

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Chadli Ben Djedid El Tarf

جامعة الشاذلي بن جديد الطارف

Faculté des sciences de la nature et de la vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département des sciences agronomiques

قسم العلوم الزراعية



THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE  
DOCTORAT LMD EN SCIENCES AGRONOMIQUES



**Effet du stress hydrique sur les paramètres  
zootecniques, physiologiques et sanguins des brebis  
Ouled Djellal en stabulation**

Présentée par : *M. TABET Nouredine*

**Devant le jury :**

Président : M. AISSAOUI. CH

Prof, Univ Chadli Bendjedid, El Tarf

Promotrice : M<sup>me</sup> MEBIROUK-BOUDECHICHE. L

Prof, Univ Chadli Bendjedid, El Tarf

Co-promotrice : M<sup>me</sup> CHAKER-HOUD K

Prof, Univ Chadli Bendjedid, El Tarf

Examineurs : M<sup>me</sup>. MERDACI. L

MCA, Univ Chadli Bendjedid, El Tarf

M. CHEMMAM. M

Prof, Univ du 08 Mai 1945, Guelma

M. BOUSBIA. A

MCA, Univ du 08 Mai 1945, Guelma

*Année universitaire : 2022/2023*

## DEDICACES

*Je dédie ce travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement :*

*A mes adorables parents pour leur accompagnement, soutien, et leur confiance, le long de mes années d'étude de graduation et de post graduation.*

*Je dis, Mère, que dieu te garde, une main droite pour nous à jamais.*

*Père, longue vie et santé et que dieu te protège pour nous le plus long possible.*

*Merci...MAMAN, Merci...PAPA..... Je vous aime infiniment.*

*Puissiez- vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et tous vos efforts.*

*Et j'espère que tous ceux qui liront cette phrase ou la thèse de prier pour eux comme*

*le prophète a dit :*

*\*إذامات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث : صدقة جارية، أو علم ينتفع به، أو ولد صالح يدعو له \**

✓ *Mes sœurs et leurs enfants.*

✓ *Mes oncles maternels Abid et Abdelkader, et mon cousin BAKHOUCHE Faouzi*

✓ *Mes vrais amis (BOUGHERARA Mouhamed, DEBAILIA sedik, BOUDIAR*

*Badr-eddine, EULMI Hadjer)*

✓ *Mon professeur et mon frère et mon ami ACHOURI Abdelhamid pour l'aide, l'encouragent et l'orientation qu'elle que soit dans ma vie professionnelle ou*

*personnelle « جزاك الله عنا كل خير » .*

## REMERCIEMENTS

A ma directrice de thèse M<sup>me</sup> **BOUDECHICHE Lamia**, professeure à l'université Chadli Bendjedid, El Tarf, j'adresse l'expression de ma gratitude, qui ne sera jamais concrètement exprimée, pour m'avoir encadrée et dirigée mon travail, pour son aide précieuse et ses fructueux conseils.

A mon co-directeur de thèse, M<sup>me</sup> **CHAKER-HOUD Kahina**, professeure à l'université Chadli Bendjedid, El Tarf. Pour son encouragement, ses conseils bienveillants, sa rigueur scientifique et sa grande disponibilité. Qu'elles trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de ma profonde considération.

J'exprime mes plus vifs remerciements et ma reconnaissance à Mr **AISSAOUI Chadli**, professeur à l'université Chadli Bendjedid, El Tarf. Mes sincères remerciements pour avoir fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.

Je remercie vivement M<sup>me</sup> **MERDACI Latifa**, maître de conférences A à l'université Chadli Bendjedid -El Tarf, à Mr **CHEMMAM Mabrouk**, professeur à l'université 8 mai 1945 - Guelma et à Mr **BOUSBIA Aissam**, maître de conférences A à l'université 8 mai 1945 - Guelma, qui ont consenti à examiner ce modeste travail.

Je remercie aussi toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce travail.

Merci du fond du cœur.

## Résumé

Cette étude évalue les effets du stress hydrique sur les paramètres zootechniques, physiologiques et certaines variables sanguines (paramètres biochimiques et hématologiques) des brebis Ouled Djellal. Le stress hydrique subi par les animaux consistait en un stress salin et une restriction hydrique. L'expérience, qui a duré 24 jours, a été menée sur 40 brebis réparties en 4 groupes de 10 animaux chacun : le lot témoin A, les lots B et C s'abreuvaient d'une eau contenant respectivement 1 et 1,6 % de NaCl et le lot D ne s'abreuvait qu'un jour sur 3. Toutes les brebis étaient nourries avec du foin de luzerne et du concentré. Les résultats ont montré une consommation de fourrage plus faible avec une consommation d'eau plus élevée chez les femelles stressées par rapport au groupe témoin, ainsi qu'une perte de poids chez les lots B et une augmentation du poids chez les lots C et D. Les résultats ont aussi montré que la salinité de l'eau entraîne une diminution des fréquences respiratoire et cardiaque, tandis que la restriction hydrique entraîne une diminution de la fréquence respiratoire et une augmentation de la fréquence cardiaque. Bien que le stress hydrique ne semble pas affecter les paramètres hématologiques chez les brebis, il semble qu'il augmente les taux de protéines sériques et de glucose sanguin et diminue la natrémie. La restriction hydrique, contrairement à la salinité, aurait tendance à augmenter la créatinine et l'urée dans le sang. Ces résultats mettent en évidence le rôle important de la qualité de l'eau en tant que facteur limitant pour l'élevage dans des environnements salins et/ou à faibles ressources en eau.

**Mots clés :** Algérie, brebis Ouled Djellal, paramètres physiologiques, stress hydrique, métabolites sanguins

## **Abstract**

This study assesses the effects of water stress on zootechnical and physiological parameters and certain blood variables (biochemical and hematological parameters) of Ouled Djellal ewes. The water stress experienced by the animals consisted of salt stress and water restriction. The experiment, which lasted 24 days, was carried out on 40 ewes divided into 4 groups of 10 animals each: control batch A, batches B and C drank water containing respectively 1 and 1.6% of NaCl and batch D only watered one day out of 3. All the ewes were fed with alfalfa hay and concentrate. The results showed lower forage consumption with higher water consumption in stressed females compared to the control group, as well as weight loss in batch B and weight increase in batches C and D. The results also showed that water salinity leads to a decrease in respiratory and heart rates, while water restriction leads to a decrease in respiratory rate and an increase in heart rate. Although water stress does not appear to affect haematological parameters in ewes, it appears to increase serum protein and blood glucose levels and decrease serum sodium. Water restriction, unlike salinity, would tend to increase creatinine and urea in the blood. These results highlight the important role of water quality as a limiting factor for farming in saline and/or water-poor environments.

**Keywords:** Algeria, Ouled Djellal sheep, physiological parameters, water stress, blood metabolites

## الملخص

تقيم هذه الدراسة آثار الإجهاد المائي على المعايير الزوتقنية و الفيزيولوجية وكذلك بعض متغيرات الدم (المعايير البيوكيميائية والدموية) لنعاج أولاد جلال. الإجهاد المائي المطبق على الحيوانات محل التجربة يتألف من الإجهاد الملحي و كذلك تقييد المياه. التجربة استغرقت 24 يومًا ، أجريت على 40 نعجة مقسمة إلى 4 مجموعات كل منها 10 حيوانات: مجموعة الشاهد أ ، دفعتان ب و ج شربا ماء يحتوي على التوالي على 1 و 1.6٪ من كلوريد الصوديوم و دفعة د سقيت يوم واحد فقط من أصل 3. تم تغذية جميع النعاج على البرسيم و العلف المركز. أظهرت النتائج انخفاض استهلاك العلف مع ارتفاع استهلاك المياه لدى الإناث المجهدة مقارنة بمجموعة الشاهد، وكذلك فقدان الوزن في الدفعة ب وزيادة الوزن في الدفعتين ج و د. كما أظهرت النتائج أن ملوحة الماء تؤدي إلى انخفاض في معدل التنفس و معدل ضربات القلب ، بينما يؤدي تقييد الماء إلى انخفاض معدل التنفس وزيادة معدل ضربات القلب. على الرغم من أن الإجهاد المائي لا يؤثر على مؤشرات الدم في النعاج ، إلا أنه يزيد من مستويات البروتين والجلوكوز و يقلل من الصوديوم في الدم. على عكس الملوحة يميل تقييد المياه إلى زيادة الكرياتينين واليوريا في الدم. تسلط هذه النتائج الضوء على الدور المهم لنوعية المياه كعامل مقيد لتربية الحيوانات في البيئات المالحة و / أو البيئات الفقيرة بالمياه.

**الكلمات المفتاحية:** الجزائر ، نعجة أولاد جلال ، المعايير الفسيولوجية ، الإجهاد المائي ، نواتج الدم.

## TABLE DES MATIERES

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
Résumé.....	IV
Abstract.....	V
ملخص.....	VI
Table des matières.....	VII
Liste des abréviations.....	XV
Liste des tableaux.....	XVIII
Liste des figures.....	XXI
INTRODUCTION GENERALE.....	1

## REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I : CHEPTEL OVIN EN ALGERIE

I. Taxonomie.....	3
II. Origine et apparition du mouton .....	3
III. Historique des ovins en Algérie .....	4
IV. Effectif du cheptel ovin et son évolution en Algérie .....	4
V. Répartition géographique .....	6
VI. Importance de l'élevage ovin en Algérie .....	7
VII. Principaux systèmes d'élevage ovin en Algérie .....	7
VIII. Les races ovines en Algérie .....	8
VIII.1. La race Arabe blanche dite Ouled Djellal .....	9
A- Aire de répartition géographique.....	9
B- Historique et qualification .....	9
C- Caractéristiques phénotypiques .....	9
D- Caractéristique de reproduction .....	11
E- Les variétés de la race Ouled Djellal .....	11
1- Variété Ouled Djellal proprement dite ou Djellalia .....	12
2- Variété Ouled Naïl ou Hodnia .....	12

3- Variété Chellalia .....	12
4- Variété Taadmit .....	13
VII.2. La race Rembi .....	13
VII.3. La Race Hamra .....	14
VII.4. Les races secondaires .....	15

## **CHAPITRE II : ALIMENTATION ET STRESS HYDRIQUES**

I. Importance de l'eau dans l'organisme animal .....	18
II. Dépenses en eau .....	18
III. Régulation de la consommation d'eau .....	19
IV. Origines et facteurs de variation de l'eau consommée .....	19
V. Apports d'eau .....	20
• Qualité physico-chimique .....	21
• Qualité microbiologique .....	22
VI. Restriction hydrique (ou privation de l'eau).....	23
V.1. Les effets de la restriction hydrique .....	23
a) Effet sur la thermorégulation .....	23
b) Effet sur la consommation alimentaire et la production .....	24
c) Effet sur le poids corporel .....	25
d) Effet sur les paramètres sanguins .....	25
VII. Le stress salin .....	27
VII.1. La salinité de l'eau .....	27
VII.2. Les chlorures de sodium et leur rôle physiologique .....	28
VII.3. Les effets de la salinité .....	29
a) Effet sur la thermorégulation .....	29
b) Effet sur la consommation alimentaire .....	29
c) Effet sur l'abreuvement.....	30
d) Effet sur le poids corporel .....	30
e) Effet sur les composants sanguins .....	31

## **CHAPITRE III : L'ELEVAGE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

I. Le climat .....	33
--------------------	----

II.	Le changement climatique .....	33
III.	II.1. Menace du changement climatique sur l'alimentation du bétail .....	33
IV.	II.2. Menace du changement climatique sur le bétail .....	35
	• Impacte sur la croissance animale .....	35
	• Impact sur la production laitière .....	35
	• Impact sur la production de viande.....	36
	• Impact sur la reproduction .....	36
II.3.	Menace du changement climatique sur les ressources hydriques .....	36
	• Les impacts sur les écoulements de surface .....	37
	• Les changements affectant les eaux de barrages .....	37
	• Les changements affectant les nappes phréatiques.....	37
	• Incidence du changement climatique sur l'irrigation.....	38
III.	Possibilités d'adaptation des élevages face aux changements climatiques .....	38
	• Adaptation morphologique .....	39
	• Adaptation comportementale.....	39
	• Adaptation physiologique.....	39
	• Réponse biochimique du sang.....	39
	• Adaptation cellulaire et moléculaire.....	40

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

I.	Matériel et méthodes.....	41
I.1.	Situation géographique de la zone d'étude .....	41
I.2.	Facteurs climatiques de la zone d'étude .....	42
I.2.1.	Température .....	42
I.2.2.	Pluviométrie .....	43
I.2.3.	Le diagramme ombrothermique .....	44
I.3.	Ressources et potentialités de la wilaya de Tébessa-Ahras.....	45
I.3.1	Milieu naturel.....	45

I.3.1.1. Relief et topographie.....	45
I.3.2. Forêts .....	46
I.3.3. Réseaux hydrographiques .....	46
I.4. Agriculture dans la wilaya de Tébessa.....	47
1.4.1. Productions végétales.....	47
I.4.2. Productions animales .....	47
I.5. Animaux, régimes alimentaire et hydrique et protocole expérimental .....	48
I.5.1. Animaux d'essai et bâtiment d'élevage .....	48
I.5.2. Régimes alimentaire et hydrique.....	51
I.5.3. Protocole expérimental .....	52
I.6. Mesures expérimentales .....	52
A. Paramètres zootechniques .....	52
B. Paramètres physiologiques.....	53
C. Analyses hématologiques et biochimie sanguine des brebis .....	54
➤ Prélèvement et transport des échantillons .....	54
➤ Analyses hématologiques .....	56
➤ Analyses biochimiques .....	56
I.7. Analyses physico-chimiques des eaux d'abreuvement et des aliments .....	57
I.7.1. Analyse de l'eau .....	57
I.7.2. Analyse des aliments .....	58
➤ La matière sèche .....	58
➤ La matière minérale .....	59
➤ La matière azotée totale ,.....	59
I.8. Analyses statistiques .....	63
II. Résultats.....	64
II.1. Analyses physico-chimiques des eaux d'abreuvement et des aliments .....	64
II.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques et physiologiques des brebis .....	65

II.2. 1. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques des brebis .....	65
II.2. 2. Effet du stress hydrique sur les paramètres physiologiques des brebis .....	67
II.3. Effet du stress hydrique sur les paramètres sanguins des brebis .....	68
II.3. 1. Effet du stress hydrique sur les paramètres biochimiques .....	68
II.3. 2. Effet du stress hydrique sur les paramètres hématologiques .....	73
III. Discussion.....	77
III.1. Qualité physico chimique des eaux d'abreuvement .....	77
III.1.1. Le potentiel d'hydrogène (pH) et le Bicarbonate ( $\text{HCO}_3$ ) .....	77
III.1.2. La dureté (TH).....	78
III.1.3. Les salinités totales (ST) et totales des solides dissous (TDS) .....	78
III.1.4. La conductivité électrique (CE) .....	78
III.1.5. Le sodium, le chlore et le magnésium ( $\text{Na}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Mg}^+$ ).....	79
III.1.6. Les sulfates .....	79
III.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques et physiologiques des brebis .....	80
III.2.1. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques .....	80
III.2.1. 1. La consommation d'eau .....	80
III.2.1. 2. La consommation de l'aliment .....	80
III.2.1.3. Le gain de poids .....	81
III.2.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres physiologiques.....	82
III.2.2. 1. La température rectale .....	82
III.2.2. 2. Les fréquences cardiaque et respiratoire .....	82
III.3. Effet du stress hydrique sur les paramètres sanguins .....	83
III.3.1. Effet du stress hydrique sur les paramètres biochimiques.....	83
III.3.1.1. La glycémie .....	83
III.3.1.2. L'urée et la créatinine .....	83
III.3.1.3. Le Cholestérol .....	84
III.3.1.4. ASAT et ALAT .....	84
III.3.1.5. Les protéines totales .....	85
III.3.1.6. L'albumine/Gama GT .....	85
III.3.1.7. L'acide urique .....	86
III.3.1.7. Les Triglycérides .....	86
III.3.1.8. Le magnésium ( $\text{Mg}^+$ ) .....	86

III.3.1.9. Les électrolytes (Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> /Cl <sup>-</sup> ) .....	87
III.3.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres hématologiques .....	88
Conclusion générale et perspectives .....	89
Références bibliographiques .....	91

## Liste des abréviations

<b>% :</b>	Pourcent
<b>°C :</b>	Degré Celcius
<b>°F :</b>	Fahrenheit
<b>ADH :</b>	Anti diurétique Hormone (Vasopressine)
<b>AGNE :</b>	Acide gras non estérifiés
<b>ALAT :</b>	Alanine amino-transférase
<b>Anova :</b>	Analyse de la variance
<b>AOAC:</b>	Association of analytical communities
<b>ASAT :</b>	Aspartate amino-transférases
<b>Ca:</b>	Calcium
<b>CCMH :</b>	Concentration corpusculaire moyenne d'hémoglobine
<b>CE :</b>	Conductivité électrique
<b>Cl<sup>-</sup> :</b>	Chlore
<b>Cm:</b>	Centimètre
<b>Diff :</b>	Différence de poids
<b>EC :</b>	Conductivité électrique
<b>EDTA :</b>	Acide éthylène diamine tétra-acétique
<b>FC :</b>	Fréquence cardiaque
<b>FR :</b>	Fréquence respiratoire
<b>g :</b>	gramme
<b>Gama GT :</b>	Gamma-glutamyltransférase
<b>GB :</b>	Globules blancs

<b>GES :</b>	Gaze à effet de serre
<b>GFR:</b>	Taux de filtration glomérulaire
<b>GLM :</b>	Modèle linière généralisé
<b>GR :</b>	Globule rouge
<b>H<sup>+</sup> :</b>	ions d'hydrogène
<b>Hb :</b>	Hémoglobine
<b>HCO<sub>3</sub> :</b>	Bicarbonate
<b>Ht :</b>	Hématocrite
<b>Htc :</b>	Hématocrite
<b>IC :</b>	Indice de consommation
<b>J :</b>	Jour
<b>K<sup>+</sup> :</b>	Potassium
<b>Kg :</b>	kilogramme
<b>Km :</b>	kilomètre
<b>l :</b>	litre
<b>MADR :</b>	Ministère de l'agriculture et du développement rural
<b>mg :</b>	milligramme
<b>Mg :</b>	Magnésium
<b>ml :</b>	millilitre
<b>MM :</b>	Matière Minérale
<b>mm :</b>	millimètre
<b>MS :</b>	Matière Sèche
<b>MSVI :</b>	Matière sèche volontairement ingéré
<b>Na<sup>+</sup> :</b>	Sodium

