'est perceptible qu'en exerçant une forte pression, et les apophyses transverses requièrent une pression similaire pour être détectées. Cet état est associé à une couche adipeuse substantielle et une pleine profondeur musculaire, exigeant une pression très intense pour insérer les doigts sous les apophyses (Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019) .

L'indice 5

Représente un animal très gras. La colonne vertébrale n'est pas palpable, même sous forte pression, et une dépression se forme directement au-dessus d'elle. Les apophyses transverses sont totalement imperceptibles, en raison d'une couche adipeuse très importante et d'une épaisseur musculaire maximale (Zealand, Ewe Body Condition Scoring Workshop, 2019).

5. Caractérisation de la végétation et valeur alimentaire du pâturage

5.1. Caractérisation de la végétation

Plus d'une dizaine d'hectares de parcelle non cultivée sert de terrain de parcours pour l'alimentation du cheptel ovin. Le couvert végétal est hétérogène et diversifié. Il comprend plusieurs groupements végétaux qui ont fait l'objet d'appréciation de leur biomasse et d'évaluation de leur valeur alimentaire. La biodiversité floristique du pâturage a été mesurée par sa richesse floristique **(Daget, 1972 ; Daget et Poissonet, 1977).**

L'observation de la végétation a concerné plusieurs variables permettant de caractériser les faciès de végétation, d'apprécier la biomasse et d'évaluer la valeur alimentaire de la ressource. L'étude de ce pâturage peut donc être décomposée en deux phases :

- L'inventaire détaillé de la végétation.
- L'appréciation de sa valeur bromatologique.

La période d'étude s'est étalée d'avril à mai. Cette période est la plus propice au développement et donc à l'identification des espèces.

Pour quantifier les espèces et familles présentes, nous avons opté pour l'utilisation de la méthode quadrat, qui consiste à définir aléatoirement dans la parcelle un certain nombre de carrés dans lesquels est effectué un relevé des espèces végétales avec leur abondance-dominance (ou coefficient de recouvrement). Donc notre surface d'échantillonnage est un quadrat de 1 m × 1 m **(Poissonet et Poissonet, 1969),** matérialisé par une cordelette et des piquets en bois (figure 31).

5.1.1. Dénombrement des espèces

L'importance relative des espèces est exprimée par deux paramètres, à savoir :

- **L'abondance,** qui prend d'estime le degré de présence de l'espèce (Faurie ***et al.*** 2003), en qualifiant le nombre d'individus de cette espèce sur une surface de référence. L'individu pouvant être constitué d'une tige unique ou d'une touffe (Boudet et Bayeux, 1963). On rencontre ainsi :
  - des plantes très rares
  - des plante rares
  - des plante assez fréquentes
  - des plante fréquentes
  - des plante très fréquentes

La dominance, ou degré de couverture d'une espèce, représente la place occupée par la plante. Son degré de couverture correspond à la valeur approximative, de recouvrement de ses parties aériennes.

Le coefficient d'abondance-domination tient compte de la relation entre ces deux critères. Nous avons utilisé pour cela l'échelle de **Braun-Blanquet (1951)** qui va du signe + à la valeur 5.

5.1.2. Fréquence des espèces

La détermination de la fréquence de ces espèces s'est faite sur la base du procédé de **Raunkier** (Faurie *et al.* 2003) qui consiste à jeter sur l'aire étudiée un carré de 1 m ou 50 cm de côté et à faire l'inventaire de la végétation à l'intérieur du carré, en répétant l'opération au moins 5 fois pour une surface de 100 m².

La fréquence est calculée (en %) selon la formule :

$$F(x) = (n / N) \times 100$$

Où :

n : nombre de relevés de l'espèce x

N : nombre total de relevés réalisés

5.2. Appréciation de la valeur alimentaire du pâturage

Pour cette opération, 4 carrés de 1 m² de surface matérialisée par une cordelette, ont été répartis au hasard à l'intérieur de la parcelle prédéfinie.

Nous avons effectué des fauchages de la totalité des plantes ou touffes dressées dont le point d'enracinement se trouvait à l'intérieur de chacun des 4 plateaux (cadres) (**Boudet** et **Baeyens, 1963**). La valeur bromatologique est appréciée par analyse de prélèvements d'environ 200 g en sec.

Les échantillons collectés ont subi un séchage à 56 °C pendant 48 heures jusqu'à poids constant. La MS est déduite par soustraction du poids sec au poids frais. Ces échantillons ont été par la suite broyés pour des analyses ultérieures puis ont été mis dans une autre étuve pour déterminer la teneur en matière sèche à 103 °C. Outre la teneur en matière sèche, les échantillons ont été analysés pour les teneurs en MM, MAT et CB .

6. Prévision de la valeur alimentaire de la caroube

6.1. Teneurs énergétiques

Pour prévoir les teneurs en UFV et UFL, des deux rations proposées, nous avons utilisé les équations **INRA (1978)** selon **Sauvant (1981)** , pour les concentrés.
UFL= 121, 80+0,11 MA - 1,81 CB+1,26 MG

UFV= 124.15+0,06 MA - 2,20 CB + 1.22 MG

Tableau 12. Analyses de prévision de la valeur alimentaire de la caroube

MA	**Matières azotées totales (% MO)**
CB	Cellulose brute (% MO)
MG	Matière grasse (% MO)
UFL, UFV	Valeurs UF lait Cu UF viande par 100 Kg de MO
PDI	Protéines Digestibles Intestinales
UEM	Unité d'encombrement Mouton
QIM	Quantité ingérée mouton

7. Analyses statistiques des données

L'analyse des résultats des performances de reproduction des brebis obtenues, exprimés en pourcentage (%), a été réalisée suivant le test de Khi-Carré (x2) avec ou sans la correction Fisher-yates, basé sur le travail de Brown (1988). Les comparaisons entre les paramètres de reproduction des deux lots ont été faites par le test de Student Newman-Keuls. Les résultats portant sur l'état corporel des femelles ont été soumis à une analyse de variance à un critère (rations) de classification du model linaire général uni varié (GLM, SPSS version 17.0, 2008) en utilisant les notes d'état corporels initiales (NEC I) comme facteur de covariance afin d'éliminer leur influence sur les notes d'état corporels finales (NEC F). Les résultats des performances zootechniques sont exprimés par la moyenne l'écart-type de la moyenne $(m \pm ECTM)$. Une analyse de la régression a permis de mettre en évidence la relation entre la note d'état corporel des femelles à la mise bas et le poids des agneaux à la naissance, à J10, J20, J30, J40 et J50, de même qu'entre les poids initiaux des agneaux et leurs poids de J20 à J50.

Résultats et Discussion

Introduction

Le présent chapitre est consacré à l'exposition et à l'interprétation des résultats obtenus dans le cadre de l'essai de flushing mené sur des antenaises de race Ouled Djellal à l'Unité Agricole de Production (UAP) Kadri Brahim. Quatre lots ont été constitués selon le taux d'incorporation de caroube dans la ration concentrée : T0 (0 %), T25 (25 %), T40 (40 %) et T50 (50 %), distribués durant trois semaines avant et trois semaines après la mise à la reproduction (J0 à J42).

Les résultats sont présentés selon trois axes : (1) les performances pondérales et l'évolution de la note d'état corporel (NEC), (2) le profil biochimique sanguin, et (3) les paramètres de détection des chaleurs. Les analyses ont été réalisées à l'aide d'une ANOVA à un facteur, d'un test post-hoc de Student-Newman-Keuls (SNK), d'une ANCOVA (NEC initiale comme covariable) et d'un test du Khi-carré, conformément à la méthodologie décrite au chapitre précédent.