<b>NaCl :</b>	Chlorure de sodium
<b>Nb :</b>	Nombre
<b>OMS :</b>	Organisation mondiale de la Santé
<b>P:</b>	Niveau de signification
<b>PCV :</b>	Volume cellulaire.
<b>PF :</b>	Poids Frais
<b>PH:</b>	Potentiel Hydrogène
<b>PI :</b>	Poids initiale
<b>PLT :</b>	Plaquettes
<b>ppm :</b>	partie par million
<b>PS :</b>	Poids Sec
<b>QEB :</b>	Quantité d'eau bue
<b>QI :</b>	Quantité Ingérée
<b>QIC :</b>	Quantité ingéré de concentré
<b>QIF :</b>	Quantité ingéré de fourrage
<b>SAU :</b>	Surface agricole utile
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> :</b>	Sulfate
<b>ST:</b>	Salinité totale
<b>T :</b>	Température rectale
<b>TAC :</b>	Titre Alcalimétrique Complet
<b>TCMH :</b>	Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine
<b>TDS :</b>	Sels Dissous totaux
<b>Test S.N.K :</b>	Student- newman- keuls
<b>TH:</b>	Titre hydrotimétrique

<b>TSS:</b>	Total Sels Solubles
<b>UI :</b>	Unité internationale
<b>VGM :</b>	Volume globulaire moyen
<b>VPM :</b>	Volume plaquettaire moyen

## Liste des tableaux

Tableau 1. Systématique du mouton domestique (Marmet, 1971 ; Mazoyer, 2002) .....	3
Tableau 2. Évolution de l'effectif (en têtes) du cheptel national de 2015 à 2020 (MADR, 2021). .....	5
Tableau 3. Evolution chronologique du cheptel ovin en Algérie. ....	5
Tableau 4. Répartition géographique des races ovines en Algérie (Kerboua <i>et al.</i> , 2003). ....	6
Tableau 5. Différents système d'élevage en Algérie .....	8
Tableau 6. Caractéristiques morphologique de la race Ouled Djellal (Fattoum, 2015). ....	10
Tableau 7. Caractéristique de reproduction chez la race Ouled Djellal (Chellig, 1992). ....	11
Tableau 8. Consommation d'eau approximative (en litres par jour) chez les différentes catégories des ruminants (Olkowski, 2009).....	20
Tableau 9. Recommandations pour les paramètres physico-chimiques de l'analyse de l'eau pour les animaux (Institut de l'élevage à Paris, 2004; ANSES, 2010).....	22
Tableau 10. Recommandations pour les paramètres bactériologiques de l'analyse de l'eau pour les animaux (ANSES, 2010).....	23
Tableau 11. Recommandations concernant les matières dissoutes totales (salinité) dans l'eau d'abreuvement (en g/l) pour différentes catégories d'animaux d'élevage (Anzecc et Armcanz, 2000). ..	28
Tableau 12. Variation des moyennes mensuelles des températures dans la wilaya de Tébessa durant la période 1991-2020 (site n° 1, 2022) .....	43
Tableau 13. Variation des moyennes mensuelles des précipitations dans la wilaya de Tébessa durant la période de 1991-2022 (site n° 1, 2022).....	44
Tableau 14. La production ovine dans la wilayat de Tébessa (2016-2020) (MADR, 2021).....	48
Tableau 15. La production viande rouge et de laine dans la wilayat de Tébessa (2016-2020) (MADR, 2021). ....	48
Tableau 16. Qualité physico-chimique des eaux d'abreuvement. ....	64
Tableau 17. Composition chimique de l'aliment.....	65
Tableau 18. Effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres zootechniques des brebis Ouled Djellal (Moyennes $\pm$ Erreur standard de la moyenne).....	66
Tableau 19. Effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres physiologiques des brebis Ouled Djellal (Moyennes/animal/jour $\pm$ Erreur standard de la moyenne). ....	67
Tableau 20. Effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres biochimiques des brebis Ouled Djellal (Moyennes $\pm$ Erreur standard de la moyenne). ....	69
Tableau 21. Effet de la salinité et de la restriction hydrique sur les paramètres hématologiques des brebis Ouled Djellal (Moyennes $\pm$ Erreur standard de la moyenne).....	74

## Liste des figures

Figure 1. Aire de répartition des races ovines en Algérie (Gredaal, 2001). .....	7
Figure 2. Brebis et bélier de race Ouled Djellal (Fattoum, 2015).....	10
Figure 3. Bélier et brebis de type Hodnia (Laoun, 2007).....	12
Figure 4. Brebis et mouton de la race Rembi (Fattoum, 2015). .....	13
Figure 5. Brebis et bélier de la race Hamra (Fattoum, 2015). .....	14
Figure 6. Brebis et bélier de la race Barbarine (Fattoum, 2015).....	15
Figure 7. Brebis et Bélier de la race Berbère (Fattoum, 2015). .....	16
Figure 8. Brebis et bélier de la race D'man (Fattoum, 2015). .....	17
Figure 9. Brebis et bélier de race Targuia-Sidaou (Fattoum, 2015).....	17
Figure 10. Impact du changement climatique sur la production et l'adaptation du bétail (Angel et <i>al.</i> , 2018). .....	40
Figure 11. Localisation géographique et vue satellitaire de la commune de Cheria (Wilaya de Tébessa) (in Bouabida et <i>al.</i> , 2012 ; Google Maps, 2021).....	42
Figure 12. Le diagramme ombrothermique de la wilaya de Tébessa (1991 -2022) (Figure personnelle, 2022). .....	45
Figure 13. Bâtiment d'élevage réservé à l'expérimentation avec un stock pour les aliments (Photo personnelle, 2018).....	50
Figure 14. Détermination de l'âge par la méthode dentition (Photo personnelle, 2018) .....	50
Figure 15. Diagnostic échographique de gestation (Photo personnelle, 2018).....	50
Figure 16. Les images échographiques lors de l'échantillonnage des brebis (A : utérus vide, B : gestation à 1 mois, C : gestation à 2 mois, D : gestation à 3 mois) (Photo personnelle, 2018) .....	50
Figure 17. Distribution des aliments et de l'eau (photo personnelle, 2018).....	51
Figure 18. Foin de luzerne (Photo personnelle, 2018) .....	51
Figure 19. Concentré commercial (Photo personnelle, 2018). .....	51
Figure 20. Pesée des brebis à l'aide d'une bascule suspendue avec (CRANE SCALE) de 120kg de capacité (Photo personnelle, 2018).....	53
Figure 21. Pesée des aliments (Photo personnelle, 2018) .....	53
Figure 22. Bécher pour la mesure de l'eau refusée (Photo personnelle, 2018) .....	53
Figure 23. Stéthoscope et thermomètre (Photo personnelle, 2018) .....	54
Figure 24. Mesure de la fréquence respiratoire (Photo personnelle, 2018).....	54
Figure 25. Mesure de la fréquence cardiaque (Photo personnelle, 2018) .....	54
Figure 26. Mesure de la température (Photo personnelle, 2018).....	54
Figure 27. Matériel pour les prélèvements sanguins (Photo personnelle, 2018). .....	55
Figure 28. Prélèvement de sang à partir de la veine jugulaire (Photo personnelle, 2018). .....	55
Figure 29. Conditionnement des échantillons dans la glacière (Photo personnelle, 2018). .....	55
Figure 30. Automate MINDRAY BC-30s .....	56
Figure 31. Centrifugation du sang puis isolation du plasma pour les analyses biochimiques (Photo personnelle, 2018).....	57
Figure 32. Analyseurs Modèle RESPONS 920 (Image de Catalogue des analyseurs de paille de chimie « Diagnostic Systems CHOOSING QUALITY »).....	57
Figure 33. pH mètre (Photo personnelle, 2018) .....	58
Figure 34. Conductivimètre (Photo personnelle, 2018) .....	58

Figure 35. Les échantillons de luzerne récoltés (Photo personnelle, 2018) .....	59
Figure 36. Réactifs utilisés lors du dosage des protéines brutes (de gauche à droite : acide chlorhydrique, Acide borique à 7%, Indicateur mixte (Photo personnelle, 2019).....	60
Figure 37. Minéralisateur (Photo personnelle, 2019).....	60
Figure 38. Distillateur (Photo personnelle, 2019).....	61
Figure 39. Les étapes de la minéralisation (Photo personnelle, 2018).....	61
Figure 40. Les étapes de la distillation (Photo personnelle, 2018) .....	62
Figure 41. Les étapes de titration (Photo personnelle, 2019) .....	62
Figure 42. Appareil de dosage automatique Fibertec (VELP scientifica FIWE) (Photo personnelle, 2019).....	63
Figure 43. Four à moufle (CARBOLYTE) (Photo personnelle, 2018).....	63

# **Introduction**

## ***Introduction générale***

---

Les ovins dominent en Algérie et sont répartis sur toute la partie nord du pays, avec, toute fois, une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi arides céréalières (80% de l'effectif total) (**Bencherif, 2011**). Des populations existent aussi au Sahara, exploitant les ressources des oasis et les parcours désertiques (**Kerboua et al., 2003**).

Ces animaux sont parmi les principales ressources en production animale qui servent au maintien de la vie humaine dans les régions difficiles arides et semi-arides, où l'eau et l'aliment sont les éléments les plus déficitaires, outre la salinité élevée de l'eau de boisson au niveau des points d'eau qui aggrave davantage cette situation surtout pendant la longue saison sèche, constituant ainsi une contrainte majeure affectant l'efficacité et la durabilité des systèmes d'élevage.

**Ray (1989)** rapporte que les sels dissous dans l'eau sont l'un des principaux facteurs nécessaires à la détermination de la qualité de l'eau pour la consommation des animaux, essentiellement. Les ruminants présentent différentes réponses comportementales et physiologiques à l'eau salée. Elles dépendent de l'espèce animale, de l'état physiologique, des conditions climatiques, du régime alimentaire et du niveau de salinité dans l'alimentation et/ou dans l'eau de boisson (**Assad et El-Sherif, 2002 ; Attia-Ismail et al., 2008 ; Yousfi et Salem, 2017 ; Mehalaine et al., 2018 ; Runa et al., 2019**). **Daws et Squires(1974)** rapportent aussi que la consommation d'eau des animaux peut être modifiée si la distance aux sources d'eau change. C'est le cas des zones désertiques et semi désertiques en Algérie, où les éleveurs souffrent de l'éloignement des sources d'eau en regard de la sécheresse qui peut s'étaler, en Algérie, de juin à octobre (**Chemmam, 2007**), outre leur rareté, ce qui les obligent à restreindre l'animal à l'abreuvement jusqu'à trois jours pour éviter les déplacements pénibles du cheptel.

Cette situation est d'autant plus alarmante que les pays méditerranéens sont plus exposés aux changements climatiques, ce qui aura tendance à exposer davantage les cheptels au stress hydrique, affectant ainsi leurs performances productives, eu égard à l'importance de l'eau sur le profil digestif et métabolique de l'animal et sa santé (**Yousfi et Ben Salem, 2017**), compromettant ainsi l'efficacité et la durabilité des systèmes d'élevage.

Nonobstant le fait que les ressources en eaux souterraines sont anarchiquement exploitées pour la consommation humaine en Algérie, et ce, en réponse à la rareté de l'eau qui se fait ressentir d'année en année, ce qui contribue à la rareté de l'eau de boisson pour le bétail qui sera davantage exposé au stress hydrique.

C'est dans ce contexte, et en raison de la rareté des études en Algérie sur l'effet du stress hydrique sur les performances zootechniques, variables physiologiques et paramètres

## ***Introduction générale***

---

sanguins de la race ovine locale Ouled Djellal, que s'inscrit l'objectif de cette étude qui a pour effet l'évaluation des effets délétères du stress hydrique sur cette race, en particulier dans la région chaude et semi-aride de Tébessa, où le système pastoral est prédominant et où l'eau est souvent facteur limitant de l'élevage, de même que l'estimation de l'efficacité des stratégies d'abreuvement appropriées afin d'améliorer les performances du bétail tout en le maintenant en bonne santé. Cette étude permettra enfin de cerner le degré de tolérance de la race Ouled Djellal au stress hydrique.

# **Revue bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Le cheptel ovin en Algérie**

## II. Taxonomie

Le mouton «*Ovis aries* » est le mouton domestique qui est considéré comme un Mammifère appartenant à l'embranchement des Vertébrés, ordre des artiodactyles, sous ordre des ruminants, dans lequel se trouve un grand nombre d'animaux, appartenant à la famille des Bovidés qui se divise elle-même en neuf sous-familles. Le mouton et la chèvre sont intégrés dans la sous-famille des Caprinés (Tableau1) (Fournier, 2006).

**Tableau 1.** Systématique du mouton domestique (Marmet, 1971 ; Mazoyer, 2002)

<b>Taxon</b>	<b>Membres</b>
Embranchement :	<i>Vertébrés</i>
Classe :	<i>Mammifères</i>
Ordre :	<i>Artiodactyles</i>
Sous-ordre :	<i>Ruminants</i>
Super Famille :	<i>Tauriodés</i>
Famille :	<i>Bovidés</i>
Sous Famille :	<i>Ovins</i>
Genre :	<i>Ovis</i>
Espèces :	<i>Ovis aries</i>

Selon Marmet (1971) et Bressou (1978), l'espèce *Ovis aries* contient onze sous espèces : *Ovis aries germinaca* (mouton germanique) ; *Ovis aries batavica* (mouton des pays bas) ; *Ovis aries hibernica*(mouton des dunes anglaises) ; *Ovis aries arvensis* (mouton du plateau central) ; *Ovis aries ingevonensis* (mouton du Danemark) ; *Ovis aries britanica* (mouton britannique) ; *Ovis aries ligenensis* (mouton du bassin de la Loire) ; *Ovis aries berica* (mouton des Pyrénées) ; *Ovis aries africana* (mouton mérinos) ; *Ovis aries asiatica* (mouton de Syrie ou à large queue) ; *Ovis aries soudanica* (mouton du Soudan) (Laoun, 2007).

## II. Origine et apparition du mouton

D'après les nouvelles recherches basées sur la génétique (nombre de chromosomes) et distribution géographique originaire des animaux sauvages, on a pu prendre en compte six espèces sauvages du genre *Ovis* probablement à l'origine du mouton domestique *Ovis aries* (Lallemand, 2002 ; Maiika, 2006); les six espèces comme indiqué par Myers *et al* (2005)

**cité par Maiika (2006)** sont les suivant : *Ovis ammon* (argali ou mouton géant), *Ovis orientalis* (mouflon asiatique), *Ovis canadensis* (mouflon d'Amérique), *Ovis dalli* (mouton de Dall), *Ovis nivicola* (mouton de neige) et *Ovis vignei*.

Selon **Lallemand (2002)**, il y a des contradictions entre plusieurs auteurs en terme d'apparition des ovins domestiques les plus anciens; certains indiquent que le mouton domestique a été identifié avec certitude avant la deuxième moitié du VII<sup>ème</sup> millénaire, donc le mouton est la deuxième espèce domestiquée après la chèvre en Chine aux alentours de 6500-600 av .J.C , en outre d'autres auteurs indiquent que la première découverte du mouton est entre 8900 et 8500 av. J.C dans des strates au nord de l'Irak. Ces estimations peuvent être considérées toujours comme non confirmées, car toute nouvelle étude peut remettre ce sujet en question à nouveau.

### **III. Historique des ovins en Algérie**

Le mode d'élevage basé sur le nomadisme et la transhumance en Afrique aboutie à un croisement incontrôlé conduisant à un mélange de races ovines, d'où la conséquence de la difficulté de trouver l'origine exacte des ovins en Algérie (**Sagne, 1950 ; Magneville, 1959 ; Lauvergne, 1988**). Parmi les auteurs qui ont étudié l'historique des ovins en Algérie ; **Jore d'Arce (1947) ; Sagne (1950); Chellig (1992)** avancent que la présence des gravures de l'élevage ovin qui existe depuis le cinquième millénaire avant notre ère, est un indicateurs de l'ancienneté de sa pratique en Algérie.

Selon **Sagne (1950)**, le cheptel ovin algérien aurait une double origine : occidentale et orientale. La principale origine des ovins en Algérie est occidentale au V<sup>ème</sup> siècle, durant lequel il y a eu l'introduction des ovins à queue fine par les romains qui a donné naissance au tronc-commun « arabo- berbère».

### **IV. Effectif du cheptel ovin et son évolution en Algérie**

En 2020, le nombre des ovins enregistré par les le ministère de l'agriculture était de plus de 30 millions de têtes (**MADR, 2021**), mais il est impossible de connaître le nombre exact des ovins en Algérie à cause des systèmes d'élevages complexes (nomadisme, transhumance ... ect) (**Khiati, 2013**).

L'évolution globale des effectifs du cheptel ovin a été marquée sensiblement, depuis un demi-siècle, par des fluctuations dues à certains facteurs inhérents au développement, la progression

et l'intensification de la céréaliculture vers la steppe et avec un système pastoral implanté dans des zones arides ou semi-arides caractéristique de la société nomade pratiquant des mouvements de transhumance avec une utilisation extensive des parcours sur de longues distances et un usage de terres dont l'accès est plus ou moins réglementé et collectif. Ainsi, l'alimentation des ovins est largement basée sur la valorisation des "unités fourragères gratuites" (Rondia, 2006).

Le tableau 2 présente l'évolution de l'effectif du cheptel national algérien.

**Tableau 2.** Évolution de l'effectif (en têtes) du cheptel national de 2015 à 2020 (MADR, 2021).

Année	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Animaux</b>					
<b>Ovins</b>	28 135 986	28 393 602	28 723 994	29 428 929	30 905 560
<b>Bovins</b>	2 081 306	1 895 126	1 816 280	1 780 591	1 740 183
<b>Caprins</b>	4 934 701	5 007 894	4 908 485	4 986 116	4 908 168
<b>Camelins</b>	379 094	381 882	417 322	416 519	435 214

L'évolution du cheptel ovin est passée chronologiquement par trois grandes étapes résumées dans le tableau 3 suivant :

**Tableau 3.** Evolution chronologique du cheptel ovin en Algérie.

Périodes	Causes	Conséquences
<b>Période avant coloniale (Cabée, 1959)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation moindre des terres (augmentation de surface des parcours)</li> <li>- Cheptel libre sur parcours (bonne alimentation)</li> </ul>	Augmentation de l'effectif en Algérie
<b>Période coloniale « de 1846 à 1962 » (Cabée, 1959)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation des terres pour le bénéfice de la France (surface des parcours démunie)</li> <li>- Cheptel dans une zone étroite (mauvais alimentation)</li> <li>- Transport des ovins de l'Algérie vers la France</li> <li>- sécheresses de 1932 et de 1946</li> </ul>	Diminution de l'effectif de 8 millions à 3 millions de têtes

<p><b>Période après coloniale (Cabée, 1959)</b></p>	<p>- la période de céréaliculture exclusive sans bétail aboutit à une perte progressive de fertilité des sols d'où l'alerte qui pousse l'état de libérer les ovins sur champ</p>	<p>la révolution fourragère a permis une progression considérable de l'élevage pendant quelques années</p>
---	--	--

### V. Répartition géographique

Les ovins sont trouvés essentiellement sur toute la partie du nord algérien, ainsi qu'au Sahara où ils se nourrissent sur les ressources des oasis et des parcours désertiques, mais la plus forte dominance d'effectif existe principalement dans la steppe et les hautes plaines semi arides céréalières (Tableau 4) (Figures 1) (Kerboua *et al.*, 2003).

L'élevage ovin occupe la première place par rapport aux autres espèces caprine et bovine, surtout à l'Est algérien avec un pourcentage de 80% dans les hautes plaines semi-arides.

Les ovins ne constituent pas une filière proprement dite en Algérie, mais elle est intégrée souvent dans un système de production un peu plus complexe qualifié de polyculture-élevage (Benyoucef *et al.*, 2000).

**Tableau 4.** Répartition géographique des races ovines en Algérie (Kerboua *et al.*, 2003).

Races	Aire de répartition
Ouled Djellal	Steppe et hautes plaines
Rembi	Centre Est (Steppe et hautes plaines)
Hamra ou Beniguil	Ouest de Saida et limites Zones Sud
Berbère	Massifs montagneux du Nord de l'Algérie
Barbarine	Erg oriental sur frontières tunisiennes
D'men	Oasis du sud-ouest algérien
Sidahou	Le grand Sahara

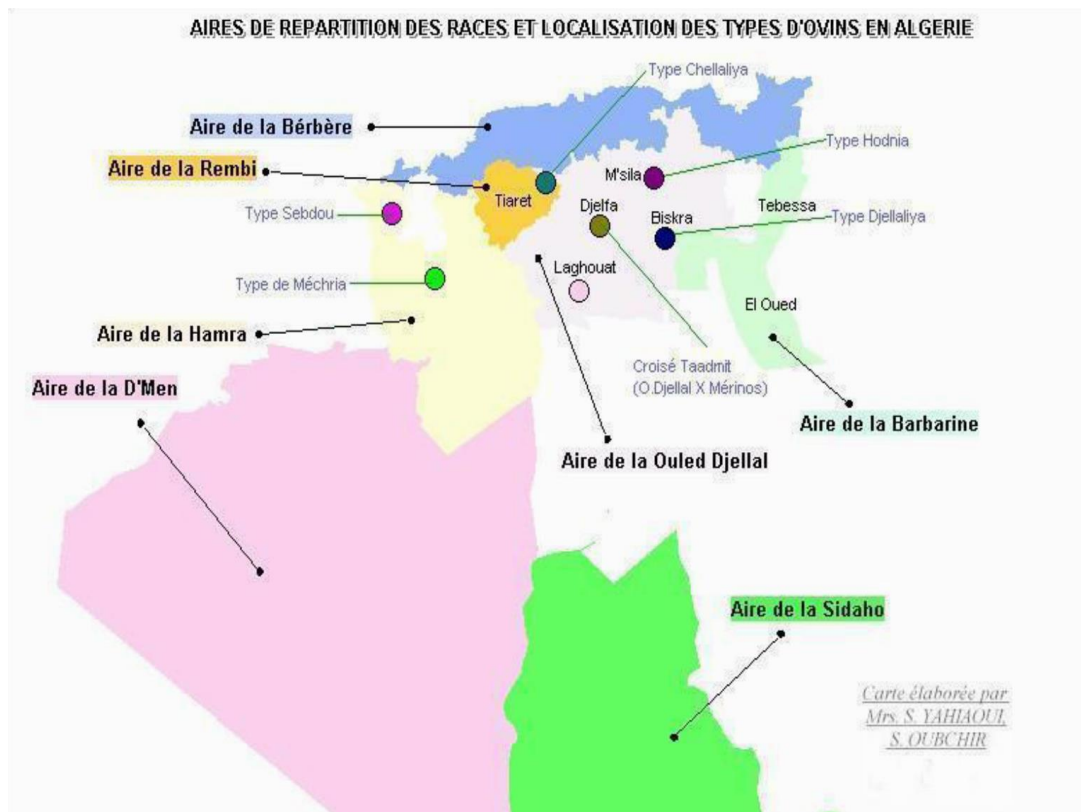


Figure 1. Aire de répartition des races ovines en Algérie (Gredaal, 2001).

## VI. Importance de l'élevage ovin en Algérie

L'élevage ovin en Algérie joue un rôle économique très important (Kanoun *et al.*, 2007) parce qu'il participe à hauteur de 35 % de la production agricole nationale et de 52 % de la production animale entre ovins et caprins (Benaïssa, 2001 cité par Deghnouche, 2011).

Les races locales qui présentent presque la totalité de l'effectif national assurent l'essentiel de la production de viande, lait et laine (Benyoucef *et al.*, 2000). Ces types de production sont focalisés principalement dans les régions steppiques où l'ovine a des performances zootechniques particulières (Deghnouche, 2011) et où l'offre de nourriture dans ces régions (12 hectares d'étendue) contribue à l'économie nationale par une production très importante de viande rouge (Harkat et Lafri, 2007).

## VII. Principaux systèmes d'élevage ovin en Algérie

Selon le mode de conduite alimentaire (Rondia, 2006), la quantité de consommation des intrants et le matériel génétique utilisé ; l'Institut National de la Recherche Agronomique

d'Algérie (INRAA) avance que le système d'élevage est divisé en trois types (Tableau 5) (Kerboua *et al.*, 2003) .

**Tableau 5.** Différents système d'élevage en Algérie

<b>Systèmes d'élevage en Algérie</b>	<b>Système extensif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système le plus fameux en Algérie (Kerboua <i>et al.</i>, 2003).</li> <li>- De type familial « autoconsommation de produit » (Kerboua <i>et al.</i>, 2003).</li> </ul> <p><b>Divisé en deux sous types :</b></p>	<p><b>a) Système pastoral :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basé sur la transhumance des animaux pendant l'été vers le nord, l'automne vers les hauts plateaux céréaliers(Hacida) « ACHABA », et le retour vers le sud pendant l'hiver « AZZABA » (Chellig, 1992).</li> </ul> <p><b>b) Système agropastoral :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'alimentation basée sur le pâturage des résidus de récolte, complémentés par un fourrage sec « paille d'orge ... » (Adamou <i>et al.</i>,2005) .</li> </ul>
	<b>Système semi-extensif (Adamou et al., 2005)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-utilisation modérée des produits vétérinaires.</li> <li>-Pâturage sur jachère, champs céréaliers...</li> <li>-faible consommation des aliments (concentré).</li> </ul> <p>Pour la complémentation de pâturage.</p>	
	<b>Système intensif (Adamou et al., 2005)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilisation excessive des produits vétérinaires.</li> <li>- pas de pâturage (élevage en bergerie).</li> <li>- Grande consommation des aliments (concentrés) sacrés pour l'engraissement des agneaux.</li> </ul>	

**VIII. Les races ovines en Algérie**

Les ovins en Algérie sont constitués principalement de races autochtones qui sont caractérisées par leur résistance et leur adaptation aux conditions difficiles du milieu. Les races autochtones constituées principalement par : La race arabe blanche (Ouled Djellal), la race Rembi et la race Hamra de Béni Ighil et secondairement par la race berbère, D'man, Barbarine et la race Sidaou-Targuia (Chellig, 1992).

### VIII.1. La race Arabe blanche dite Ouled Djellal

La plus dominante race ovine en Algérie, d'un point de vue effectif, car elle constitue 63 % du cheptel algérien (**Kerboua et al., 2003**), de même elle est considérée comme la meilleure race à viande sur le plan production (**Saad, 2002**). Elle est très adaptée aux conditions difficiles du milieu steppique et à la marche sur de longues distances (**Chellig, 1992**).

#### A- Aire de répartition géographique

Elle occupe le centre et l'Est algérien ; une vaste zone allant de l'Oued Touil (Laghouat-Chellala) à la frontière tunisienne (**Dekhili et Aggoun, 2007**).

#### B- Historique et qualification

Selon **Sagne (1950)**, le qualificatif d'arabe se rattache au territoire où habite une majorité d'éleveurs de langue arabe.

Historiquement, elle aurait été introduite par les Ben-Hillal venus en Algérie au XI<sup>ème</sup> siècle du Hidjaz (Arabie) en passant par la haute Egypte sous le Khalifa des Fatimides. Il faut cependant remarquer que les races ovines d'Orient et d'Asie sont toutes des races barbares à grosse queue. Pour cette raison, une seconde hypothèse soutenue par le Dr TROUETTE plaide pour son introduction en Algérie par les romains, grands amateurs de laine, au V<sup>ème</sup> siècle venant de la Tarente en Italie où ce type de mouton existe jusqu'à présent. Il est d'ailleurs représenté sur les stèles funéraires des ruines de Timgad de Batna (**Fattoum, 2015**). Ainsi **Sagne (1950)** et **Turries (1976)** rapportent que le peuplement ovin des steppes fut postérieur à l'occupation romaine et antérieure à la conquête arabe. Il est donc en relation évidente avec les invasions Zénètes et le développement du grand nomadisme, né de l'apparition du dromadaire en Afrique du nord.

#### C- Caractéristiques phénotypiques

La race Ouled Djellal est une race de grand format (Figure 2), de taille élevée, la hauteur au garrot est de 74 cm (minimum 61 cm et maximum 82 cm) chez la brebis et de 84cm (minimum 75 cm et maximum 88 cm) chez le bélier. Avec un poids moyen de 60 kg (minimum 42 kg) pour les brebis et 83 kg (minimum 73 kg) pour les béliers (Tableau 6).

- 1- Elle se caractérise par une tête fine peu longue, un profil sub-busqué ou busqué chez le mâle et un front large, des yeux grands de couleur noire ou jaune clair et des oreilles longues et pendantes, les cornes sont généralement moyennes, spiralées et totalement absentes chez la femelle, un cou long, nu sur sa partie ventrale.

- 2- La peau est blanche avec quelques traces de pigmentation marron sur certains sujets très visibles chez les jeunes. On remarque une dilution de celles-ci avec l'âge,
- 3- Un tronc rectangulaire, une ligne du dessus droite (du garrot à la base de la queue), des côtes longues et bombées, une poitrine profonde, les membres sont longs, adaptés à la marche, gigot plat, avec de très bons aplombs.
- 4- La queue est fine et de moyenne longueur, la laine est blanche, fine et peu jarreuse, la toison couvre suffisamment l'animal, elle descend jusqu'aux jarrets, alors que le ventre et la partie inférieure du cou sont nus (**Chellig, 1992**).

**Tableau 6.** Caractéristiques morphologique de la race Ouled Djellal (**Fattoum, 2015**).

Sexe	Mâles	Femelles
Hauteur au garrot (cm)	84	74
Longueur du corps (cm)	84	67
Tour de poitrine (cm)	40	35
Poids vif (kg)	81	49
Couleur	Peau et laine blanches	
Queue	Fine et moyenne	
Conformation	Bonne	



**Figure 2.** Brebis et bélier de race Ouled Djellal (**Fattoum, 2015**).

### D- Caractéristique de reproduction

**Dekhili et Aggoun (2005)** s'accordent à dire que la race Ouled Djellal est réputée pour sa bonne qualité de reproduction et ses bonnes aptitudes maternelles, ainsi que sa résistance aux conditions difficiles, mais **Kerboua et al (2003)** rapportent que la diffusion de cette race sur l'ensemble du pays est rapide sauf dans le sud, même elle tend à remplacer certaines races dans leur propre berceau « c'est le cas de la race Hamra ». Ceci n'est pas lié principalement aux performances de reproduction, mais à la rusticité dans les différentes conditions et la productivité pondérale par rapport aux autres races algériennes.

Selon **Chellig (1992)**, les performances de reproduction de la race Ouled Djellal sont résumées dans le tableau suivant (Tableau 7).

**Tableau 7.** Caractéristique de reproduction chez la race Ouled Djellal (**Chellig, 1992**).

Paramètres	Valeurs correspondantes
Age au premier œstrus (chaleur)	agnelle fécondé 8 à 10 mois
Saisonnalité de l'œstrus	avril-juillet octobre-novembre
Mise à la lutte	18 mois
Première mise bas	24 mois
Intervalle entre deux agnelages	11-12 mois
Fécondité	93%
Prolificité	110%
Productivité au sevrage	70% en élevage nomade 80% en élevage sédentaire
Longévité	Brebis : 10 ans Bélier : 12 ans

### F- Les variétés de la race Ouled Djellal

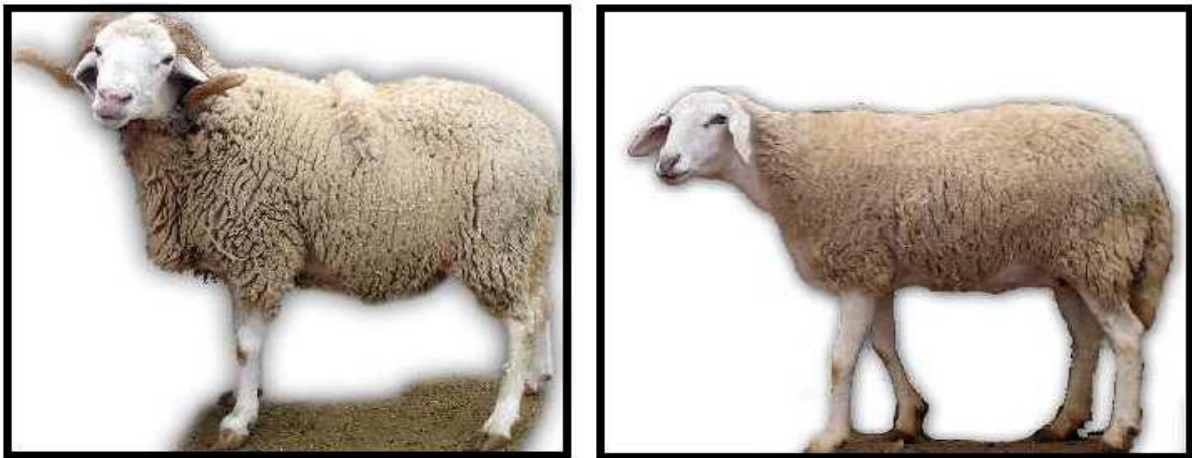
Selon **Sagne (1950)**, **Logbi (1974)**, **Turries (1976)** et **Chellig (1992)**, l'ovine Ouled Djellal se subdivise en quatre variétés :

**1- Variété Ouled Djellal** proprement dite ou **Djellalia** :

Elle peuple les régions des Zibans ; Biskra, Ouled Djellal et Touggourt (Figure 3). Elle se caractérise par un corps longiligne, haut sur pattes, une laine blanche, fine, jarreuse, un ventre et un dessous du cou nus, des cornes moyennes, spiralées et peuvent être présentes chez les brebis. Notons que le squelette est très fin, le gigot long et plat, il est plus rustique que les autres types et supporte les grandes marches pendant la transhumance. Elle est communément appelée « Transhumante » (**Lafri, 2011**). **Sagne (1950)** rapporte que ces moutons sont des sahariens d'élite formant un troupeau très homogène, exploité par les Ouled Zekri, les Bouazid et les Ouled Sidi Khaled.

**2- Variété Ouled Nail** ou **Hodnia**

Cette variété occupe la région du Hodna ; Djelfa, Sidi Aïssa, Boussaâda, M'sila, Sétif, Ain-Mlila, Ain-Beida. **Sagne (1950)**, **Turries (1976)**, **Chellig (1992)**, et **D'himi (2005)** rapportent que c'est la variété la plus pure et la plus remarquable, de par son important volume d'où le nom de lourde avec une forme bien proportionnée, taille élevée et couleur blanche (Figure 3).



**Figure 3.** Bélier et brebis de type Hodnia (**Laoun, 2007**).

**3- Variété Chellalia**

C'est le type le plus petit de taille et le plus léger qui se rencontre dans les régions de Ksar Chellala, Djelfa et Laghouat.

Le profil de la tête est légèrement busqué avec des oreilles moyennement pendantes. Les membres sont fins, écartés de derrière, serrés de devant, le squelette est robuste, la poitrine ample et le gigot plat (**Sagne, 1950 ; Chellig, 1992**).

#### 4- Variété Taadmit

Due à une origine génétique résulte d'un croisement entre le Mérinos de l'Est et une race autochtone de la région de Djelfa (**Sagne, 1950 ; Jore d'Arce, 1959**), cette variété se caractérise par une tête blanche avec un profil busqué chez le mâle, légèrement busqué chez la femelle, une encolure courte, un tronc long et large avec des lignes droites. L'animal est haut sur pattes, la toison est étendue, recouvrant le front et descendant jusqu'aux jarrets et parfois jusqu'aux genoux. La laine est superfine à fine (**ITELV, 2000**). Les béliers souvent dépourvus de cornes, peu ardents à la lutte (**Kerboua et al., 2003**).