1. Composition botanique, chimique et valeurs nutritives du pâturage

1.1. Composition botanique du couvert végétal

À travers les différents relevés floristiques effectués par le biais de la méthode du quadra, la flore qui y a été recensée, a été riche en 09 espèces réparties parmi 07 genres et 5 familles. L'importance des genres et des espèces a été variable dans les différentes familles, comme suit:

Poaceae	3 genres, 3 espèces
Fabaceae	2 genres, 2 espèces
Asteraceae	2 genres, 2 espèces
Malvaceae	1 genre, 1 espèce
Polygonaceae	1 genre, 1 espèce

La végétation herbacée a été dominée par la famille des graminées (45,11%) **(Figure32)** qui a été de loin la plus représentée essentiellement par les genres: Bromus (42,44%), Hordeum (30,81%) et Avena (3,49%) qui sont des végétaux très appréciés **(Figure 33).**

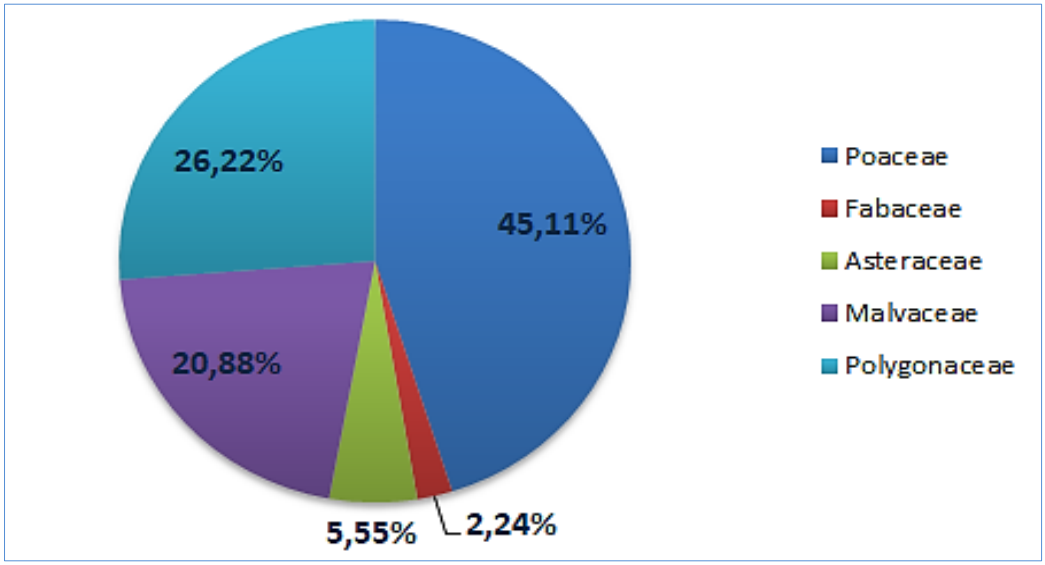


Figure 32 : Dominance des familles du couvert végétal

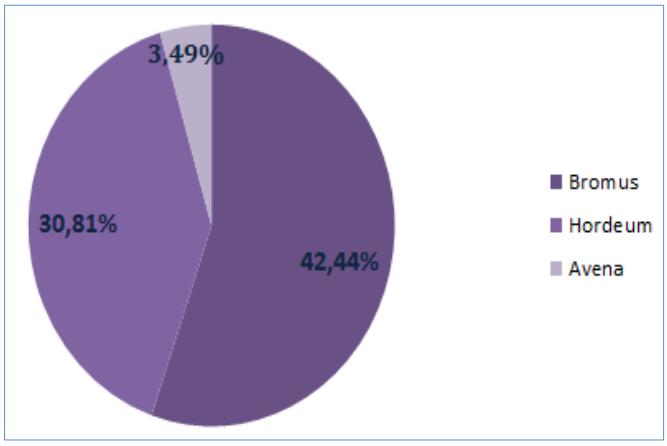


Figure 33 : Les genres dominants des graminées Fourragères

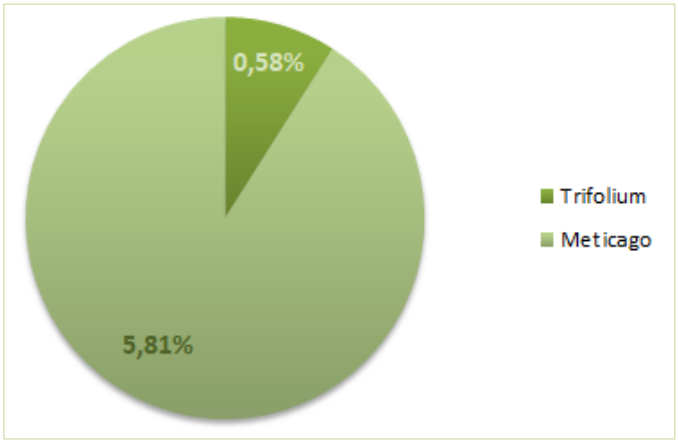


Figure 34 : Les genres dominants des légumineuses Fourragères

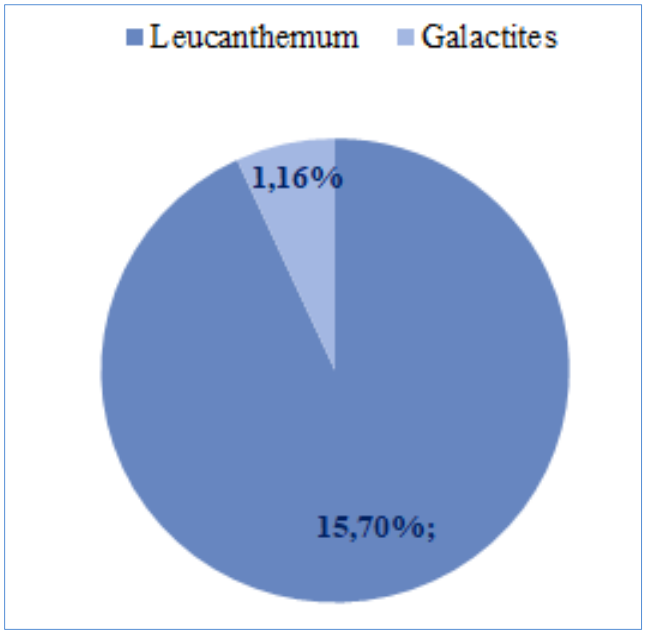


Figure 35 : Les genres dominants des composés Fourragères

Elle est suivie de la famille des Polygonacées (26,22%), Malvacées (20,88%), des composées (5,55%) dont l'espèce la plus régulièrement rencontrée et la plus appréciée par les ovins au stade jeune est Leucanthemum vulgare (15,70%) **(Figure 35).** Les graminées, légumineuses et composées (**figure 32**) ont ainsi rassemblé à elles seules plus de la moitié des espèces, soit 53% de l'effectif total.

1.2 Composition chimique et valeur alimentaire du foin et pâturage

Les résultats portant sur les analyses de la composition chimique et la valeur nutritionnelle du pâturage de printemps font surtout remarquer un taux élevé en cellulose brute (32%) parallèlement à une faible teneur en protéines brutes (10%) qui serait sans doute imputable à la faible part des légumineuses dans le couvert végétal. D'autre part l'avancé plutôt précoce des périodes chaudes dans ces régions pourrait donc également être à l'origine de cette augmentation en composés pariétaux. Rappelons aussi, dans ce contexte, que la teneur en parois végétales augmente avec la croissance de la plante **(Baumont, Aufrère et Meschy, 2009).** La teneur en matière minérale (7,52%) est assez importante et varie fortement avec la famille botanique (**Baumont, 2009).**

Les valeurs énergétiques et protéiques du pâturage de printemps (UFL= 0,76 g/kg MS et PDIE 75 g/Kg de MS), selon les recommandations INRA/INRAE, une antenaise de 45 à 55 kg présente approximativement les besoins de 0,80 à 0,95 UFL/j et 80 à 95 g/j de PDIE. Ces besoins sont supérieurs à ceux d'une brebis adulte strictement à l'entretien en raison de la croissance résiduelle. C'est pourquoi, le flushing a pour objectif d'améliorer l'état nutritionnel juste avant et pendant la lutte afin de stimuler le taux d'ovulation. La complémentation énergétique vise à apporter 10 à 20 % d'énergie supplémentaire par rapport aux besoins d'entretien (ou d'entretien + croissance chez les antenaises).