### VII.2. La race Rembi

Cette race est particulièrement rustique et productive ; elle est très recommandée pour valoriser les pâturages pauvres de montagnes. L'effectif total est d'environ 2.000.000 de têtes soit 11,1 % du total ovin (Figure 4) (**Kerboua et al., 2003**).

Il existe deux « types » de cette race :

- Rembi du Djebel Amour (Montagne) ;
- Rembi de Sougueur (Steppe) (**Kerboua et al., 2003**).

Le berceau de la race Rembi est la zone de Ksar chellala à Tiaret. L'aire d'expansion de cette race s'étend de l'Oued Touil à l'Est au Chott Chergui à l'Ouest et de Tiaret au Nord à Aflou et El-Bayadhau Sud (**Chellig, 1992**).

La race Rembi se caractérise par une laine couleur chamois, tête brune pâle alors que les pattes sont de couleur lièvre mouton. La laine couvre tout le corps et descend jusqu'aux genoux et aux jarrets. Les cornes sont spiralées et massives, les oreilles de taille moyenne tombantes, la queue est mince et d'une longueur moyenne (**Kerboua et al., 2003**).



**Figure 4.** Brebis et mouton de la race Rembi (**Fattoum, 2015**).

Les productivités numériques et pondérales sont les plus élevées comparativement aux races de la steppe. Le poids des animaux aux différents âges sont supérieurs de 10 à 15% de ceux de la race Ouled Djellal (**Kerboua et al., 2003**).

### VII.3. La Race Hamra

La Race Hamra dite Beni Ghil est dite autochtone d'Afrique de Nord, plus précisément du haut atlas marocain où elle est élevée par la tribu Beni Ghil, d'où elle tire son nom. L'appellation "Hamra" ou "Deghma" donnée à cette race par les éleveurs de la steppe de l'ouest est due à la coloration acajou brunâtre ou marron roussâtre de sa tête et de sa peau (Figure 5) (**Ayachi, 2003**).

Cette race se caractérise par un corps très ramassé, un format petit et court sur pattes, un gigot arrondi et des côtes profondes. La couleur de la peau est brune, les muqueuses noires, la tête et les pattes sont de couleur rouge acajou, foncé à presque noire. La laine est blanche tassée avec des mèches colorées et carrées, de finesse moyenne très peu jarreuse. La queue est fine, d'une longueur moyenne (**Turries, 1976 ; Chellig, 1992 ; ITEL V, 2000**).



**Figure 5.** Brebis et bélier de la race Hamra (**Fattoum, 2015**).

Son aire d'extension est comprise entre le Chotte Ech-Chergui à l'Est, l'Atlas saharien au Sud--Est, le Maroc à l'Ouest et les monts de Tlemcen et de Saida au nord. En effet, celui-ci qui était évalué à plus de 2.500.000 têtes dans les années 80, n'est actuellement que d'environ 55.800 têtes. Sa productivité numérique est moyenne et la productivité pondérale faible par rapport aux races précédentes (**Kerboua et al., 2003**).

La Hamra Beni Guil regroupe trois types de variété (**Chellig, 1992 ; ITEL V, 2003**) selon la répartition géographique suivante :

-El Baydha-Mechria à face de couleur acajou foncé;

-El Aricha Sebdou à couleur acajou foncé presque noire, c'est le type le plus performant et le plus recherché par les éleveurs comme le type même de la race Hamra;

-Et Mlakou Chott chergui à couleur acajou clair.

#### VII.4. Les races secondaires

##### ➤ La race Barbarine

Cette race est en général apparentée à la race « Barbarine tunisienne », elle-même apparentée à la Barbarine du moyen orient et à la Barbarine d'Asie mais s'en différencie par une demi-queue grasse, moins importante. Cette réserve de graisse rend l'animal particulièrement rustique en période de disette dans les zones sableuses.

Ses gros sabots en font un excellent marcheur dans les dunes du Souf (El Oued) en particulier (Figure 6). Son aire d'extension couvre l'est du pays, dans l'erg oriental (Oued Souf), aux plateaux constantinois jusqu'à la frontière tunisienne. Ce faible effectif peut être expliqué par la rareté et la pauvreté des pâturages dans sa région d'élevage et par la concurrence de l'élevage bovin traditionnellement développé au Nord de la ligne Batna-Tébessa (**Chellig, 1992**).



**Figure 6.** Brebis et bélier de la race Barbarine (**Fattoum, 2015**).

##### ➤ La race Berbère

Elle est aussi appelée Chleuh, Kabyle (Figure 7). C'est un petit mouton à l'aine emmêlée et dont les performances en général ne sont pas encore connues, excepté qu'elle peut survivre sur des terres marginales. Son aire d'extension couvre l'ensemble de l'atlas tellien de Maghnia à la frontière tunisienne (**Kerboua et al., 2003**).

**Sagne (1950)** nous informe, par Hérodote, que ce mouton existait déjà en Kabylie depuis 3000 ans avant J.C. A cette époque, un agronome latin rapportait que des béliers à fine toison et à fine queue étaient importés du Maghreb.

La race berbère des montagnes est petite de taille, bréviligne, ayant une tête à profil droit, supportée par une encolure grêle, une poitrine exigüe, des côtes plates, un dos étroit, continué par une croupe avalée, que supportent des cuisses minces et aplaties. Se caractérisant par une laine mécheuse blanc brillant, dite « Azoulai » en berbère (Trouette, 1929 ; Chellig, 1992).



Figure 7. Brebis et Bélier de la race Berbère (Fattoum, 2015).

#### ➤ La race D'man

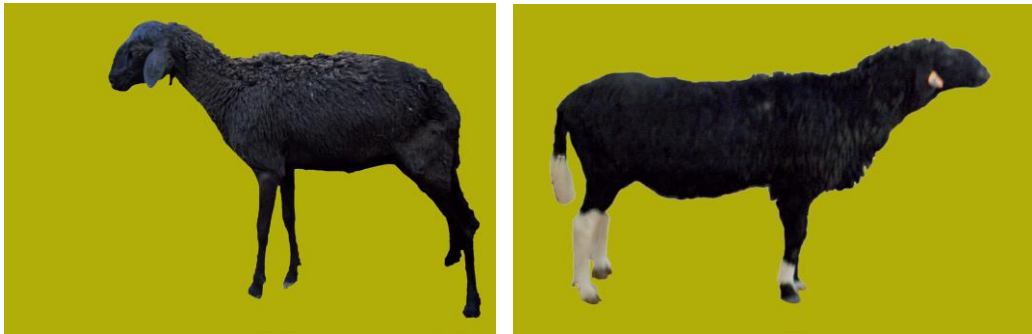
C'est une race des oasis sahariennes, originaire du Maroc. Le berceau de cette race s'étend du Sud-Ouest algérien (Béchar, Tindouf, Adrar) jusqu'à Ouargla, ainsi que les oasis d'Errachidia et Ouarzazate au Maroc, et même à Tozeur et Kébili (Sud Tunisien). C'est un animal de palmier, connu souvent sous le nom de race du « Tafilalet », il vit en stabulation dans la majeure partie de l'année (Turries, 1976)

Caractérisée par une tête fine, brusquée, des cornes petites, fines ou inexistantes, des oreilles longues tombantes, implantées bas, derrière la tête (Figure 8), le cou long, mince, portant des pendeloques chez la brebis, cette race est forte, d'une hétérogénéité phénotypique et de squelette très fin, haut sur patte et du type longiligne, caractérisée par une pigmentation variable (la tête et la toison peuvent être entièrement noires, brunes ou blanches). Une sélection sur la conformation pourrait en faire une race d'un grand intérêt pour l'élevage en race pure en zone saharienne et pour les croisements industriels destinés à la boucherie (Chellig, 1992).

Bien que de conformation médiocre et de petit format, cette race pourrait présenter énormément d'intérêt zootechnique et économique à l'avenir grâce à ses performances de reproduction exceptionnelles.

- 1<sup>er</sup> agnelage à 10\_12 mois
- Prolificité de 150 à 250%

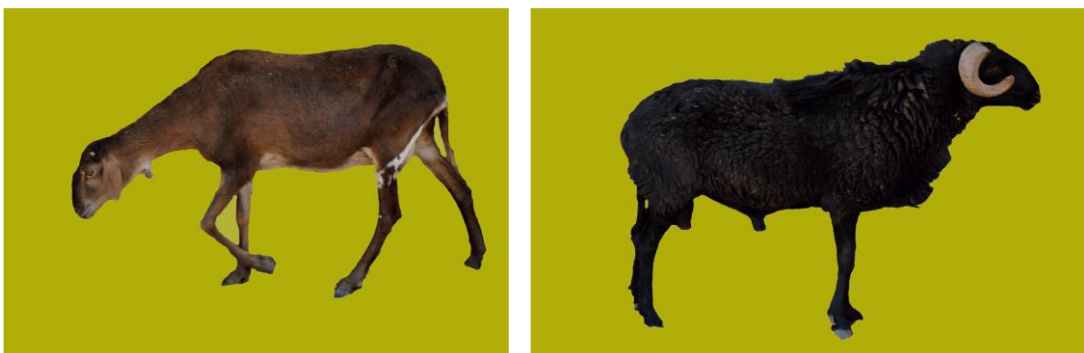
- Absence d'anoestrus saisonnier ou de lactation
- Deux agnelages annuels, très fréquemment gémellaires (Kerboua *et al.*, 2003).



**Figure 8.** Brebis et bélier de la race D'man (Fattoum, 2015).

#### ➤ La race Targuia-Sidaou

Cette race se trouve dans le grand Sahara allant de Bechar et passant par Adrar jusqu'à Janet. Elle est originaire du Mali, exploitée essentiellement par la population touarègue, et mène une vie nomade. Ces moutons migrent depuis le Fezzaze en Libye jusqu'au Niger et au sud de l'Algérie (Hoggar-Tassili). C'est la seule race algérienne dépourvue de laine mais à corps couvert de poils, ressemblant à une chèvre, la queue étant longue (presque au ras du sol) et fine (Figure 9). Sa conformation est mauvaise. La couleur des poils est noire ou paillée, sa poitrine est étroite et les pattes sont longues et hautes, aptes à la marche sur de longues distances. Toutefois il serait recommandé d'éviter la perte d'un patrimoine génétique qui a fait preuve d'adaptation aux conditions les plus rudes. On qualifie cette race de résistante au climat saharien (Chellig, 1992).



**Figure 9.** Brebis et bélier de race Targuia-Sidaou (Fattoum, 2015).

# **Chapitre II**

## **Alimentation et stress hydriques**

### I. Importance de l'eau dans l'organisme animal

L'eau est un nutriment essentiel qui intervient dans toutes les fonctions physiologiques de base de l'organisme. Cependant, il faut noter que l'eau, comparée à d'autres nutriments, est consommée en quantités beaucoup plus importantes. C'est pourquoi sa disponibilité et sa qualité sont des paramètres clés pour la santé et la productivité du bétail (**Wilson, 1975 ; Olkowski, 2009**). La mort peut survenir si la perte d'eau dépasse 10 % du poids du corps (**Drogoul et al., 2004**).

L'eau, présente dans tout l'organisme, fait partie de 99,2 % des molécules qui composent les ruminants. De plus, elle participe à l'équilibre homéo-thermique en conservant la chaleur corporelle par temps froid, tout en facilitant sa dispersion par temps chaud. Parallèlement, ce nutriment participe à la digestion des aliments ingérés, au métabolisme des nutriments absorbés, à l'hydrolyse des différentes molécules comme les lipides, les protides et les hydrates de carbone et à l'élimination des déchets (**Aseltine, 1992**). L'eau sert également de coussin pour le système nerveux, aide à la lubrification des articulations, sert au transport des sons dans l'oreille et à la vision (**Aseltine, 1992**).

### II. Dépenses en eau

Les dépenses en eau sont de trois types :

- Dépenses liées à la **digestion et au métabolisme**. Ces dépenses s'accroissent avec la quantité de substances indigestibles et de déchets à éliminer dans les fèces et les urines.
- Dépenses liées à la **thermorégulation**. L'élimination de vapeur d'eau se fait par les poumons, la peau et la sueur (transpiration). Ces pertes dépendent de la température ambiante.
- Dépenses liées **aux productions**. Toutes les formes de production entraînent des dépenses en eau :
  - le lait de vache contient 87 % d'eau ;
  - l'œuf de poule en renferme 70 % ;
  - le croît des bovins en contient de 40-60 %, la quantité d'eau diminuant avec l'âge et la quantité de lipides fixés dans les tissus ;
  - le travail musculaire produit de la chaleur qu'il faut éliminer par respiration et sudation (**Drogoul et al., 2004**).

### III. Régulation de la consommation d'eau

Une neuro-hormone post hypophysaire, l'**hormone antidiurétique (ADH)** diminue les pertes d'eau dans l'urine lorsque la consommation devient insuffisante (**Drogoul et al., 2004**).

Il existe dans l'hypothalamus latéral un centre de la soif. Ce centre est relié à des récepteurs nerveux qui le renseignent sur la concentration saline et le volume du sang ou la siccité de la bouche. Ces informations déclenchent la sensation de soif.

### IV. Origines et facteurs de variation de l'eau consommée

L'eau ingérée a deux origines :

-l'aliment pour lequel l'eau de constitution a des teneurs variables de moins de 15 % à plus de 85 % ;

-l'eau de boisson. La qualité de l'eau bue varie en sens inverse de la teneur en eau de l'aliment.

En outre, le catabolisme des nutriments libère de l'eau : 100 g de glucides, lipides et protéides libèrent ainsi respectivement 55 g, 107 g et 100 g d'eau.

La quantité ingérée par jour varie principalement en fonction de trois facteurs.

**\*La nature de la ration :** On observe un accroissement des quantités d'eau bue quand la matière sèche volontaire ingérée (*MSVT\**) augmente (entraînant des pertes urinaires et fécales plus importantes), quand la teneur en matière sèche des aliments s'élève ou quand leur composition chimique révèle des excès de matières azotées ou minérales qui font accroître les dépenses d'excrétion (**Drogoul et al., 2004**).

**\*Le niveau de production :** La quantité d'eau bue s'accroît chez les femelles au cours des derniers mois de gestation et plus encore pour les animaux qui portent plusieurs fœtus et pour les femelles en lactation plus par rapport aux femelles tarées. Une réduction de la quantité d'eau offerte par rapport à celle bue *ad libitum* entraîne une diminution immédiate de la production laitière. L'accroissement de la consommation d'eau est bien supérieur aux quantités d'eau fixées dans les produits de la conception ou exportées dans le lait.

**\*La température ambiante :** Entre 5 et 10 °C, la température influence peu la consommation d'eau. Celle-ci s'accroît ensuite lentement jusqu'à 20 °C puis, au-delà, très rapidement. L'augmentation dépend de l'adaptation des espèces et des races au climat chaud. Ainsi par exemple, la consommation quotidienne d'eau des vaches laitières de type européen peut doubler si la température passe de 10 °C (60 kg d'eau) à 30 °C (120 Kg d'eau).

La consommation d'eau approximative (en litres par jour) chez les différentes catégories de ruminants se présente dans le tableau 8:

**Tableau 8.** Consommation d'eau approximative (en litres par jour) chez les différentes catégories des ruminants (Olkowski, 2009)

Catégories	Consommation d'eau approximative (en litres par jour)
Bœufs	26-66
Vaches laitières	28-110
Génisses (gravides)	32-45
Veaux (4 à 8 semaines)	4,5-6,8
Agneaux (sevrés)	3,5-4,0
Brebis (sèches)	4,0-5,0
Brebis (en lactation)	4,0-12,0
Chèvres	3,0-15

## V. Apports d'eau

- **Les quantités totales d'eau consommées** sont exprimées par rapport à la matière sèche volontairement ingérée (MSVI) qui est le principal facteur de variation de cette consommation. Par exemple chez les ruminants, le cheval et le porc, elles varient selon le stade physiologique, de 2 à 5 Kg par Kg de MSVI.

Il est conseillé de laisser l'eau en permanence à la disposition des animaux. En effet toute restriction limite la consommation de la ration, et donc les performances réalisées (Drogoul *et al.*, 2004).

Par ailleurs, il est important de surveiller les niveaux de consommation :

- La surconsommation observée essentiellement en été, accentue l'humidification de la litière d'eau et nuit donc à l'hygiène du bâtiment.

- La sous-consommation peut être due à des canalisations obstruées, des points d'eau en nombre insuffisant, une eau inappétente ou des stress. Elle entraîne des chutes de production et accroît le taux de mortalité chez les jeunes animaux.
  
- En outre, **la qualité de l'eau est un point très important** : une eau de mauvaise qualité peut être mal consommée ou dangereuse pour la santé des animaux. Le problème et ses conséquences peuvent être plus ou moins aigus selon le type de production et l'environnement.

Deux aspects sont à envisager :

- **Qualité physico-chimique :**

L'eau fournie doit être de meilleure qualité possible. Elle doit être fraîche et propre. L'eau doit être pauvre en sels, en matière organique et exempte d'autres substances toxiques telles que les algues bleu-vert, les métaux lourds et les résidus chimiques (Tableau 9) (**AgNote, 2018**).

Les facteurs généralement pris en compte dans l'évaluation de la qualité de l'eau comprennent l'odeur et le goût (propriétés organoleptiques), qui sont influencés par les propriétés physicochimiques de l'eau et qui peuvent être un moyen utile d'aider à déterminer la qualité de l'eau, il s'agit notamment du pH, des solides dissous totaux (TDS), de la dureté, d'autres substances en excès, du sulfate, du chlorure, du nitrate, des composés toxiques (**Beede, 2005**). Au cours de leur circulation souterraine et de leur séjour dans l'aquifère, les eaux des nappes phréatiques se chargent, au contact des différents terrains traversés, d'un certain nombre d'éléments chimiques solubles. Ces éléments sont d'origine géologique le plus souvent ; ils peuvent, cependant, parfois être d'origine anthropique et sont alors susceptibles d'affecter sensiblement la qualité de l'eau (**Rodier et al., 2009**).

**Tableau 9.** Recommandations pour les paramètres physico-chimiques de l'analyse de l'eau pour les animaux (Institut de l'élevage à Paris, 2004; ANSES, 2010)

Paramètres	Expression des résultats	Concentration maximale	
Température	C°	25	(Institut d'élevage paris, 2004)
PH	-	6,5≤pH≤9	
Chlorure	mg/L Cl	250	
Sulfates	mg/L SO <sub>4</sub>	250	
Magnésium	mg/L Mg	50	
Sodium	mg/L Na	150	
Potassium	mg/L K	12	
Aluminium total	mg/L Al	0.2	
TAC (titre alcalimétrique complet)	°F	50	
Résidus secs	mg/L	1500	
Matières organiques	mg/L	< 5	(ANSES, 2010)
Nitrates	mg/L NO <sub>3</sub>	< 50	
Nitrites	mg/L NO <sub>2</sub>	< 0,1	
Manganèse	mg/L Mn	< 0,05	
Ammonium	mg/L NH <sub>4</sub>	< 0,5	
Phosphore total	mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 5	
Fer	mg/L Fe	< 0,2	
Cuivre	mg/L Cu	< 1	

- **Qualité microbiologique :**

La contamination d'une source d'eau du bétail par des micro-organismes n'est généralement pas préoccupante. Cependant, dans certaines conditions, les populations microbiennes peuvent exploser, créant des problèmes pour le bétail (Beede, 2005). Parmi les microorganismes susceptibles de se retrouver dans l'eau d'abreuvement: les virus, les bactéries (souvent d'origine fécale), les protozoaires et autres. Les coliformes et les

streptocoques sont des bactéries dont le dénombrement par 100 ml d'eau est souvent effectué pour déterminer la qualité microbiologique (**Cinq-Mars, 2008**).

Des analyses d'eau sont conseillées, notamment en aviculture. En l'absence de données spécifiques, on peut se référer aux normes de potabilité humaine pour contrôler la qualité de l'eau (Tableau 10).

**Tableau 10.** Recommandations pour les paramètres bactériologiques de l'analyse de l'eau pour les animaux (**ANSES, 2010**).

Germes	Nb (germes/mL)
<b>Coliformes totaux</b>	< 5germes/100 mL
<b>Coliformes thermotolérants</b>	< 5 germes/100 mL
<b>E. Coli</b>	< 5 germes/100 mL
<b>Clostridium sulfito-réducteur</b>	< 10 germes/100 mL
<b>Streptocoques fécaux</b>	< 5 germes/100 mL

## VI. Restriction hydrique (ou privation de l'eau)

La restriction est généralement décrite en termes de volume d'eau fournie quotidiennement ou de la durée quotidienne pendant laquelle le l'animal a accès à l'eau, alors que la privation implique le refus total d'eau en termes d'intervalle pendant lequel l'eau est privée totalement de l'animal. Les deux termes restriction et privation souvent utilisés de manière interchangeable (**Linda et Thomas, 2000**).

### V.1. Les effets de la restriction hydrique

#### a) *Effet sur la thermorégulation*

La restriction hydrique entre dans les phénomènes de la production d'énergie et de la thermorégulation (**King, 1983**). En termes de production d'énergie, les moutons au cours d'une restriction hydrique réduisent la consommation de matière sèche et donc la production de chaleur endogène, donc une diminution des besoins en eau pour le refroidissement par évaporation, ce qui permettrait une économie d'eau (**Macfarlane et Howard, 1972**)

Dans l'environnement chaud des zones arides et semi-arides, la température élevée de l'air combinée à un rayonnement solaire intense produit des conditions dans lesquelles la température ambiante dépasse considérablement la température corporelle. Lorsque la charge thermique totale dépasse le niveau qui ne peut être dissipé par des moyens non évaporatifs, le seul mécanisme efficace utilisé par les mammifères pour maintenir la température corporelle dans des limites tolérables est le refroidissement par évaporation par halètement et transpiration. Cependant, haletant et transpirant épuise l'eau corporelle et aggrave la déshydratation chez les animaux qui n'ont pas souvent accès à l'eau. Ainsi, les animaux soumis à une restriction hydrique nécessitent un équilibre entre la régulation de la température et d'autres systèmes physiologiques (**Walsberg, 2000**).

Ainsi, un changement dans la circulation sanguine aide à maintenir l'homéostasie thermique; la dilatation et la constriction des vaisseaux sanguins régulent le transfert de chaleur vers la peau (**Hales, 1973**). Pendant le stress thermique, la fréquence et le débit cardiaques augmentent, donc la vasodilatation diminue la résistance périphérique en maintenant une pression artérielle relativement constante et le flux sanguin vers la peau augmente (**Whittow, 1976**). Le débit cardiaque peut augmenter de 1 à 2%, le flux sanguin vers la peau peut être multiplié par deux (**Hales, 1973 ; Whittow, 1976**). L'augmentation du flux sanguin et du transfert de chaleur des tissus du corps profond vers la peau et les tissus respiratoires des animaux qui transpirent peut avoir une influence sur l'efficacité du refroidissement par évaporation (**Cain et al., 2006**).

#### ***b) Effet sur la consommation alimentaire et la production***

L'approvisionnement en eau est primordial dans tous les systèmes de production animale. La plupart des animaux d'élevage doivent boire au moins tous les deux jours pour être productifs et au moins une fois par semaine pour survivre (**Shkolink et Silanikove, 1991**).

Les moutons peuvent survivre à la sécheresse et à la malnutrition pendant la saison sèche; cependant, ces conditions entraînent des perturbations physiologiques qui se traduisent par une réduction de l'apport alimentaire ainsi qu'une perte de poids corporel (**Hafez, 1969**). **Ahmed et Amar (2001)** et **Ahmed et El keir (2004)** indiquent que la restriction hydrique conduit à la déshydratation et réduit la consommation volontaire d'aliments chez les chèvres du désert soudanais.

Une restriction des quantités d'eau disponibles peut entraîner une chute rapide et importante de la production du bétail et une eau d'abreuvement de mauvaise qualité est souvent un facteur participant à la baisse de la consommation (**Kazi et al., 2009**), ce qui entraîne ensuite une baisse des performances, une sensibilité accrue aux maladies ainsi qu'une agressivité plus élevée des animaux entre eux autour des points d'eau (**Kamphues et Schulze, 2002 ; Burgos et al., 2001**).

Par contre **Misra et Singh (2002)** montrent que la quantité d'aliments volontairement ingérés des mâles adultes de races caprines Sirohi, Marwari et Kutchi en Inde, vivant en semi-intensif et buvant de l'eau une fois tous les deux jours, n'était pas différente de celle mesurée lorsqu'ils étaient autorisés à boire de l'eau une fois par jour.

**Ewing et al (1999)** avancent que l'exposition des animaux à des conditions environnementales stressantes peut altérer la résistance de l'hôte aux maladies par des effets sur le système immunitaire, principalement via la médiation des glucocorticoïdes

#### *c) Effet sur le poids corporel*

**Ahmed et Al Kheir (2004)** ont rapporté que l'effet aigu de la restriction hydrique sur la perte de poids corporel a été enregistré pendant l'été sec. La plupart des animaux réduisent leur consommation de nourriture pendant une déshydratation modérée et ne mangent pas pendant une déshydratation sévère. Par conséquent, une partie de la perte de poids corporel des substances tissulaires est utilisée pour le métabolisme énergétique des animaux pour cause de réduction de leur consommation alimentaire (**Houpt, 2004**).

La privation d'eau a entraîné une diminution marquée du poids corporel aussi bien chez le mouton et la chèvre du désert soudanais (**Abdelatif et Ahmed, 1994 ; Ahmed et Amar, 2001 et Ahmed et Al Keir, 2004**), la chèvre Tswana (**Adogla-Bessa et Aganga, 2000**) et la vache brune suisse (**Burgos et al., 2001**), que chez les chameaux (**Goumi et al., 1993**).

#### *d) Effet sur les paramètres sanguins*

La restriction hydrique provoque en général des variations en protéines totales, albumine, urée, créatinine, cholestérol, triglycérides, sodium et en chlorures, en raison du phénomène d'hémoconcentration dû à la baisse du niveau d'eau dans le sang. La restriction hydrique augmente la concentration du sodium en raison d'une plus grande activité d'aldostérone qui augmente le niveau d'électrolyte dans le rein (**Ashour et Benlemilh, 2000**) Une augmentation

marquée de la concentration en protéines sériques a été observée par **Mengistu (2007)** chez des chèvres éthiopiennes et somaliennes soumises à une restriction hydrique pendant quatre jours, et par **Jaber et al (2004)** chez les brebis Awassi soumises à deux régimes différents de restriction hydrique.

Chez la brebis Lacaune, la déshydratation est associée à une augmentation des concentrations en protéines (**Casamassima et al., 2016**). Cette augmentation en protéines plasmatiques pourrait être attribuée à une perte d'eau due à la déshydratation qui entraîne une hyperconcentration du volume sanguin réduit (**Schalm et al., 1975**). **Hamadeh et al (2006)** ont constaté que les concentrations en protéines totales ainsi que les globulines, le cholestérol, les triglycérides étaient plus élevées chez le mouton Awassi après une privation d'eau.

L'augmentation des concentrations sériques d'urée est à attribuer à l'état de restriction en eau qui a produit un état de déshydratation avec une concentration hématique de métabolites et a conduit à l'incapacité du rein à remplir sa fonction (**Casamassima et al., 2016**). **El-Sherif et Assad (2001)**, travaillant avec des brebis Barki dans des conditions semi-arides, ont constaté qu'il y a une augmentation significative de l'albumine plasmatique et de la créatinine sanguine.

L'accumulation de la créatinine dans le plasma pourrait être une conséquence de la réduction générale de l'excrétion urinaire durant la phase de restriction hydrique. Comme un ajustement à l'équilibre de l'eau pendant la phase de restriction hydrique, les animaux réduisent la filtration glomérulaire, ce qui entraîne une réduction du volume d'urine. L'augmentation de la créatinine plasmatique pourrait donc être liée au maintien de la fonction rénale à un niveau inférieur qui a pour conséquence une mauvaise élimination de la créatinine (**Mehalaine et al., 2018**).

L'augmentation des concentrations sériques de chlore et de sodium est due à la réduction du volume plasmatique et à l'augmentation des taux sériques d'aldostérone et de vasopressine, cela favorise une rétention accrue de sodium et une adsorption d'eau au niveau des reins, conduisant à une hémodilution dans le but de restaurer les valeurs physiologiques du sodium et du chlore. Dans des études antérieures similaires sur des ovins, caprins et bovins (**Burgos et al., 2001; Mengistu et al., 2007; Casamassima et al., 2008; Ghanem et al., 2008; Ashour et Benlemlih, 2000**), les auteurs notent aussi cette augmentation qu'ils attribuent à une rétention rénale accrue en raison de l'influence de l'aldostérone.

**Purohit et al (1972)** ont rapporté que chez le mouton de race Marwari, le volume cellulaire (PCV) a augmenté de 13% lorsque l'eau était limitée à 50%. Lorsqu'ils ont été totalement privés de l'eau pendant 3 jours, leur (PCV) a augmenté de 32%. En outre, la restriction de l'eau a augmenté le PCV chez le mouton de race Yankasa (**Aganga et al., 1988**) et le mouton du Soudan (**Abdelatif et Ahmed, 1994**).

L'augmentation des valeurs de certaines variables de la formule sanguine numéraire; globule rouge (GR), hémoglobine (HB), Hématocrite et la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (Htc), peut être attribuée à la restriction hydrique, qui a produit une réduction du volume plasmatique et de leur concentration hématique (**Casamassima et al., 2016**).

**Casamassima et al (2016)** avancent qu'une augmentation d'hématocrite chez les moutons Awassi peut s'expliquer par l'augmentation du nombre de globules rouges, en réponse à la restriction hydrique, ce qui conduit par la suite à une polycythémie (une augmentation de la quantité totale d'érythrocytes circulants dans le sang) secondaire due à une réduction du volume sanguin circulant mais pas à l'augmentation des globules rouges. Lorsque cette condition persiste dans le temps, elle entraîne un ralentissement du flux sanguin chez les animaux, pouvant à son tour provoquer plusieurs événements pathologiques.

## VII. Le stress salin

Les scientifiques conviennent qu'une quantité minimale de sel est nécessaire pour la survie, mais les conséquences de son excès sur la santé sont considérées comme un sujet de controverse entre les scientifiques, les cliniciens et les experts de santé publique (**Taubes, 1998**).

Les ruminants présentent des réponses comportementales et physiologiques différentes à l'eau saline. Ces réponses dépendent des espèces animales, de l'état physiologique, des conditions climatiques, de la composition du régime alimentaire et du niveau de salinité dans le régime alimentaire et / ou dans l'eau potable (**Dryden, 2008; Mehalaine et al., 2018**).

### VII.1. La salinité de l'eau

Toutes les eaux naturelles contiennent des sels dissous (**Cummings, 2002**). La salinité de l'eau fait référence à la quantité des solides dissous dans l'eau; il s'agit souvent de sels minéraux communs du sol tels que les chlorures de Na, Mg et Ca, les carbonates, les bicarbonates, les sulfates et les phosphates, mais d'autres substances telles que les nitrates, les

nitrites et les oligo-éléments qui peuvent également être présentes à des concentrations variant avec la source d'eau (Tableau 11) ( **Dryden, 2008**)

Les niveaux de salinité sont mesurés directement par le Taux des Sels Dissous totaux (TDS) et indirectement par la conductivité électrique (EC) (**McGregor, 2004**).

Il a été rapporté que les moutons toléraient l'eau potable saline contenant jusqu'à 1,3% de chlorure de sodium sans effets nocifs (**Tomas et al., 1973**), tandis que les chèvres toléraient des niveaux allant jusqu'à 1,5% (**King, 1983**). **McGregor (2004)** a rapporté que les chèvres adaptées à l'eau salée potable peuvent tolérer des niveaux de salinité plus élevés que les moutons et peuvent même survivre sur l'eau de mer; mais la période nécessaire pour que les animaux s'adaptent à une salinité élevée est toujours ambiguë.

**Tableau 11.** Recommandations concernant les matières dissoutes totales (salinité) dans l'eau d'abreuvement (en g/l) pour différentes catégories d'animaux d'élevage (**Anzecc et Armcanz, 2000**).

<b>Animal</b>	<sup>1</sup> <b>Recommandation</b>	<sup>2</sup> <b>Maximum</b>	<sup>3</sup> <b>Limites de tolérance</b>
<b>Ovins</b>	5	5-10	10-13
<b>Bovins à viande</b>	4	4-5	5-10
<b>Bovins laitiers</b>	2.5	2.5-4	4-7
<b>Chevaux</b>	4	4-6	6-7
<b>Volaille</b>	2	2-3	3-4

<sup>1</sup>L'ajout de certains minéraux peut être bénéfique. <sup>2</sup>Pas de problème manifeste constaté dans le cadre d'une alimentation normale. <sup>3</sup>Concentrations ne présentant pas de risque pendant des périodes limitées.

## VII.2. Les chlorures de sodium et leur rôle physiologique

Le chlorure de sodium (NaCl) est essentiel à la vie. La régulation rigoureuse des concentrations de sodium et de chlorure du corps est importante et de multiples mécanismes fonctionnent pour les contrôler (**Taubes, 1998**).

Le sodium et le chlore sont responsables de 82 à 84% de la pression osmotique dans les compartiments extracellulaires (**Jean-Blain, 2002**). Aussi ils composent plus de 90% des bases du sérum sanguin qui n'existe pas dans les cellules sanguines (**Suttle, 2010**).

En association avec le sodium, le chlore assure l'équilibre acido-basique du compartiment extracellulaire, Le chlore est nécessaire pour la formation de l'acide chlorhydrique qui est à

l'origine de la forte acidification (pH 2,5 environ) dans la caillette qui facilite la digestion des protéines et permet la solubilisation des sels minéraux. Le chlore est aussi nécessaire pour l'activation de l'amylase intestinale. Ainsi, il est transféré entre le plasma et les érythrocytes par un processus connu sous le nom de "chlorure changement", ce processus aide à la respiration et à la régulation du pH sanguin (Meschy, 2010). Le sodium joue un rôle important dans la transmission de l'influx nerveux, le transport actif des acides aminés et du glucose, la contraction musculaire (muscle squelettique et cœur) et au niveau de l'os comme agent de cohésion (Meziane, 2001).

La pompe sodium-potassium régule les principaux flux d'entrée (glucose, acides aminés, phosphate) et de sortie (hydrogène, calcium, bicarbonates, potassium, chlore) au niveau cellulaire (Meschy, 2010).

### VII.3. Les effets de la salinité

#### a) Effet sur la thermorégulation

La salinité diminue l'efficacité de la thermorégulation chez les moutons dans des conditions chaudes; en diminuant les volumes sanguin et plasmatique et les fluides interstitiels qui jouent un rôle important dans la gestion du stress thermique par évaporation (Assad et El-Sherif, 2002). El-Gawad (1997) a signalé que le taux de respiration augmentait chez les chèvres buvant de l'eau de puits saline (0,8%), tandis que les températures rectales et le pouls n'étaient que légèrement affectés. Weeth *et al* (1960) ont rapporté que la température rectale était plus faible lorsque les génisses consommaient une eau salée à 2% de NaCl, alors qu'elle n'était pas affectée par la consommation d'une eau à 1% de Na Cl.

#### b) Effet sur la consommation alimentaire

La concentration de sels dans l'eau d'abreuvement peut influencer la consommation des aliments chez les animaux. Dans l'étude d'Abou Hussein *et al* (1994) cité par Mehalaine et al (2018), la prise d'eau avec 0,9% TDS réduit l'apport alimentaire des moutons mais pas des chèvres. L'augmentation de la teneur en sel de 0,95% à 1,7% TDS réduit l'apport alimentaire des moutons ainsi que des chèvres. Wilson (1966) a trouvé que l'apport alimentaire des moutons a diminué avec des concentrations plus élevées de NaCl (10-20% dans les aliments, 1,5-2,0% dans l'eau), alors qu'El-Gawad (1997) a signalé que la consommation

d'alimentation a augmenté chez les chèvres qui ont reçu de l'eau de puits saline à 0,82% du total des sels solubles (TSS).