1. Performances pondérales des antenaises

1.1. Vérification de l'homogénéité initiale des lots (J0)

Avant le démarrage de l'essai, une vérification de l'homogénéité entre les quatre lots a été réalisée sur le poids vif initial et la note d'état corporel initiale (NEC_0). Les résultats sont consignés dans le tableau 1.

Les résultats de l'ANOVA indiquent que le poids vif initial ne diffère pas significativement entre les quatre lots ($F = 1,773$; $p = 0,185$), avec des moyennes de 44,85 à 50,67 kg, compatibles avec le profil attendu d'une antenaise Ouled Djellal de 10 à 12 mois ayant atteint 60 à 70 % du poids adulte, seuil recommandé pour une première mise à la reproduction (Chellig, 1992 ; Dehimi, 2001). En revanche, la NEC initiale présente une hétérogénéité significative entre lots ($F = 4,331$; $p = 0,017$), le lot T40 démarrant plus haut ($3,00 \pm 0,06$), ce qui justifie le recours à l'ANCOVA pour l'analyse de la NEC finale.

1.2. Évolution du poids vif en cours d'essai (J21 et J42)

L'évolution du poids vif a été suivie à trois dates clés : J0 (début du flushing), J21 (veille de la lutte) et J42 (fin de l'essai). L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 2 et illustré par la figure 1.

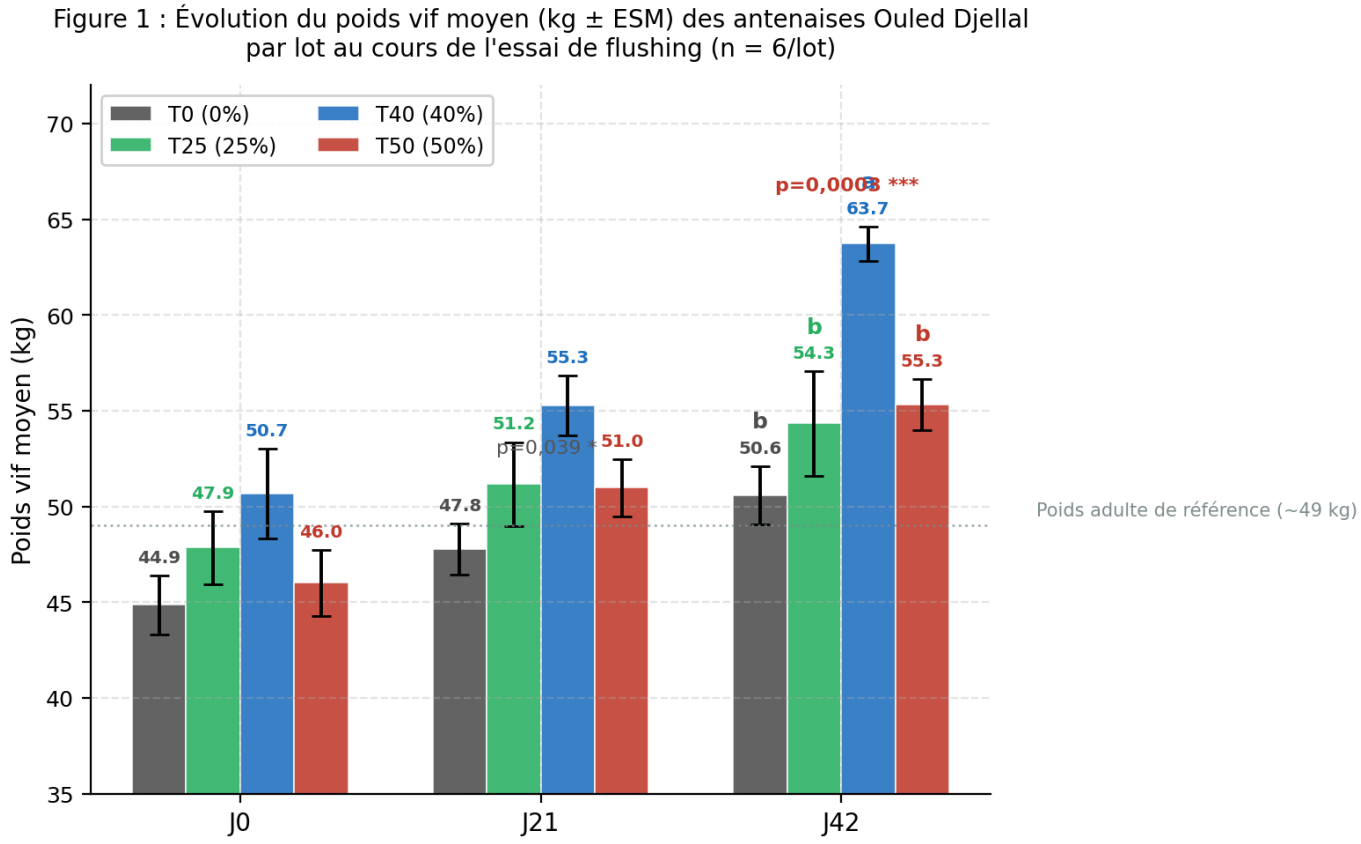


Figure 31 : Évolution du poids vif moyen (kg ± ESM) des antenaises Ouled Djellal par lot au cours de l'essai de flushing (n = 6/lot). Les lettres (a, b) indiquent les groupes homogènes selon le test SNK.

À J21, des différences significatives apparaissent entre les lots (F = 3,364 ; p = 0,039). Le test post-hoc SNK révèle que le lot T40 se distingue significativement du lot T0 ($p < 0,05$), les lots T25 et T50 occupant une position intermédiaire non différente de T40 ni de T0. Ces premiers résultats suggèrent que trois semaines de flushing suffisent à différencier les performances pondérales pour le taux de 40 %.

À J42, les écarts entre lots s'accentuent de manière très hautement significative (F = 9,985 ; p = 0,0003). Le lot T40 atteint un poids moyen de 63,72 ± 0,91 kg, significativement supérieur

aux trois autres lots (T0 : 50,57 ± 1,52 kg ; T25 : 54,33 ± 2,72 kg ; T50 : 55,33 ± 1,33 kg). Ce résultat est cohérent avec les observations de Boussaada et al. (2026) concernant l'effet positif des sous-produits énergétiques locaux sur le poids vif des brebis Ouled Djellal. La teneur élevée en sucres de la caroube (~500 g/kg de pulpe ; Petit et Pinilla, 1995) constitue une source d'énergie fermentescible favorisant la lipogenèse et les synthèses protéiques, d'où la supériorité de T40 qui semble correspondre au taux d'incorporation optimal. Au-delà (T50), les effets s'atténuent, probablement en raison d'une saturation des capacités de fermentation ruminale à des taux élevés en sucres rapidement fermentescibles.

1.3. Gain Moyen Quotidien (GMQ)

Le gain moyen quotidien (GMQ) a été calculé pour deux périodes distinctes (J0–J21 et J21–J42) et sur l'ensemble de la période expérimentale (J0–J42). Les résultats sont présentés dans le tableau 3 et illustrés par la figure 2.