Certaines données décrites dans la littérature suggèrent que chez les moutons ayant accès à de l'eau contenant une concentration modérée en sel (5 g / l), l'apport alimentaire augmente (**Wilson, 1968**). Cependant, lorsqu'ils ont été contraints de boire de l'eau saline (13 g / l de chlorure de sodium), les moutons ont considérablement réduit leur apport alimentaire (**Wilson et Dudzinski, 1973; Wilson, 1975**). **Masters et al (2005)** ont estimé que cette diminution de la consommation alimentaire chez les moutons résulte de l'implication d'un mécanisme hormonal ou d'un processus de stimulation nerveuse.

### c) *Effet sur l'abreuvement*

**Abou Hussein et al (1994) cité par Mehalaine et al (2018)** ont rapporté que l'augmentation de la salinité de l'eau à 1,7% a augmenté la consommation totale d'eau de chèvre de 59% et celle des moutons de 99%. Une corrélation positive entre le niveau de sel dans l'eau potable et le volume d'eau consommé par l'animal est ainsi enregistrée (**Peirce, 1957**).

**El-Gawad (1997)** a signalé que la consommation d'eau augmente chez les chèvres consommant une eau de puits saline (0,8%) pendant 6 semaines. **Peirce (1957)** a signalé que la consommation d'eau par les moutons a augmenté avec la concentration croissante de NaCl dans l'eau d'abreuvement. La consommation d'eau par les moutons est significativement augmentée lorsque le sel (130 g de NaCl par jour) est administré à la fois dans les aliments et dans l'eau potable (**Hemsley, 1975**).

**Yousfi et Ben Salem (2017)** ont constaté que l'augmentation de la concentration saline dans l'eau potable augmentait la consommation d'eau des moutons par rapport à ceux qui boivent de l'eau douce, Ainsi, une grande partie de l'eau supplémentaire prélevée par les béliers traités avec une solution saline était conservée dans le corps et finalement rencontrée dans l'espace intracellulaire qui va influencer le poids corporel.

### d) *Effet sur le poids corporel*

Des études sur des génisses ont montré que le poids corporel n'était pas affecté par la consommation d'eau salée à 1%. Les génisses consommant une eau salée à 2% ont perdu plus de poids pendant les 10 premiers jours (**Weeth et al., 1960**). **McGregor (2004)** a constaté que

les chèvres domestiques australiennes ayant bu de l'eau de mer pendant 24 jours ont eu une perte de poids de 15 à 20%. **Assad et El-Sherif (2002)** ont trouvé que chez les ovins, le poids corporel a diminué avec la diminution de l'apport en nutriments à cause de l'augmentation de la salinité de l'eau consommée, avec une perte finale moyenne de poids de 8,4%.

**Miles et McDowell (1983)** ont rapporté que la supplémentation en minéraux augmentait considérablement tous les paramètres de production. Alors qu'une carence en NaCl provoque une diminution de l'appétit conduisant aussi à des pertes de poids chez les ruminants (**McDowell et al., 1993**).

#### *e) Effet sur les composants sanguins*

**Eltayeb (2000)** n'a pas trouvé d'effet significatif de l'augmentation de la salinité de l'eau sur les concentrations en protéines totales et l'albumine sanguine chez des chèvres Nubiennes en saison estivale ; en revanche, en hiver, la salinité de l'eau a augmenté les concentrations en protéines totales et en albumine. **Houpt (2004) cité par Eltayeb (2000)**, indique que lorsqu'une solution hypertonique de NaCl est administrée par voie intraveineuse chez le mouton, l'eau se déplace dans le plasma et l'osmolarité accrue du liquide extracellulaire provoquerait la déshydratation cellulaire. **Yousfi et Bensalem (2017)** rapportent une augmentation du glucose et créatinine sanguin chez des moutons Barbarins abreuvés avec une eau fortement saline.

La concentration en créatinine, cholestérol et protéines totales tentaient à augmenter parallèlement à la salinité de l'eau dénote d'une corrélation positive entre la concentration du plasma et la salinité de l'eau d'abreuvement chez les caprins Arbia (**Mehalaine et al., 2018**), alors qu'il y a pas de variation des protéines totales chez le moutons Barbarins (**Yousfi et Bensalem, 2017**).

**Eltayeb (2000)** rapporte des concentrations sériques d'urée significativement faibles chez les chèvres Nubiennes ayant reçu une eau d'abreuvement contenant de grandes concentrations de NaCl (1,6 % et 2 %) par rapport aux chèvres ayant reçu l'eau de robinet ; ce qui pourrait être attribué à une augmentation du taux de filtration glomérulaire(GFR). **Meintjes et Engelbrecht (2004)** signalent que le GFR est significativement plus élevé chez les chèvres et les moutons s'abreuvant d'eau à fortes concentrations de NaCl que chez ceux s'abreuvant avec de l'eau du robinet et à faibles concentrations de NaCl. Les concentrations élevées de NaCl dans l'eau d'abreuvement a pour effet de rendre beaucoup plus disponible l'urée des tubules du néphron. Ceci pourrait, en outre, être attribué à une augmentation du transfert de

l'urée au rumen. **Meintjes et Engelbrecht (2004)** rapportent que le passage d'urée au rumen est activé par l'apport d'eau d'abreuvement saline, et que cela peut avoir un effet sur les concentrations plasmatiques d'urée, ou éventuellement dans des conditions d'excès d'apport en sel, le rein ajuste le rapport de l'urée au sodium dans l'interstitium médullaire.

**Peirce (1963)** et **Hemsley et al(1975)** ont rapporté que 1% de NaCl dans l'eau potable des moutons mérinos n'avait aucun effet sur la concentration de Na, K, Ca ou Mg dans le plasma sanguin. Tandis que les recherches les plus récentes de **Meintjes et Engelbrecht (2004)** ont constaté que chez les moutons mérinos allemands, qui s'abreuvaient d'une eau à 0,45% de NaCl, les concentrations plasmatiques de sodium et d'urée diminuaient de manière significative, bien qu'aucun autre changement n'ait été enregistré avec l'augmentation de la charge en sel à 0,9% de NaCl, tandis que la concentration plasmatique de potassium augmentait avec la consommation de 0,45% de NaCl, et a encore augmenté avec 0,9% de NaCl dans l'eau potable.

La concentration de l'ALAT augmente avec l'augmentation de la concentration en NaCl, donc on peut conclure que l'ALAT a été libérée d'avantage, indiquant une hyperfonction hépatique chez les moutons en raison de l'augmentation de la salinité de l'eau potable, en particulier lors d'une diminution de l'apport en nutriments. De plus, le taux de glucose a diminué avec l'administration de solution saline. Cela a indiqué l'incidence de la dépense énergétique des moutons pour faire face à la charge saline, ce qui a exercé un stress sur la fonction hépatique (**Assad et El-Sherif, 2002**). Ainsi, la concentration élevée de solution saline (13535 ppm de DS) affecte la fonction hépatique de la brebis Barki, exposée à une forte salinité et à un faible apport en nutriments, car elle a enregistré une valeur d'ASAT élevée (49,33 UI / l) (**Assad et El-Sherif, 2002**).

**Chapitre III.**

**L'élevage face aux  
changements climatiques**

## **I. Le climat**

La notion de « climat » renvoie à l'ensemble des éléments qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère. Elle se définit à partir des statistiques sur une longue période (souvent trente ans), alors que la notion de « temps » qu'il fait renvoie aux conditions météorologiques d'un instant donné ou d'une courte période (une journée, une semaine, etc.) (**Bruzzo-rouget et al., 2010**).

## **II. Le changement climatique**

Les changements climatiques sont causés par les modifications de l'atmosphère qui résultent de sa transformation chimique par les gaz à effet de serre (GES). Cette perturbation de l'équilibre atmosphérique s'exprime par une augmentation des températures moyennes sur terre, modifiant ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques (**Jeanne et Christine, 2011**)

Les changements climatiques ont principalement provoqués par les activités humaines des pays industrialisés et émergents, et en particulier par les émissions de gaz à effet de serre (GES) (**Jeanne et Christine, 2011**). Les populations les plus exposées aux changements climatiques sont celles qui vivent dans les régions du sud-aride et humide de l'Afrique subsaharienne (**Hassan et Nhemachena, 2008; Kurukulasuriya et Mendelsohn, 2008; Thornton et al., 2008**).

### **II.1. Menace du changement climatique sur l'alimentation du bétail**

Une grande partie de la faune et de la flore sera menacée directement ou indirectement par les changements climatiques. Plusieurs facteurs de pression dus aux changements climatiques font ainsi peser un risque important sur les espèces vulnérables, l'impossibilité pour certaines plantes de pousser en raison des conditions climatiques extrêmes, la pollution de l'air ou de l'eau, ainsi que l'apparition d'espèces invasives. Autant de facteurs qui pourraient conduire à l'extinction de nombreuses espèces (**Bruzzo-rouget et al., 2010**).

Les aléas climatiques contribuent également à la volatilité des prix des matières premières utilisées pour la fabrication des aliments du bétail. Le changement climatique est donc un réel problème pour l'élevage. En définitif, ce sont bien les relations à double sens, entre élevage et changement climatique, qui posent problème aujourd'hui (**Jouven, 2022**).

Les stress environnementaux les plus importants, notamment le stress hydrique affectent les conditions de croissance, de développement et le rendement des plantes (**Madavarao et al., 2006**)

Concernant l'agriculture, les changements climatiques pourraient avoir des impacts autant négatifs que positifs. En général, une augmentation des températures moyennes et un allongement de la saison de croissance devraient occasionner un accroissement potentiel du rendement des cultures. De même, ces modifications devraient rendre possible la production de cultures adaptées à des températures plus élevées (**Bélanger, 2002**)

À l'inverse, la protection hivernale qu'offre la couverture neigeuse aux cultures pérennes pourrait être affectée par des hivers plus doux et moins enneigés. De plus, des automnes plus doux pourraient diminuer les conditions optimales à l'endurcissement et causer plus de dommages aux plantes fourragères (**Bélanger, 2002**), ainsi que porter atteinte à la qualité et la quantité des aliments tels que les fourrages et les céréales (**Hanson et Baker, 1993 ; Aghajanzadeh-Darzi, et Jayet, 2013**).

**Aghajanzadeh-Darzi et Jayet (2013)** avancent que le changement climatique entraîne une possibilité de repousse de l'herbe en automne et peut aussi avoir des effets négatifs sur la croissance de l'herbe et le système d'élevage.

**Sophia (2008)** rapport que, les impacts du changement climatique sur l'environnement méditerranéen concerneront particulièrement 3 éléments :

- L'eau, via une modification de son cycle du fait de la hausse de l'évaporation et de la diminution des précipitations. Cette question d'eau sera centrale dans la problématique du développement durable,
- Les sols, à travers l'accélération des phénomènes de désertification d'ores et déjà existants.
- La biodiversité terrestre et marine (animale et végétale), via un déplacement vers le nord et en altitude de certaines espèces, l'extinction des espèces moins mobiles ou plus sensibles au climat et l'apparition de nouvelles espèces. Les forêts seront touchées, à travers une hausse du risque d'incendie et parasitaires.

## II.2. Menace du changement climatique sur le bétail

Un changement climatique peut avoir des effets dévastateurs sur la santé des animaux. Ces changements peuvent également affecter la répartition de la maladie, ce qui rend les épidémies plus difficiles à contrôler (**António, 2020**).

Il existe des impacts directs tels que les fluctuations climatiques qui influent sur les conditions environnementales telles que les sécheresses, les incendies, les inondations, le stress thermique et des conditions météorologiques imprévisibles qui influencent les réponses physiologiques et immunitaires du bétail. Ainsi des impacts indirects des changements climatiques affectent l'incidence, la propagation et la prévisibilité des maladies animales (**António, 2020**).

Le stress causé par ces facteurs est difficile à contrôler et peut affecter la production animale et la santé publique, la sécurité des aliments et le fardeau que représentent les maladies causées par les bactéries, les parasites et leurs vecteurs (**Fischer et al., 2002 ; António, 2020**).

**Angel et al (2018)**, avancent qu'il y a des impacts sur la croissance animale, la production laitière, la production de viande et la reproduction :

- **Impact sur la croissance animale**

Le stress thermique réduit le poids corporel, le gain quotidien moyen et l'état corporel de l'animal (**Sejian, 2016**). La vulnérabilité du bétail au stress thermique diminue l'apport en matière sèche qui peut influencer négativement les performances de croissance de l'animal (**Chase, 2006**).

Les augmentations de température de l'ordre de 2 à 6 ° C associées au réchauffement climatique affectent négativement la croissance, la puberté et la maturité de l'animal en plus de retarder l'atteinte de la puberté (**Padodara, 2013**).

- **Impact sur la production laitière**

Les effets des conditions météorologiques sur la production laitière ont été bien étudiés chez les bovins laitiers, les ovins et les caprins, et la plupart des études confirme l'effet du stress thermique sur la production laitière (**Lu, 1989 ; Blackshaw et Blackshaw, 1994 ; Marai et al., 2007**).

L'un des facteurs les plus importants affectant la production de lait pendant le stress thermique est l'indisponibilité de l'alimentation (**Rust et Rust, 2013**), ainsi que le climat chaud et

humide affectent la quantité et la qualité du lait. Pendant la période sèche, le stress thermique réduit la prolifération des cellules mammaires, ce qui entraîne une diminution de la production de lait (Jose *et al.*, 2017).

- **Impact sur la production de viande**

La majorité des chercheurs s'accordent à dire que des températures estivales élevées auraient un impact négatif sur le bien-être animal et la qualité de la viande (Gregory, 2010 ; Zhang *et al.*, 2020).

- **Impact sur la reproduction**

Dans deux études australiennes, chacune utilisant des données provenant de plus de 50 troupeaux mérinos, la fertilité des brebis (le nombre de brebis agnelant pour 100 brebis accouplées) et le taux d'agnelage (nombre d'agneaux mis bas pour 100 brebis accouplées) étaient corrélés négativement avec le nombre de jours par semaine pendant la période d'accouplement lorsque les températures ambiantes étaient  $\geq 32,0$  °C (Lindsay *et al.*, 1975 ; Kleemann et Walker, 2005). Pour chaque jour supplémentaire  $\geq 32$  °C pendant la semaine d'accouplement, la fertilité et le taux d'agnelage des brebis ont diminué de 2,7 % et 3,5 % respectivement (Lindsay *et al.*, 1975 ; Kleemann et Walker, 2005).

Il a été rapporté que les problèmes d'infertilité et de reproduction chez les bovins associés à la température ambiante sont rencontrés partout dans le monde, y compris dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées (Ben Salem *et al.*, 2009 ; Nabenishi *et al.*, 2011). Ainsi, Wakayo (2015) a rapporté que les bovins ont souvent des problèmes de fertilité liés à la saison estivale et sont considérés comme des contraintes habituelles auxquelles sont confrontées les éleveurs du monde entier.

### II.3. Menace du changement climatique sur les ressources hydriques

Les données climatiques relevées dans la région du Maghreb durant le 20<sup>ème</sup> siècle indiquent un réchauffement durant ce siècle estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée les trente dernières années (PNUD, 2009).

Une modification du climat résultera des impacts significatifs, liés entre autres à l'augmentation des températures et des précipitations, à la raréfaction des ressources en eau et à la hausse de la fréquence des tempêtes. D'autres impacts sont étudiés : la perte de biodiversité et la dégradation d'écosystèmes, la hausse du risque de famines, les mouvements de populations, ainsi que les incidences sur la santé animale et humaine (Bolin,

1980). L'Algérie par son appartenance géographique à la zone aride et semi-aride, elle est soumise à des conditions physiques et hydro climatiques défavorables, accentuées par des périodes de sécheresses chroniques (PNUD, 2009), et présente une grande sensibilité au climat, surtout dans les hauts plateaux et la steppe qui couvrent environ 60% des terres viables du Nord (PNUD, 2009).

- **Les impacts sur les écoulements de surface**

La sécheresse intense et persistante a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulement des cours d'eau, entraînant des conséquences graves sur l'ensemble des activités socio-économiques du pays, comme observée en Algérie durant les 30 dernières années et caractérisée par un déficit pluviométrique évalué à 30% (50% durant l'année 2001- 2002) (Tabet, 2000).

- **Les changements affectant les eaux de barrages**

Les changements affectant la retenue des eaux de surface sont dus à l'envasement et à la diminution du ruissellement (Kadi, 1997).

L'envasement est la nature et la morphologie des terrains en pente, qui aboutit à la fragilité du couvert végétal, le manque de boisement et l'urbanisation en amont des barrages engendrent une forte érosion qui réduit la capacité de stockage des barrages de 2 à 3% chaque année, à cause de l'envasement dû au transport et au dépôt de sédiments par les eaux de pluie. Actuellement, 14 barrages sur la soixantaine existants en Algérie sont envasés (Parry-Martin, 1991).

- **Les changements affectant les nappes phréatiques**

La diminution des pluies due aux sécheresses qui sévissent depuis le début des années 70 a entraîné une baisse constante des réserves d'eau souterraine des principales nappes aquifères du nord du pays. Dans beaucoup de plaines du pays, le niveau des nappes phréatiques a déjà chuté dans des proportions alarmantes (> 20m.) (Tabet, 1998). L'aggravation des sécheresses conjuguée à la surexploitation des nappes phréatiques a entraîné la minéralisation des zones non saturées des nappes aquifères profondes, dans les régions semi-arides. Le taux moyen d'utilisation des nappes phréatiques est de 79% dans la région Nord, il peut parfois atteindre et dépasser les 90% dans certaines zones (Tabet, 2000).