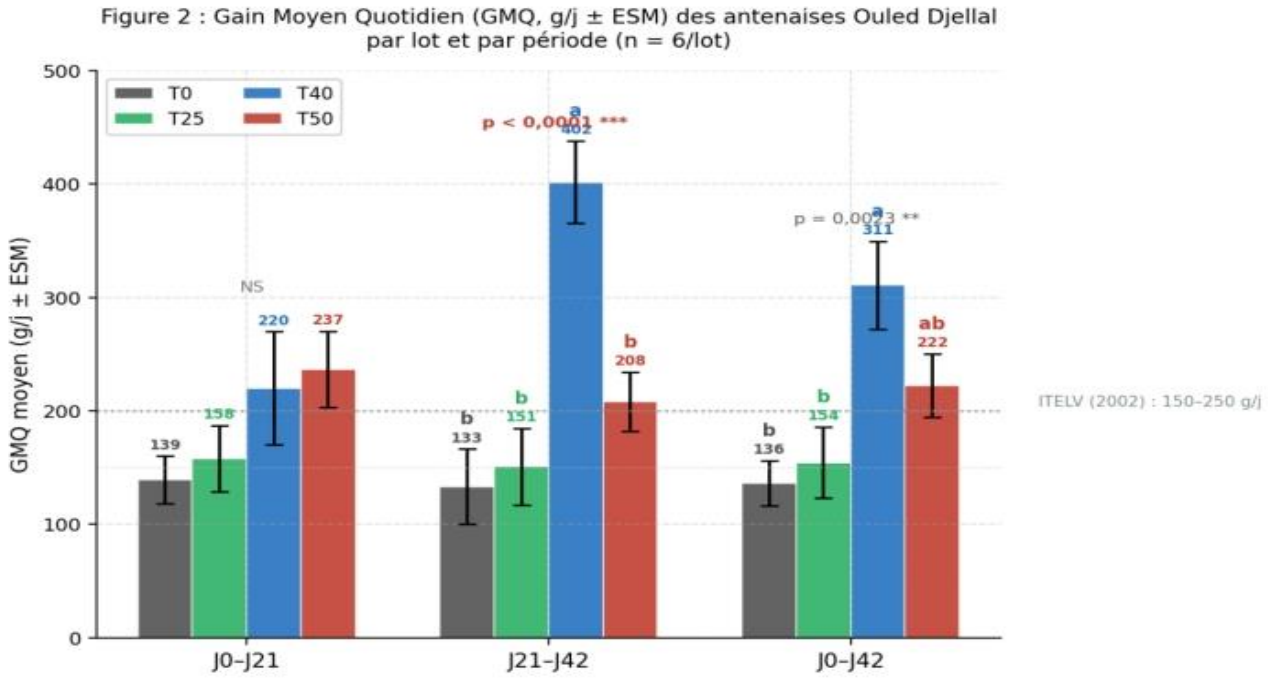


Figure 32 : Gain Moyen Quotidien (GMQ, g/j ± ESM) des antenaises Ouled Djellal par lot et par période (n = 6/lot). La ligne pointillée indique la plage de référence de la race selon l'ITELV (2002). *** p < 0,001.

Durant la phase J0–J21 (flushing pré-lutte), aucune différence significative du GMQ n'est observée entre lots (F = 1,819 ; p = 0,176), témoignant d'une période d'adaptation encore en cours. En revanche, la phase J21–J42 (post-lutte) révèle des différences très hautement

significatives (F = 14,310 ; p < 0,0001) : le lot T40 affiche un GMQ exceptionnel de 401,59 ± 36,32 g/j, soit 2 à 3 fois supérieur aux lots T0 (133,25 g/j), T25 (150,79 g/j) et T50 (207,94 g/j), tous regroupés dans le même groupe homogène selon le test SNK. Sur l'ensemble de la période J0–J42, le lot T40 (310,71 ± 38,72 g/j) surpasse significativement T0 et T25. Les GMQ des lots T0 et T25 (136–157 g/j) restent dans la plage de référence de la race Ouled Djellal en système extensif (150–250 g/j ; ITELV, 2002 ; Djellal et al., 2014, 2023), confirmant le caractère exceptionnel de la réponse de T40.

2. Note d'État Corporel (NEC)

2.1. Évolution de la NEC au cours de l'essai (valeurs brutes)

La NEC a été évaluée à J0, J21 et J42 par palpation lombaire (Russel et al., 1969 ; Belkacem, 2020). Les résultats bruts sont présentés dans le tableau 4 et illustrés par la figure 3.

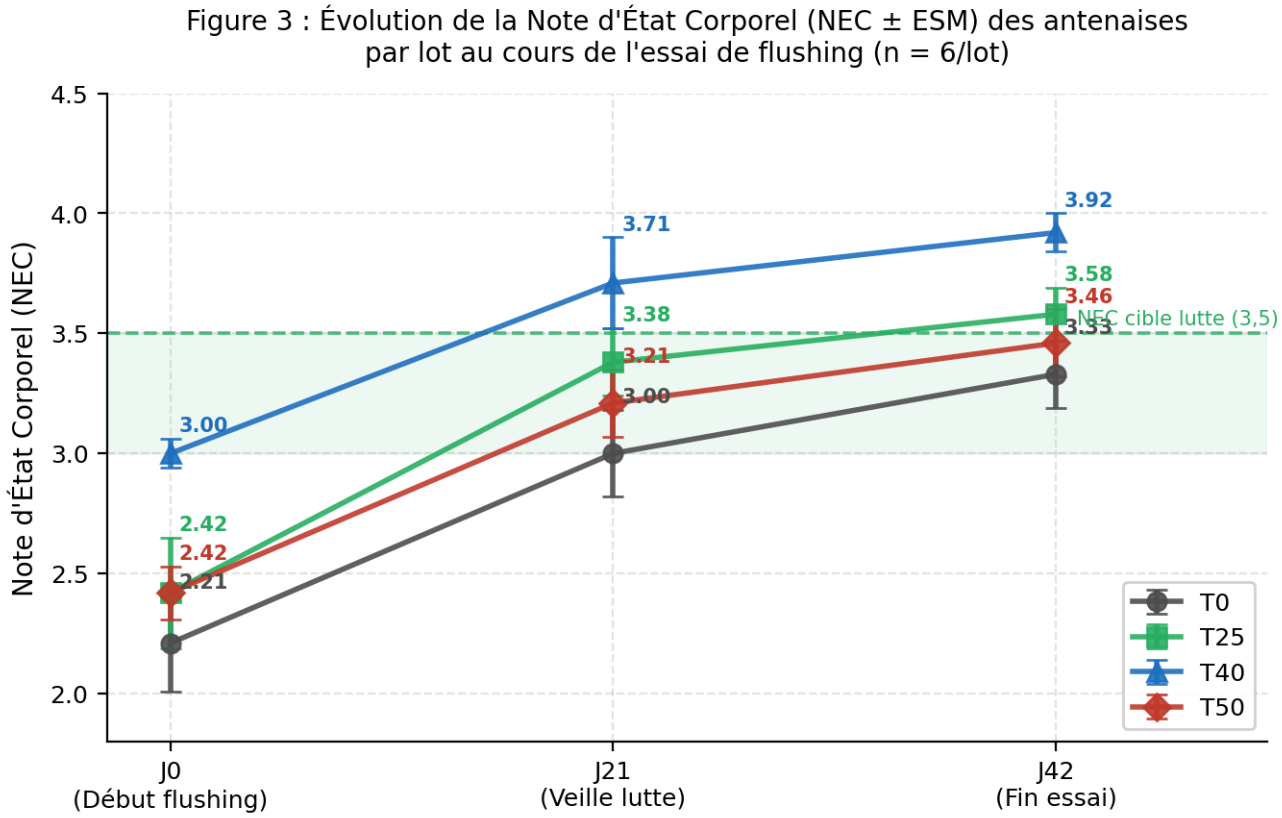


Figure 33 : Évolution de la Note d'État Corporel (NEC ± ESM) des antenaises Ouled Djellal par lot au cours de l'essai. La bande verte indique la zone NEC cible (3,0–3,5) à la lutte (Belkacem, 2020).

On observe une progression de la NEC dans tous les lots au cours de l'essai, de 2,21–3,00 à J0 à 3,33–3,92 à J42, reflétant l'effet général du flushing énergétique sur le reconditionnement corporel. Toutes les valeurs finales se rapprochent ou dépassent le seuil recommandé de 3,5 à la lutte (Belkacem, 2020 ; CIHEAM-FAO, Morand-Fehr et al., 1995). En revanche, le gain de NEC total (J0–J42) ne diffère pas significativement entre lots (F = 0,598 ; p = 0,624), indiquant une amplitude de progression comparable quels que soient les régimes.