- **Incidence du changement climatique sur l'irrigation**

Les récentes fluctuations climatiques et les sécheresses, plus fréquentes au cours des trois dernières décennies, ont accentué le phénomène de dégradation des sols, engendrant ainsi la désertification des zones vulnérables comme les steppes et les hautes plaines. La tendance actuelle à des inondations plus intenses pourrait entraîner une érosion et une dégradation des sols plus importantes. Ces terres constituent un véritable potentiel agricole et doivent assurer la sécurité alimentaire du pays (Arrus *et al.*, 2006). Le principal problème rencontré par les agriculteurs aujourd'hui mais qui va s'accroître dans les années à venir est lié aux pénuries d'eau (Plan bleu, 2007).

### III. Possibilités d'adaptation des élevages face aux changements climatiques

Des nombreux systèmes d'élevages sont hautement adaptés pour faire face à un climat imprévisible ou irrégulier, et des millions de personnes dépendent déjà du bétail pour les soutenir (António, 2020).

Les animaux sont plus résistants que les cultures pour s'adapter aux conditions marginales et résiste aux chocs climatiques. Cependant, une série de maladies animales endémiques et épidémiques entravent la capacité du secteur d'élevage à réaliser son potentiel de résilience au changement climatique et d'adaptation (António, 2020).

Les risques d'invasion par les insectes ravageurs pourraient augmenter et la répartition des espèces pourrait être modifiée au cours des prochaines années, en raison de conditions climatiques plus propices (Roy, 2002).

António (2020) avance qu'il y a des possibilités de:

- Renforcer les systèmes de santé animale en investissant dans les secteurs public et privé.
- Promouvoir la lutte et l'élimination progressives des maladies animales prioritaires.
- Promouvoir des approches dites "une seule santé" (One Health) pour lutter contre les maladies, en faisant participer les secteurs publics et privé de la faune et de la santé environnementale.
- Améliorer la santé animale dans le cadre des exigences sanitaires globales pour les systèmes agroalimentaires circulaires, en facilitant le recyclage des différents flux de biomasse.

Le bétail possède des mécanismes d'adaptation pour faire face aux défis environnementaux (Figure 10). Ceux-ci incluent des réponses morphologiques, comportementales, physiologiques, neuroendocrines, biochimiques sanguines et cellulaires qui agissent en coordination pour promouvoir le bien-être et les favorisent pour survivre dans un environnement spécifique (Marai *et al.*, 2007). Les réponses adaptatives aident les animaux à maintenir leur milieu interne et les aident à maintenir leur productivité dans les conditions climatiques dominantes (Figure 10) (Angel *et al.*, 2018).

- **Adaptation morphologique**

Les animaux développent des caractéristiques morphologiques en fonction de la température régnant dans leurs zones agro-écologiques (Khalifa, 2003 ; Angel *et al.*, 2018). L'adaptation morphologique comprend le pelage, la profondeur de la fourrure, le type de poils, la densité des poils, le stockage de graisse dans la bosse ou la queue, en particulier dans les conditions désertiques, la couleur de la peau et la taille du corps (Khalifa, 2003).

- **Adaptation comportementale**

Les changements dans les conditions environnementales influencent les performances et la productivité des animaux. Dans un effort pour s'adapter à des conditions environnementales variables, les animaux présentent plusieurs réponses comportementales (Angel *et al.*, 2018). Les réponses comportementales les plus importantes étudiées chez les animaux comprennent : le comportement de recherche d'ombre, le temps de repos, la fréquence d'alimentation, de défécation et d'urine, la consommation d'eau, le temps de repos et l'augmentation de la fréquence de consommation (Ratnakaran *et al.*, 2017).

- **Adaptation physiologique**

L'adaptabilité de l'animal au stress thermique a été obtenue en modifiant les réponses physiologiques telles que la fréquence respiratoire, la température rectale, le pouls, la température corporelle et le taux de sudation (Collier *et al.*, 1982).

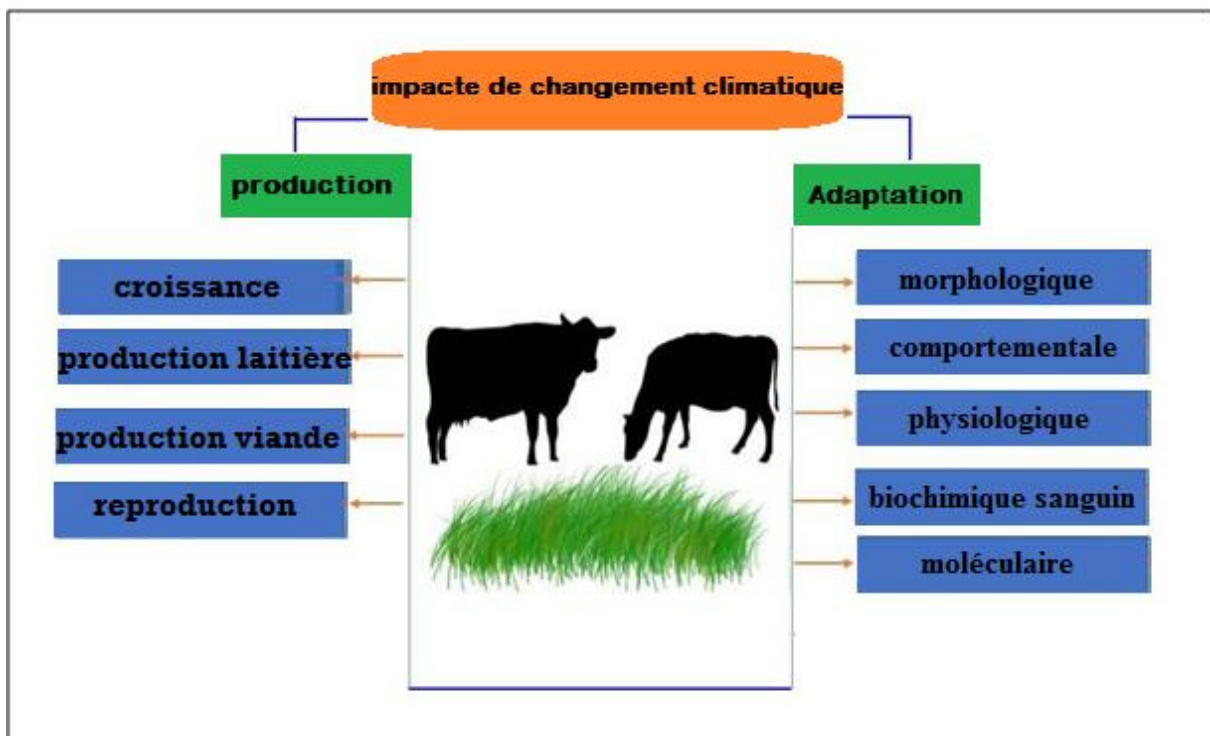
- **Réponse biochimique du sang**

La composition biochimique du sang reflète considérablement l'état de santé du bétail. Il existe plusieurs facteurs qui déterminent la composition du sang et qui incluent notamment la nutrition, la gestion, le stress et les maladies (Njidda *et al.*, 2013). Étant donné que le stress thermique est le principal effet du changement climatique, il a une grande influence sur la composition biochimique des sangs composés de l'hématocrite (PCV), de l'hémoglobine (Hb), du glucose plasmatique, de l'albumine, des protéines totales, du cholestérol total, des acides

gras non estérifiés (AGNE), Aspartate aminotransférase (ASAT), Alanine aminotransférase (ALAT) chez les animaux (Angel *et al.*, 2018).

- **Adaptation cellulaire et moléculaire**

Le niveau d'adaptation cellulaire est l'une des réponses systémiques aiguës au stress thermique et il joue un rôle important dans la transmission de la thermo-tolérance aux animaux. Les réseaux des gènes à l'intérieur et à travers les cellules répondent à une température plus élevée par des signaux intra- et extracellulaires qui entraînent une adaptation cellulaire (Angel *et al.*, 2018).



**Figure 10.** Impact du changement climatique sur la production et l'adaptation du bétail (Angel *et al.*, 2018).

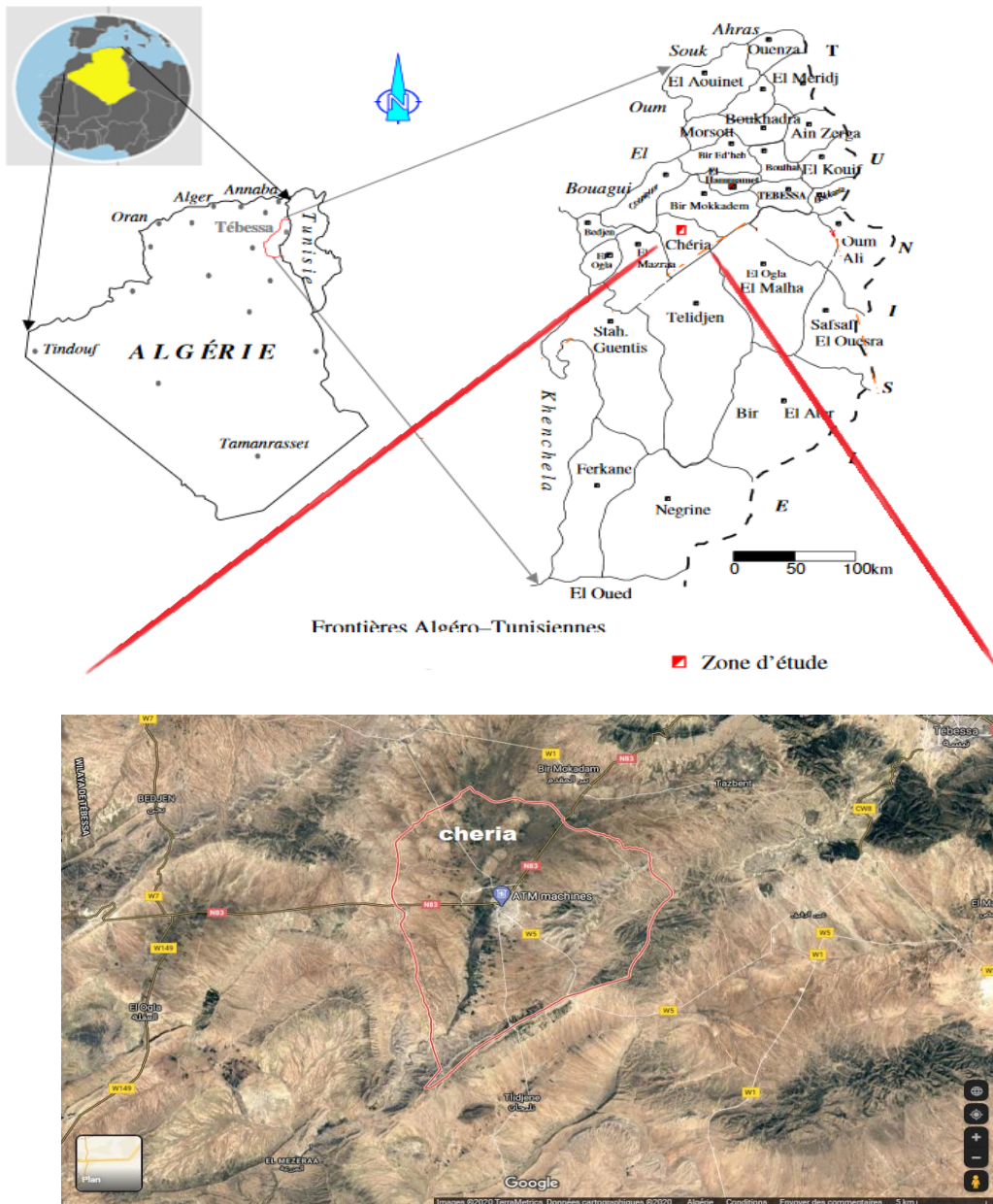
# **Partie II**

## **Partie expérimentale**

# **I. Matériel et méthodes**

### **I.1.Situation géographique de la zone d'étude**

L'essai a eu lieu dans la commune de Cheria relevant de la Wilaya de Tébessa (35 ° 28 'de latitude nord, 08 ° 07' de longitude) qui se situe dans le Nord-Est de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Souk-Ahras, au sud par la wilaya d'El-Oued, à l'Est par la Tunisie et à l'Ouest par les wilayas de Khenchela et d'Oum El Bouaghi (Figure 11) et occupe une superficie de 13.878Km<sup>2</sup> (*in Bouabida et al., 2012*).



**Figure 11.** Localisation géographique et vue satellitaire de la commune de Cheria (Wilaya de Tébessa) (in Bouabida et al., 2012 ; Google Maps, 2021).

## I.2. Facteurs climatiques de la zone d'étude

### I.2.1. Température

Au niveau la wilaya de Tébessa, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (janvier) est de 7 °C et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (juillet) est de 27,1 °C (Tableau 12) (Site n° 1, 2022).

**Tableau 12.** Variation des moyennes mensuelles des températures dans la wilaya de Tébessa durant la période 1991-2020 (site n° 1, 2022)

Mois	Min (°C)	Max (°C)	Moyenne (°C)
Janvier	1,6	12,4	7
Février	2,1	13,6	7,8
Mars	4,5	17,2	10,9
Avril	7,3	21	14,1
Mai	11,3	26,4	18,8
Juin	15,6	31,9	23,7
Juillet	18,5	35,7	27,1
Août	18,6	34,8	26,7
Septembre	15,4	29,2	22,3
Octobre	11,5	24,3	17,9
Novembre	6,2	17,7	11,9
Décembre	2,9	13,3	8,1

### **I.2.2. Pluviométrie**

La région de Cheria fait partie de la steppe qui se caractérise par un climat semi-aride frais sur sa partie Nord et aride tempéré au Sud (**Le Houerou, 1995**). Les précipitations totalisent 370 millimètres par an, elles sont donc assez faibles. Au mois le moins pluvieux (juillet), elles ne sont que de 14 mm, et au mois le plus pluvieux (septembre) elles s'élèvent à 55 mm (tableau 13) (**Site n° 1, 2022**).

**Tableau 13.** Variation des moyennes mensuelles des précipitations dans la wilaya de Tébessa durant la période de 1991-2022 (site n° 1, 2022)

Mois	Quantité (mm)
Janvier	25
Février	20
Mars	35
Avril	35
Mai	35
Juin	25
Juillet	14
Août	25
Septembre	55
Octobre	40
Novembre	30
Décembre	30

### **I.2.3. Le diagramme ombrothermique**

Le diagramme ombrothermique (Figure 12) de la période s'étalant de 1991 à 2022 met en évidence deux périodes distinctes, une période humide qui dure 7 mois, allant du début janvier à la fin du mois d'avril et du début septembre à la fin décembre et une saison sèche qui dure 4 mois ; s'étalant du mois de mai à la fin d'août.

Les vents de direction sud sont marqués par le sirocco, qui est un vent chaud et sec, soufflant en été en direction générale du Sud vers le Nord. La partie Nord de la Wilaya n'est pas très exposée au sirocco. Les monts de Tébessa et les Nemamchas constituent une barrière naturelle qui atténue l'intensité de ce vent (Selmane et Houhamdi, 2019).

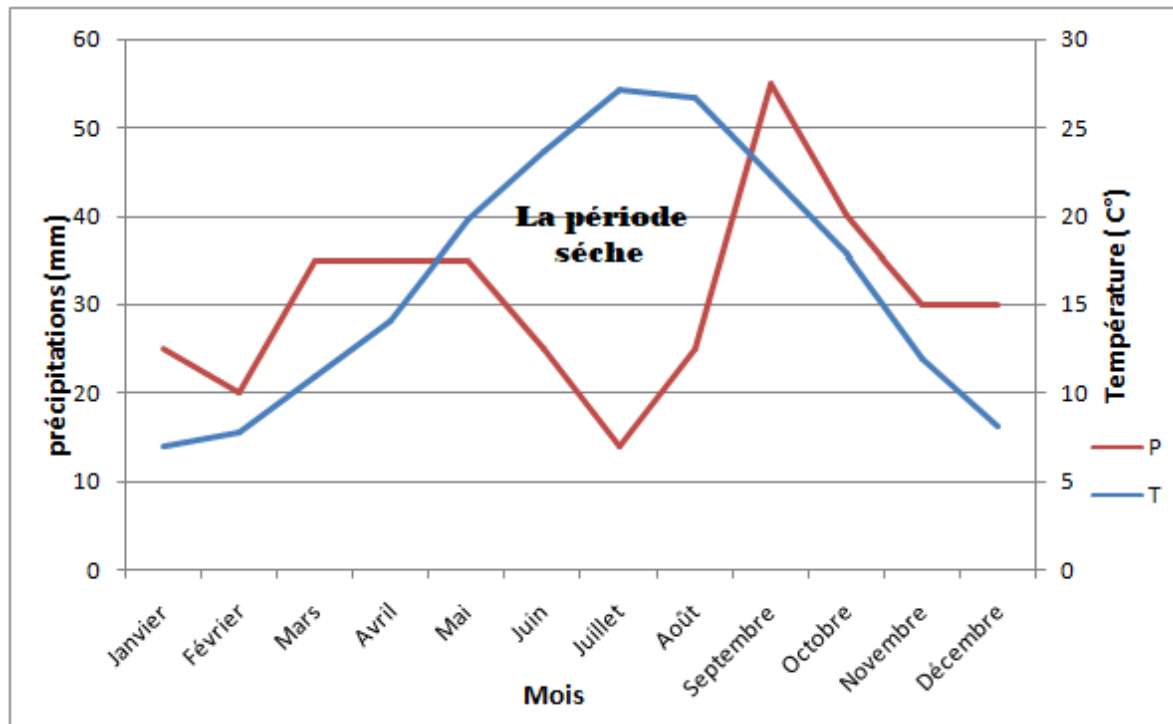


Figure 12. Le diagramme ombrothermique de la wilaya de Tébessa (1991 -2022) (Figure personnelle, 2022).