2.2. Analyse de covariance (ANCOVA) — Effet propre du traitement sur la NEC finale

Afin d'éliminer l'influence de la NEC initiale sur les NEC finales, une ANCOVA a été appliquée (modèle : NEC_J42 = Groupe + NEC_0). Les résultats sont présentés dans le tableau 5.

La figure 4 présentent les moyennes ajustées de NEC_J42 par lot, estimées à la valeur de NEC_0 moyenne commune.

Figure 4 : Moyennes ajustées de la NEC finale (J42) par lot (ANCOVA ; p groupe = 0,401 NS)

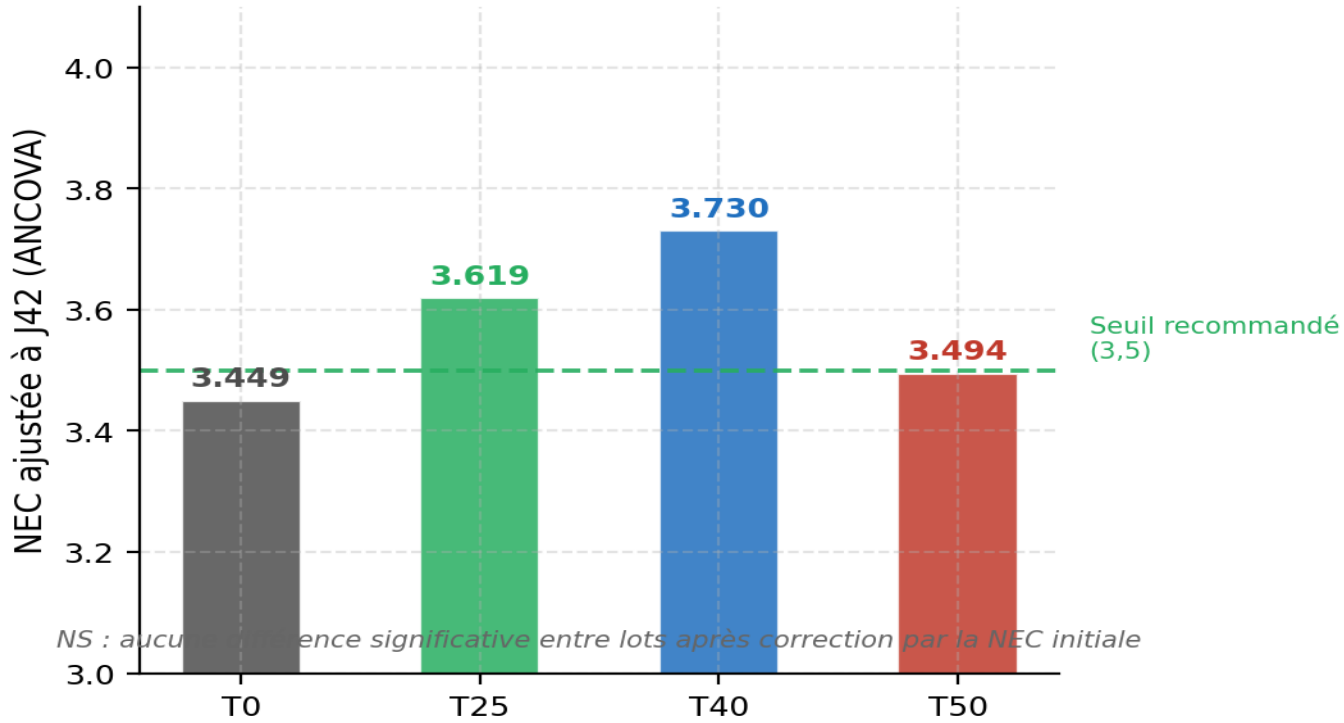


Figure 34 : Moyennes ajustées de la NEC finale (J42) par lot issues de l'ANCOVA. La ligne pointillée indique le seuil NEC recommandé à la lutte (3,5). Aucune différence significative entre lots (p = 0,401 NS).

L'ANCOVA révèle que, une fois l'effet de la NEC_0 neutralisé, l'effet du groupe n'est plus significatif (F = 1,032 ; p = 0,401). En revanche, la NEC_0 constitue un prédicteur significatif de la NEC_J42 (F = 7,385 ; p = 0,014) : les différences brutes de NEC observées entre lots reflètent en grande partie l'hétérogénéité initiale, et non un effet propre du taux de caroube sur l'état corporel. Les moyennes ajustées (tableau 6) suivent toutefois une légère tendance croissante de T0 (3,449) à T40 (3,730), sans atteindre la significativité avec l'effectif actuel. Ces résultats s'inscrivent dans la continuité de Djaalab (2017), qui documentait une amélioration significative de l'état corporel chez des brebis Ouled Djellal supplémentées en sous-produits énergétiques locaux.

3. Paramètres biochimiques sanguins

Le profil biochimique sanguin a été évalué sur un sous-échantillon de 12 animaux (n = 3/lot) à J0 et J20. Les paramètres mesurés comprennent les triglycérides (TG), le glucose (GLU), l'urée et le cholestérol total (CHOL), exprimés en g/L. L'effectif réduit (n = 3/lot) limite la puissance statistique des comparaisons inter-groupes.

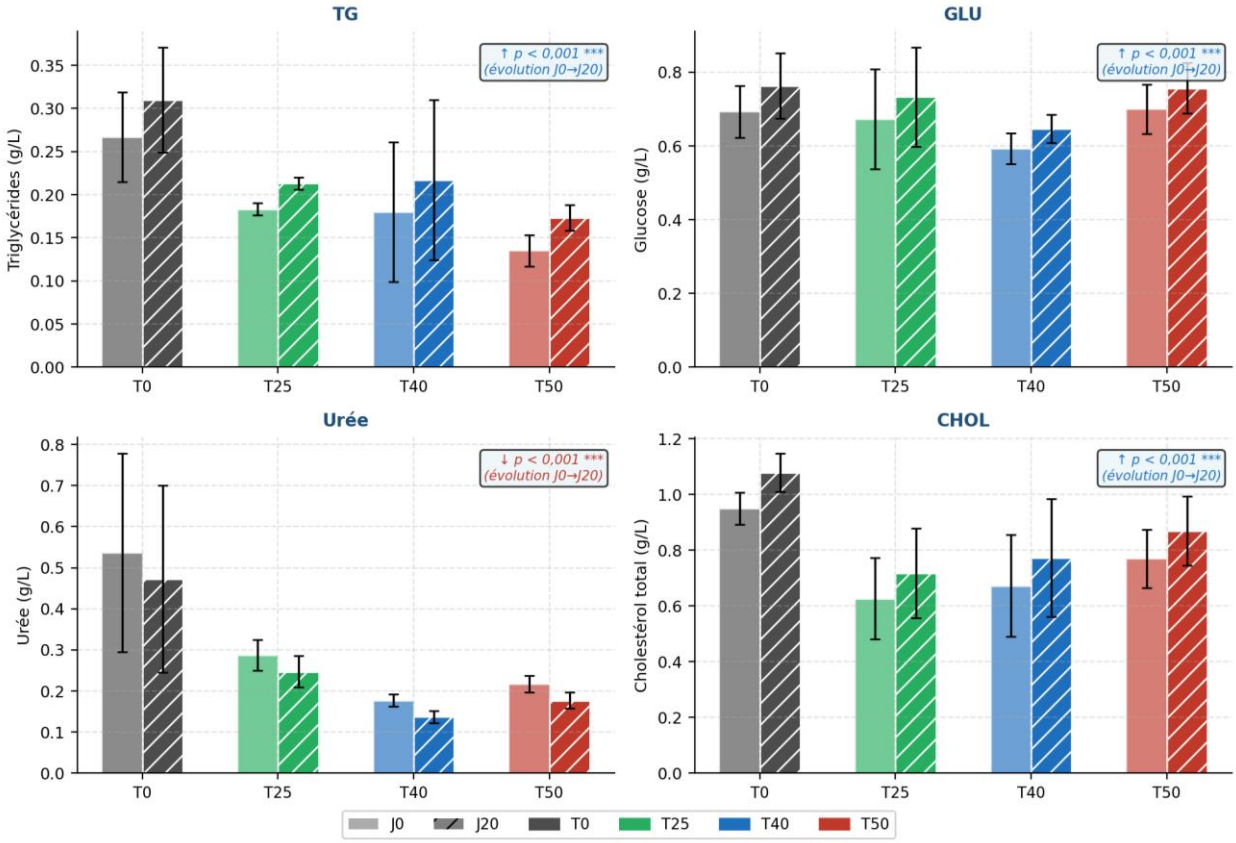


Figure 35 : Évolution des paramètres biochimiques sanguins (g/L ± ESM) par lot entre J0 (barres claires) et J20 (barres hachurées). La flèche indique le sens de l'évolution J0→J20 (*** p < 0,001 pour tous les paramètres, test t apparié, n = 12*).*

3.1. Triglycérides (TG)

Les teneurs en TG ne diffèrent pas significativement entre lots (p > 0,35), mais augmentent significativement de 0,191 à 0,228 g/L entre J0 et J20 sur l'ensemble de la cohorte (t = -9,409 ; p < 0,001). Cette élévation reflète l'activation de la lipogenèse induite par l'amélioration des apports énergétiques lors du flushing (Djaalab, 2017). Les valeurs restent dans la plage physiologique ovine (0,10–0,50 g/L).

3.2. Glucose

La glycémie augmente significativement de 0,665 à 0,725 g/L entre J0 et J20 (t = -12,586 ; p < 0,001) sans différence inter-lot (p > 0,78). L'augmentation est cohérente avec le rôle de la propiogenèse : la fermentation ruminale des sucres de la caroube génère du propionate, principal précurseur glucoformateur chez les ruminants, améliorant le statut énergétique

préalable à la folliculogenèse (Scaramuzzi et al., 2006). Les valeurs (0,59–0,76 g/L) sont dans les normes ovines (0,50–0,80 g/L).

3.3. Urée sanguine

L'urémie diminue significativement de 0,304 à 0,258 g/L entre J0 et J20 ($t = +11,000$; $p < 0,001$). Cette réduction classique témoigne de l'effet d'épargne protéique de l'énergie : lorsque les apports énergétiques sont suffisants, le catabolisme des acides aminés à des fins énergétiques est réduit, abaissant la production d'ammoniaque et l'urémie. Des résultats similaires ont été documentés par Djaalab (2017) chez des brebis Ouled Djellal supplémentées en rebuts de dattes ($p < 0,0001$).

3.4. Cholestérol total

La cholestérolémie augmente significativement de 0,755 à 0,860 g/L entre J0 et J20 ($t = -10,621$; $p < 0,001$). Cette hausse reflète une activation du métabolisme stéroïdien, le cholestérol étant le précurseur de la progestérone et des estrogènes, hormones essentielles à la cyclicité reproductive (Chilliard, 1987). En synthèse, l'évolution temporelle cohérente des 4 marqueurs constitue une validation biochimique de l'effet positif global du flushing à base de caroube sur le statut métabolique et énergétique des antenaises, indépendamment du taux d'incorporation.

4. Performances de détection des chaleurs

La détection des chaleurs (œstrus) a été réalisée par observation comportementale avec béliers tabliers sur six semaines de suivi (S1 à S6). Les résultats sont consignés dans le tableau 9 et illustrés par la figure 6.

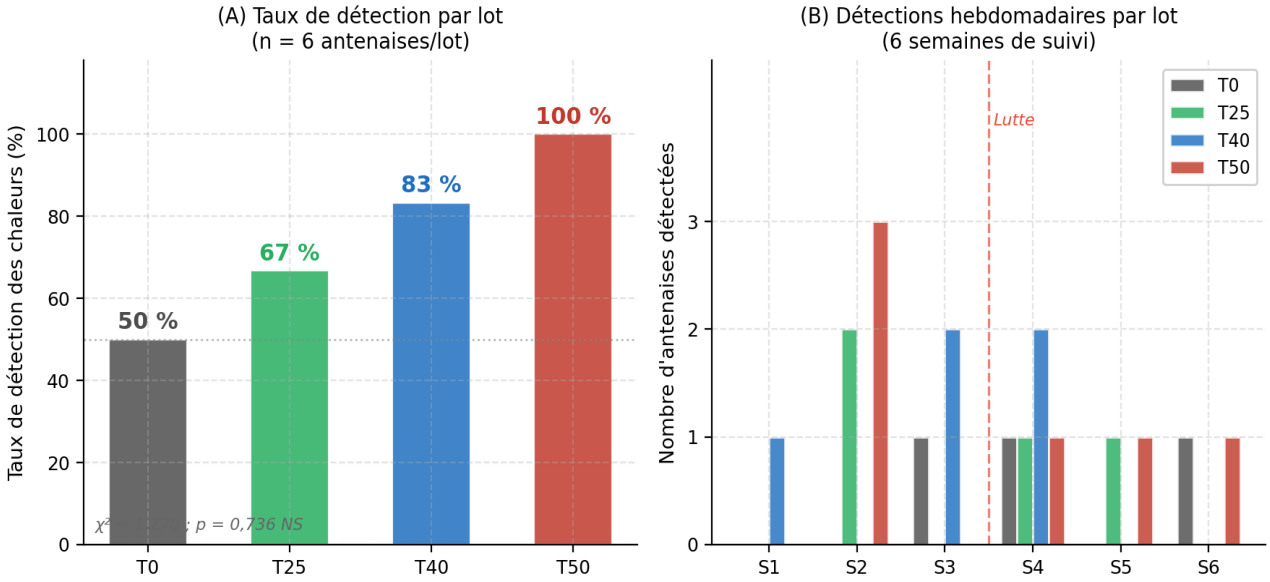


Figure 36 : (A) Taux de détection des chaleurs (%) par lot sur 6 semaines de suivi (n = 6/lot). (B) Détections hebdomadaires par lot. La ligne verticale rouge indique la date de la lutte (J21). $\chi^2 = 1,270$; p = 0,736 NS.

Les taux de détection présentent une progression croissante et apparemment dose-dépendante avec le taux de caroube : T0 = 50,0 %, T25 = 66,7 %, T40 = 83,3 % et T50 = 100,0 %. Le test du Khi-carré ne révèle cependant pas de différence statistiquement significative ($\chi^2 = 1,270$; p = 0,736), en raison principalement du faible effectif par cellule de contingence (effectif attendu < 5), comme prévu dans la méthodologie originale (recours recommandé au test exact de Fisher).

Cette tendance est biologiquement cohérente : l'amélioration des apports énergétiques lors du flushing stimule la croissance folliculaire, augmente la fréquence des pulsations de LH et améliore le taux d'ovulation (Scaramuzzi et al., 2006). L'atteinte d'un taux de 100 % dans le lot T50 suggère une activation complète des femelles disponibles. Ces observations concordent avec les travaux de Smaali et Chemmam (2017) sur l'efficacité du flushing énergétique pré-lutte pour améliorer les performances reproductives des brebis Ouled Djellal, et avec les données de référence de Mefti et al. (2017) rapportant un taux de fertilité de 83,3 % pour cette race dans les steppes algériennes.

Il convient de préciser que la détection des chaleurs constitue un indicateur préliminaire. L'évaluation complète des performances reproductives (fertilité réelle, taux de mise bas,

données sur les agneaux) nécessiterait un suivi ultérieur dont les données n'étaient pas disponibles pour la présente analyse.

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude intitulée « Valorisation de la caroube en alimentation ovine : effets sur les performances zootechniques et de reproduction chez la race Ouled Djellal », nous avons pu évaluer l'intérêt de l'incorporation de cette ressource locale comme alternative énergétique dans les systèmes d'élevage steppiques et semi-arides algériens.

L'expérimentation menée au sein de l'Unité Agricole de Production (UAP) Kadri Brahim a permis d'apporter des réponses précises à notre problématique initiale concernant l'efficacité du flushing à base de farine de caroube. Les principales conclusions qui s'en dégagent sont les suivantes :

* Sur le plan des performances pondérales : L'étude a révélé la supériorité nette du lot ayant reçu un taux d'incorporation de 40 % (T40). Ce groupe a enregistré un gain moyen quotidien (GMQ) post-lutte de 401,59 g/j, atteignant un poids final de 63,72 kg, significativement plus élevé que les autres lots. Ce résultat suggère que le taux de 40 % constitue l'optimum métabolique pour la valorisation des sucres de la caroube chez les antenaises Ouled Djellal.

* Sur le plan de l'état corporel (NEC) : L'essai de flushing a rempli ses objectifs de reconditionnement physique. Toutes les femelles ont atteint ou dépassé le seuil recommandé de 3,5 lors de la mise à la reproduction, avec des scores finaux oscillant entre 3,33 et 3,92. Cela confirme que la caroube est un excellent support pour les réserves adipeuses nécessaires au succès de la reproduction.

* Sur le plan biochimique et métabolique : Les analyses ont validé l'effet positif global du régime sur le statut nutritionnel. Nous avons observé une augmentation hautement significative des taux de glucose, de triglycérides et de cholestérol, couplée à une diminution de l'urée sanguine. Ces marqueurs témoignent d'une amélioration du bilan énergétique et d'une épargne protéique efficace, conditions indispensables à une folliculogenèse optimale.

* Sur le plan reproductif : Bien que l'effectif soit limité, une tendance positive et dose-dépendante a été observée dans la détection des chaleurs, atteignant un taux de 100 % pour le lot T50. Cela démontre l'impact stimulant des glucides de la caroube sur l'activité ovarienne des brebis.

En réponse à notre question de recherche, la caroube locale s'avère être bien plus qu'un simple substitut alimentaire. Elle constitue un « booster énergétique » viable et performant, capable d'améliorer significativement l'état physiologique et le potentiel de reproduction des brebis Ouled Djellal. Son utilisation permet non seulement de valoriser une ressource naturelle abondante, mais aussi de réduire la dépendance vis-à-vis des céréales importées et des aliments concentrés coûteux.

Perspectives :

Pour consolider ces résultats encourageants, il serait pertinent de poursuivre ces travaux sur des effectifs plus larges afin de quantifier l'impact sur les taux de mise bas effectifs et sur le poids des agneaux au sevrage. La généralisation de cette stratégie alimentaire pourrait constituer un levier stratégique pour un élevage ovin plus durable et économiquement rentable en Algérie.

Références Bibliographiques

A

Aafi, A. (1996). *Caractéristiques écologiques et dendrométriques du caroubier (Ceratonia siliqua L.) au Maroc.* Centre National de la Recherche Forestière (CNRF), Rabat/Maroc.

Albanell, E., Caja, G., & Plaixats, J. (1991). *Characteristics of Spanish carob pods and nutritive value of carob kibbles.* (CIHEAM, Éd.) Zaragoza.

ANRH), A. N. (2004). *Carte des domaines bioclimatiques et distribution du caroubier en Algérie.* Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), Alger.

Arnaud, E. (2014). *Performences de reproduction : la fécondité des ovins.* Bulletin de I'Alliance Pastorale.

Avallone, R., Plessi, M., Baraldi, M., & Monzani, A. (1997). Determination of Chemical Composition of Carob (Ceratonia siliqua): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins. *Journal of Food Composition and Analysis, 10*, pp. 166-172. doi:Journal of Food Composition and Analysis

A. Zidane, M. Taherti, 2021. Variations saisonnières des performances de reproduction des brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie. https://doi.org/10.19182/remvt.36801

B

Batlle, I., & Tous, J. (1997). *Carob tree. Ceratonia siliqua L.* (I. o. (IPGRI), Éd.) Rome.

Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, M., Millán, F., . . . Puppo, M. (2008). Composition and structure of carob (Ceratonia siliqua L.) germ proteins. *Food Chemistry, 107*, pp. 675- 683. doi:10.1016/j.foodchem.2007.08.069

Benmahioul, B., Kaid-Harche, M., & Daguin, F. (2011). Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt Méditerranéenne, 32*, pp. 51-58.

Blache, D., & Martin, G. B. (2009). Focus feeding to improve reproductive performance in male and female sheep and goats: how it works and strategies for using it. Dans CHEAM/FAO/NAGREF (Éd.), *Nutritional and Foraging Ecology of Sheep and Goats* (pp. 351-364). Zaragoza.

Boublenza, I. (2020). *Étude des populations spontanées et cultivées du caroubier (Ceratonia siliqua L.) en Algérie.* Thése de doctorat, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen, Tlemcen.

Bouzouita, N., Khaldi, A., Zgoulli, S., Chebil, L., Chekki, R., Chaabouni, M. M., & Thonart, P. (2007). The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia. *Food Chemistry, 101*, pp. 1508-1515. doi:10.1016/j.foodchem.2006.03.056

Bouzouita, N., Khaldi, A., Zgoulli, S., Chebil, L., Chekki, R., Chaabouni, M., & Thonart, P. (2007). The analysis of crude and purified locust bean gum: A comparison of samples from different carob tree populations in Tunisia. *Food Chemistry, 101*, pp. 1508-1515. doi:10.1016/j.foodchem.2006.03.056

Brassesco, M., Brandão, T. S., Silva, C. M., & Pintado, M. (2021). Carob bean (Ceratonia siliqua L.): A new perspective for functional food. *Trends in Food Science & Technology, 310-322*. doi:10.1016/j.tifs.2021.05.037

C

Catarino, F. M. (1993). Le caroubier, une plante exemplaire. *Naturopa, 73*, pp. 14-15.

Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., & Baraldi, M. (2002). Antiproliferative effects of Ceratonia siliqua L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia, 73*, pp. 674-684. doi:10.1016/S0367-326X(02)00227-7

D

Dakia, P. A., Wathelet, B., Paquot, M., Blecker, C., & Robert , C. (2008). Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. *Food Hydrocolloids, 22*, pp. 807- 818. doi:10.1016/j.foodhyd.2007.03.007

Derquaoui, L., Boukhliq, R., Lahlou-Kassi, A., Mazouz, A., & Toe, F. (s.d.). *Puberté chez la race D'man, la race Sardi et leur produit de croisement.* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, reproduction anumale et I.A., Rabat.

E

E. Arnaud, 2014, Emilie Arnaud 2014, Performances de reproduction : la fécondité des ovins. Bulletin de l'Alliance Pastorale N°841. Février 2014.

F

FAO), F. a. (2009). *FAOSTAT-Statistical Database*. Récupéré sur FAOSTAT: FAOSTAT

FAO), F. a. (2017). *FAOSTAT-Crops and Livestock Products Database*. (FAO, Éditeur, & Rome) Récupéré sur FAOSTAT.

François, D., Allain, D., Foulquié, D., Boissy, A., Jacquiet, P., Moreno, C. R., . . . Bouix, J. (2010). Amélioration génétique de l'adaptation des ovins aux milieux difficiles. *Rencontres Recherches Ruminants, 17*, pp. 439-442.

François D. et al., 2010. Amélioration génétique de l'adaptation des Ovins aux milieux difficiles. Renc. Rech. Ruminants, 2010, 17.

H

Hassoun, P., & Bocquier, F. (2007). Alimentation des ovins. Dans é. Quae (Éd.), *Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux, valeurs des aliments – Tables INRA 2007* (pp. 123-137). Versailles.

Hillcoat, D., Lewis, G. P., & Verdcourt, B. (1980). A new species of Ceratonia (Leguminosae: Caesalpinioideae) and notes on the distribution of Ceratonia siliqua L. (K. Royal Botanic Gardens, Éd.) *Kew Bulletin, 35*, pp. 261-271.

I

Ibrahim, R. M., Abdel-salam, F. F., & Farahat, E. (2020). Utilisation of Carob (Ceratonia siliqua L.) Extract as Functional Ingredient in Some Confectionery Products. *Food and Nutrition Sciences, 11*, pp. 757-772. doi:10.4236/fns.2020.118054

K

Kabir, W. (2016). *Extraction et caractérisation de la fraction lipidique de la caroube (Ceratonia siliqua L.) et étude des activités biologiques.* Université Saad Dahlab – Blida 1, Blida.

Kawamura, Y. (2008). *Carob Bean Gum (Locust Bean Gum): Chemical and Technical Assessment (E410).* Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Rome .

Kenyon, P. R., & Blair, H. T. (2014). *Foetal programming in sheep – Effects on production, 118*, pp. 16-30. doi:10.1016/j.smallrumres.2013.12.021

Kocherane, R., Kroichi, F., & Derridj, A. (2019). Genetic resources of carob tree (Ceratonia siliqua L.) in Algeria: Insight from pod and seed morphology. *Agrobiologia, 9*, pp. 1581-1600.

L

L. Derquaoui et al., sans date. Puberté chez la race D'man, la race Sardi et leur produit de croisement. Département de reproduction animale et I.A. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. Rabat-Instituts (Maroc)

M

Mahdad, M. Y., & Gaouar, S. S. (2016). *Le Caroubier (Ceratonia siliqua L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie : Situation et perspectives d'amélioration.* Saarbrücken, Germany.

Makris, D., & Kefalas, P. (2004). Carob Pods (Ceratonia siliqua L.) as a Source of Polyphenolic Antioxidants. *Food Technology and Biotechnology, 42*, pp. 105-108.

Miyazawa, R., Tomomasa, T., Kaneko, H., & Morikawa, A. (2004). Effect of Locust Bean Gum in Anti-Regurgitant Milk on the Regurgitation in Uncomplicated Gastroesophageal Reflux. *38*, pp. 479-483. doi:10.1097/00005176-200405000-00004

N

Neukom, H. (1988). *Methods in Enzymology* (Vol. 160). (A. Press, Éd.)

NRC (National Research Council) 1985. NutrientRequirement on Sheep, 6ème Edition révisée, 1985.

O

Quézel, P., & Santa, S. (1962-1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (Vol. 2). (É. d. (CNRS), Éd.) Paris.

R

Ramon-Laca, L., & Mabberley, D. J. (2004). The ecological status of the carob tree (Ceratonia siliqua L.) in the Mediterranean. *Botanical Journal of the Linnean Society, 144*, pp. 431-436. doi:10.1111/j.1095-8339.2003.00254.x

Rejeb, M. N. (1994). *Le caroubier (Ceratonia siliqua L.) : une espèce agro-sylvo-pastorale pour les zones arides et semi-arides.* Institut des Régions Arides(IRA), Tunis.

Rtibi, K., Selmi, S., Grami, D., Amri, M., Eto, B., El-Benna, J., . . . Marzouki, L. (2017). Chemical constituents and pharmacological actions of carob pods and leaves (Ceratonia siliqua L.) on the gastrointestinal tract: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy, 93*, pp. 522-528. doi:10.1016/j.biopha.2017.06.088

S

Sànchez, S., Lozano, L. J., Godinez, C., Juan, D., Pérez, A., & Hernàndez, F. J. (2010). Carob pod as a feedstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas. *Applied Energy, 87*, pp. 3417-3424. doi:10.1016/j.apenergy.2010.06.004

Serairi-Beji, R., Zouiten-Mekki, L., Tekaya-Manoubi, L., & Loueslati, M. H. (2000). Peut-on utiliser la poudre de caroube avec les solutions de réhydratation orale dans le traitement de la diarrhée aiguë ? *Médecine Tropicale, 60*, pp. 125-128.

Stavrou, I. J., Christou, A., & Kapnissi-Christodoulou, C. P. (2018). Polyphenols in Carobs: A Review on Thier Composition,Antioxidant Capacity and Cytotoxic Effects, and Health Impact. *Food Chemistry, 269*, pp. 355-374. doi:10.1016/j.foodchem.2018.06.152

T

Taherti, M., & Zidane, A. (2023). Livestock Research for Rural Dévelopment. *Etude des caractéristiques reproductives de béliers et brebis Ouled Djellal, 35*. doi:https://lrrd.cipav.org.co/lrrd35/4/cont3504.html

Tous, J. (1984). *Comportement et extension du système racinaire du caroubier sur sols compacts.* Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Reus, Espagne.

Tous, J., Romero, A., & Batlle, I. (2013). *The Carob Tree: Botany, Horticulture, and Genetic Resources* (Vol. 41). (J. W. Sons, Éd.) Hoboken, New Jersey, USA. doi:10.1002/9781118707418.ch08

Tous, J., Romero, A., & Batlle, I. (2013). The caroub tree: Botany, Horticulture, and Gentic Resources. Dans J. W. Sons (Éd.), *Horticultural Reviews* (pp. 385-456).

Taherti M. et Zidane A., 2023. Etude des caractéristiques reproductives de béliers et brebis OuledDjellal. https://lrrd.cipav.org.co/lrrd35/4/cont3504.html

V

Vavilov, N. I. (1951). *The origine, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plant.* (T. R. Company, Éd., & K. Chester, Trad.) New York.

Z

Zidane, A., Taherti, M., Gadouche, L., Metlef, S., & Ababou, A. (2021). Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. *Variations saisonnières des performances de reproduction des brebis Ouled Djellal dans la région de Chlef, Algérie*, *74*, pp. 193-198. doi:10.19182/remvt.36801

Zunft,H, J. F., Luder, W., Harde, A., Haber, B., Graubaum, H. J., Koebnick, C., & Grunwald, J. (2003). Carob Pulp Preparation Rich in Insoluble Fibre Lowers Total and LDL Cholesterol in Hypercholesterolemic Patients. *European Journal of Nutrition, 42*

Annexes
























NIET VOOR HANDELSDOELEINDEN
2.5108 g


MA 35
sartorius
30°C
10min
10min
88.67 % S
END
CF
Enter
realme C67

الجمـــهورية الجزائـــرية الديمقراطية الشعبيـــة.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie
Réf : / D S AGRO/2026

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
20 أوت 1955- سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة
رقم : / ق ع ف / 2026

Skikda le : 12/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : ……..**OUDJANE Faiza**…… Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : ..... **GUEMIHI Yousra** .....

Spécialité : .....**Production et Nutrition Animale**.....

Intitulé : **Valorisation de la caroube en alimentation ovine : Effets sur les performances zootechniques et reproductive**

.....

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

BOUHADJA N.

Président(e) de Jury

الجمـــهوريـة الجزائـــريـة الديمقراطية الـشعبيـــة.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie
Réf : / D S AGRO/2026

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
20 أوت 1955- سكيكدة
كلية العلـوم
قسم علوم الفلاحة
رقم : / ق ع ف / 2026

Skikda le : 12/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : ……..**OUDJANE Faiza**……. Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : ..... **LEKHCHINE Fatiha** .....

Spécialité : .....**Production et Nutrition Animale**.....

Intitulé : **Valorisation de la caroube en alimentation ovine : Effets sur les performances zootechniques et reproductive**

.....

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

BOUHADBA N.

Président(e) de Jury

الجمـــهورية الجزائـــرية الديمقراطية الشعبيـــة.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Dpartement D' Agronomie
Réf : / D S AGRO/2026

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
20 أوت 1955- سكيكدة
كلية العلوم
قسم علوم الفلاحة
رقم : / ق ع ف / 2026

Skikda le : 12/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : ……..**OUDJANE Faiza**…… Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : ..... **MERMAD Salsabil** .....

Spécialité : .....**Production et Nutrition Animale**.....

Intitulé : **Valorisation de la caroube en alimentation ovine : Effets sur les performances zootechniques et reproductive**

.....

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Président(e) de Jury