### I.3. Ressources et potentialités de la wilaya de Tébessa-Ahras

#### I.3.1 Milieu naturel

##### I.3.1.1. Relief et topographie

Les monts de Tébessa font partie de l'Atlas saharien oriental. Ils forment un prolongement des Nemamcha. Le terme « monts de Tébessa » est un ensemble hétérogène dont le seul lien apparent est encadré par le fossé Morstt-Tébessa (Selmane et Houhamdi, 2019). Le passage des hautes plaines du Mellégue aux monts de Tébessa se manifeste par le resserrement des plaines est par l'agrégation des unités géomorphologiques tel que le val perché du Dyr et de Bourabaia (Selmane et Houhamdi, 2019). Au sud, le fossé d'effondrement (Meddoud – Ain Chabro) tranche brutalement les monts de Tébessa, interrompant des formes de reliefs sans être d'une symétrie parfaite. Les sommets parallèles du Djebel Serdiess et Djebel Gourrigueur font ensemble le haut synclinal perché du Djebel Serdiess. Il n'en est plus de même à l'est de Djebel Doukkane, où le relief est à la fois plus complexe et original entre Tébessa El labiod, où se dresse en effet une barrière orientée de l'Ouest vers l'Est avant de s'incliner vers le Nord-Est, où elle forme la peine de

la Merdja. La chaîne montagneuse se morcelle en petits massifs (Djebel Anoual, Djebel Azmor, Djebel Bouroumane et Djebel Djebissa). Le fossé Chabro- Tébessa- Bekkaria : nommé fossé de Tébessa borde au Nord les massifs qui révèlent leurs formes avec une évidence d'autant plus impressionnante qu'il y est formé profondément un fossé dont la surface de remblais descend progressivement de 900 m à Bekkaria et à 770 m à Ain Chabro (Hammamet). Le graben a été comblé par une alternance sur plusieurs centaines de mètres de cailloutis calcaires, de sables, de marne et d'argile (**Selmane et Houhamdi, 2019**).

### **I.3.2. Forêts**

Il s'agit généralement de formations hautes (strate arborée) constituées par des associations de chêne vert (*Quercus ilex*), pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et autres formations basses, on trouve les forêts de Sidi Yahia Ben Taleb et les forêts de Tébessa, parfois claires avec un taux de recouvrement faible. Les reboisements constituent la terminaison orientale du barrage vert qui prend fin juste à la frontière Algéro-Tunisienne, occupant ainsi la partie centrale de la région de Tébessa suivant une orientation Ouest-Est. L'espèce utilisée est le pin d'Alep qui trouve des conditions favorables à son développement. Les reboisements couvrent une superficie de 65,28 ha (**Benarfa, 2005**).

Il existe encore d'assez belles forêts qui, malheureusement, tendent à disparaître du fait de l'exploitation arbustive par les populations, et aussi du fait qu'elles servent de lieux de pâture aux moutons et aux chèvres. L'olivier, autre fois abondant à l'époque romaine, a presque entièrement disparu. Il se rencontre surtout au voisinage de Youks les bains (Hammamet), les figuiers de barbarie (*Ficus sp.*) (Ficacées) sont abondants et disséminés un peu partout. On peut rencontrer (principalement vers Youks les bains en montant vers la source de Youkous) quelques figuiers de barbarie inermes. Sur les terrains très calcaires on rencontre des jujubiers (*Zizyphus sp.*) (Rhamnées), ceux-ci poussent, en général, dans les terres assez profondes et présentent un fort enracinement, le débroussaillage en vue de la mise en culture est donc assez difficile (**Selmane et Houhamdi, 2019**).

### **I.3.3. Réseaux hydrographiques**

L'ensemble des terrains de la Wilaya est découpé par un chevelu très dense d'oueds principaux et d'oueds secondaires. Tous ces affluents qui n'ont pour but que le drainage de différentes montagnes ainsi que les piémonts et les plaines parcourent la wilaya de Tébessa et la partagent en zones disproportionnées. On trouve dans la région nord par exemple oued Méllégue et oued Ksob, dans la région centre oued Chéria et dans la région sud oued

Soukies et oued Djeurch. Tous ces oueds, à l'exception d'oued Cheria qui a un écoulement temporaire, ont un écoulement permanent, c'est-à-dire leurs lits sont submergés durant sept mois sur douze par une lame d'eau atteignant en moyenne une hauteur de 10 cm (sauf en cas de crue) (Selmane et Houhamdi, 2019).

Les eaux souterraines jouent un rôle dominant dans cette partie de l'Algérie en raison du manque d'eau de surface permanente et en raison des conditions climatiques difficiles, elles constituent la source d'eau douce la plus largement disponible. Dans cette région, les eaux souterraines sont utilisées à des fins domestiques, agricoles et industrielles. La sur exploitation de cette ressource a provoqué une dégradation progressive de la qualité de l'eau dans la zone irriguée avec l'apparition de zones de haute salinité (Rouabhia *et al.*, 2004)

#### **I.4. Agriculture dans la wilaya de Tébessa**

##### **1.4.1. Productions végétales**

Le territoire de Tébessa est classé dans « la zone de la steppe et de l'Atlas saharien », il est caractérisé par la modeste production agricole végétale, l'absence d'activité industrielle, quelques exploitations minières en sont les principales richesses (Boubir, 2018).

La superficie agricole totale du territoire tébessi est évaluée à 134 9713 hectares mais seulement 27% représentent la surface agricole utile (SAU). Les céréales s'accaparent plus de 48% de la SAU, avec un taux de rendement de 10 Quintaux/hectare. Les cultures fourragères occupent seulement 16 % de la SAU et leur production a atteint un taux de rendement de 8 Quintaux/hectare en dépit des effets de la politique des prix à la production des céréales qui a incité l'agriculteur à s'orienter vers la production de blé plus lucrative au détriment des autres spéculations plus stratégiques. L'importance des cultures fourragères est liée au développement de l'élevage ovin et du cheptel qui sont la première richesse de Tébessa. Les cultures maraichères occupent seulement 1% de la SAU et sont dominées par la production de pomme de terre avec un rendement de 340 Quintaux /hectare (DPAT, 2017).

##### **1.4.2. Productions animales**

D'après les données du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (Tableau 14) (MADR), la wilaya de Tébessa rassemble un effectif de 980000 têtes à partir d'un effectif national de 30905560 têtes en 2020, donc la wilaya participe avec 3.17 % du cheptel national, tandis que la première place est occupée par la wilaya de Djelfa avec un

pourcentage de 13.01% (MADR, 2021). L'élevage se caractérise par un mode extensif (Douh, 2011).

La wilaya de Tébessa participe aussi avec une production importante de viande ovine (Tableau 15), avec 9.75 % de la totalité des viandes rouges produites au niveau national, quant à la part de laine produite, elle a été de 1.55 % en 2019. La commune de Chéria participe avec un pourcentage de 5.81 % de viande ovine et 8.68 % de laine produite au niveau de la wilaya (MADR, 2019).

**Tableau 14.** La production ovine dans la wilayat de Tébessa (2016-2020) (MADR, 2021).

Production		Année				
		2016	2017	2018	2019	2020
Ovins (Têtes)	National	28135986	28 393 602	28723994	29428 929	30905560
	Tébessa	930000	920000	933000	991004	980000
	Chéria	58398	58398	59757	56891	56891

**Tableau 15.** La production viande rouge et de laine dans la wilayat de Tébessa (2016-2020) (MADR, 2021).

Production		Année				
		2016	2017	2018	2019	2020
Viandes rouges (qx)	National	5377548	5439024	5 290 121	5291695	/
Viande rouge ovine (qx)	Tébessa	428979	487736	500250	515808	558949
	Chéria	24615	27986	28704	29597	30914
Laine (qx)	National	383725	382381	396557	358032	/
	Tébessa	8114	9060	9416	5611	5611
	Chéria	466	520	540	487	487

## **I.5. Animaux, régimes alimentaire et hydrique et protocole expérimental**

### **I.5.1. Animaux d'essai et bâtiment d'élevage**

Quarante (40) brebis adultes de race Ouled Djellal ont été échantillonnées de manière aléatoire, tout en respectant les critères d'homogénéité suivants :

- L'âge adulte : des brebis avaient un âge compris entre 4 et 5 ans, pour éviter d'interférer les résultats avec les variations biochimiques et métaboliques de la croissance. Cet âge a été déterminé par examen de la dentition (Figure 14).
- Les poids initiaux de toutes les brebis étaient en moyenne de  $50,88 \pm 4,17$ kg. A cet effet, elles ont été pesées avec une bascule suspendue (CRANE SCALE) de 120kg de capacité et de 10% de précision (Figure 20).
- Toutes les brebis étaient vides et en dehors de la période de lactation, du fait que durant ces deux stades physiologiques la biochimie sanguine se trouve extrêmement modifiée, ce qui aurait pour effet de biaiser les résultats obtenus. L'état non gestationnel des brebis a été certifié par exploration échographique (WELL.D), juste avant le début de l'expérience (Figures 15 et 16).

Toutes les brebis ont été préalablement traitées contre les parasitoses internes et externes à l'ivermectine (BAYMEC) avant le début de l'expérience et soumises à une antibioprophylaxie à l'oxytétracycline (TENALINE) pour éviter les maladies d'origines bactériennes au cours de l'expérience.

Les animaux ont été logés dans un bâtiment d'élevage en béton réservé uniquement pour l'expérimentation durant toute la période d'essai qui s'est étalée du 22 juillet au 05 août de l'année 2018, soit 24 jours (Figure 13). La litière de paille utilisée au sol a été renouvelée fréquemment.

Chaque lot a été logé dans un espace clôturé de 4-5m<sup>2</sup> de surface (20 m<sup>2</sup>), ce qui concorde avec les normes qui nécessitent 1.5-2 m<sup>2</sup>/ brebis. L'aération naturelle a été assurée par deux fenêtres de 1m/1m d'un côté et la porte et une autre fenêtre de l'autre côté.

Des mangeoires galvanisées (35cm/1.5m) collectives, de même que des abreuvoirs collectifs (retirés en période de restriction chez le lot D) ont été utilisées, respectivement, pour l'alimentation et l'abreuvement des animaux.

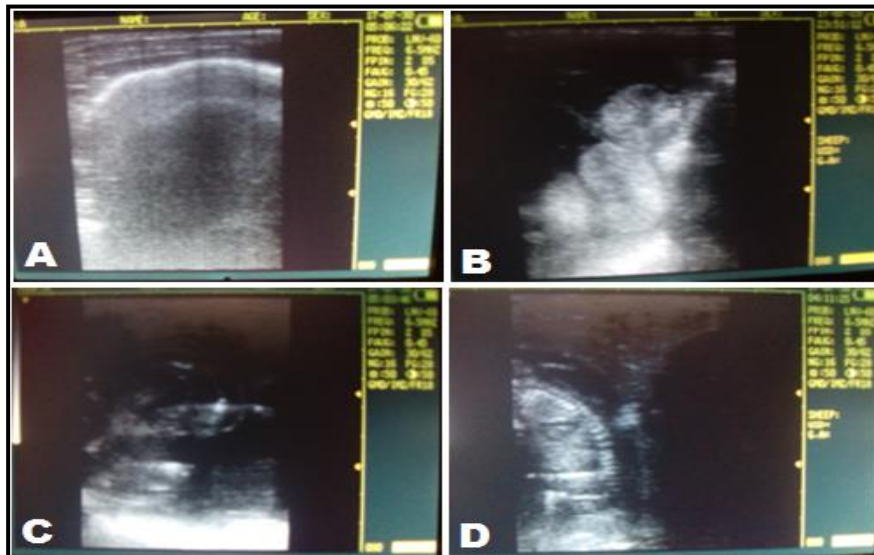


**Figure 13.** Bâtiment d'élevage réservé à l'expérimentation avec un stock pour les aliments (Photo personnelle, 2018)



**Figure 14.** Détermination de l'âge par la méthode dentition (Photo personnelle, 2018)

**Figure 15.** Diagnostic échographique de gestation (Photo personnelle, 2018)



**Figure 16.** Les images échographiques lors de l'échantillonnage des brebis (A : utérus vide, B : gestation à 1 mois, C : gestation à 2 mois, D : gestation à 3 mois) (Photo personnelle, 2018)

### **I.5.2. Régimes alimentaire et hydrique**

Les femelles ont reçu, durant la période expérimentale, le même régime alimentaire (Figure17) basé sur:

- Du foin de luzerne (Figure 18);
- Un concentré commercial (50% d'orge et 50% de son de blé) (Figure 19).

Tandis que le régime hydrique était basé sur:

- Une eau de source
- Et une eau additionnée de chlorure de sodium(NaCl).



**Figure 17.** Distribution des aliments et de l'eau (photo personnelle, 2018).



**Figure 18.** Foin de luzerne (Photo personnelle, 2018)



**Figure 19.** Concentré commercial (Photo personnelle, 2018).

### **I.5.3. Protocole expérimental**

Les brebis échantillonnées pour l'essai ont, préalablement, été identifiées individuellement par des boucles auriculaires, puis ont été réparties, au hasard, en quatre lots de dix animaux chacun.

Chaque lot de femelles recevait quotidiennement la même ration alimentaire constituée d'un foin de luzerne, à raison de 1,5 kg par brebis et par jour, ainsi que 400 g par brebis et par jour de concentré commercial distribué le soir.

Concernant le régime hydrique, deux lots ont fait l'objet d'un essai de stress salin et un autre d'une restriction hydrique. En effet, le lot A, considéré comme témoin, n'a reçu que de l'eau de source *ad libitum*, les lots B et C ont, quant à eux été abreuvés, *ad-libitum*, par la même eau de source que celle du lot A, mais à 1 et 1,6% de salinité (NaCl), respectivement, tandis que les brebis du dernier lot (lot D) ont subi une restriction hydrique, en n'ayant accès à l'eau de source qu'un jour sur trois.

Des échantillons représentatifs de la ration alimentaire et des eaux consommées ont été prélevés pour analyses chimiques.

Après la mise en lots, une période de transition de sept jours a été ménagée, au cours de laquelle les animaux, maintenus en stabulation, ont subi une transition alimentaire et hydrique.

### **I.6. Mesures expérimentales**

#### **A. Paramètres zootechniques**

Afin de déterminer les performances des brebis et caractériser l'effet du régime hydrique sur leur évolution pondérale, les animaux de chaque lot ont été pesés individuellement, au début et à la fin de la période expérimentale, tôt le matin, après 15 heures de jeûne, à l'aide de la bascule suspendue (Figure 21).



**Figure 20.** Pesée des brebis à l'aide d'une bascule suspendue avec (CRANE SCALE) de 120kg de capacité (Photo personnelle, 2018)

Les quantités d'aliments offertes et refusées ont été contrôlées quotidiennement par lot afin de déterminer les performances de consommation (Quantités ingérées QI). Les refus alimentaires de chaque jour ont été pesés le lendemain matin à l'aide d'une balance électronique (Figure 21).

Le refus d'eau a été quantifié chaque jour et pour chaque lot à la fin de la journée avec un bécher gradué de 500ml (Figure 22)



**Figure 21.** Pesée des aliments (Photo personnelle, 2018)



**Figure 22.** Bécher pour la mesure de l'eau refusée (Photo personnelle, 2018)

### **B. Paramètres physiologiques**

Un contrôle journalier à 8h du matin de chaque brebis a concerné les paramètres physiologiques suivants : **la température corporelle** prise par voie rectale à l'aide d'un thermomètre électronique, **la fréquence cardiaque**, mesurée par auscultation cardiaque à l'aide d'un stéthoscope, et **la fréquence respiratoire**, mesurée par une observation visuelle des mouvements respiratoires de la cage thoracique latéralement à 45° juste en arrière de l'animal (Figures 23, 24, 25 et 26).



**Figure 24.** Stéthoscope et thermomètre  
(Photo personnelle, 2018)



**Figure 23.** Mesure de la fréquence respiratoire  
(Photo personnelle, 2018)



**Figure 26.** Mesure de la fréquence cardiaque  
(Photo personnelle, 2018)



**Figure 25.** Mesure de la température  
(Photo personnelle, 2018)

### **C. Analyses hématologiques et biochimie sanguine des brebis**

#### **➤ Prélèvement et transport des échantillons**

Des prélèvements sanguins, à partir de la veine jugulaire à 7 heures du matin, ont été effectués chez toutes les brebis des 4 lots à jeun, en respectant de bonnes conditions d'asepsie (Figure 27, 28), et ce, au début de l'expérience (j0), au 12<sup>ème</sup> et au 24<sup>ème</sup> jour de l'expérience (j12 et j24).

Le sang récolté de chaque brebis a été mis soigneusement dans deux tubes ; l'un contenant l'EDTA pour les analyses hématologiques, l'autre hépariné pour la détermination de la biochimie sanguine. Tous les tubes ont été conditionnés dans une glacière munie de poches de glaces pour conserver une température entre +4 à +15 °C, puis acheminés directement vers le laboratoire d'analyse (Figure 29).



**Figure 27.** Matériel pour les prélèvements sanguins (Photo personnelle, 2018).



**Figure 28.** Prélèvement de sang à partir de la veine jugulaire (Photo personnelle, 2018).



**Figure 29.** Conditionnement des échantillons dans la glacière (Photo personnelle, 2018).

➤ **Analyses hématologiques**

L'utilisation de l'automate MINDRAY BC-30s a été utilisé pour le dosage des paramètres hématologiques que sont : Les globules blancs (GB), les globules rouges (GR), l'hémoglobine (Hb), l'hématocrite (Ht), le volume globulaire moyen (VGM) et la concentration corpusculaire moyenne d'hémoglobine (CCMH), la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH), les plaquettes (PLT), le volume plaquettaire moyen (VPM) (Figure 30).



**Figure 30.** Automate MINDRAY BC-30s

**(Photo personnelle, 2018).**

➤ **Analyses biochimiques**

L'utilisation de l'automate biochimique RESPONS 920 a permis le dosage des paramètres suivants (Figures 31 et 32): la glycémie, l'urée, la créatinine, le cholestérol, l'aspartate aminotransférases (ASAT), alanine aminotransférase (ALAT), les protéines totales, l'acide urique, le magnésium (Mg), Gama GT, les triglycérides, le sodium (Na<sup>+</sup>), le potassium (K<sup>+</sup>), le chlore (Cl<sup>-</sup>).



**Figure 31.** Centrifugation du sang puis isolation du plasma pour les analyses biochimiques  
(Photo personnelle, 2018)



**Figure 32.** Analyseurs Modèle RESPONS 920 (Image de Catalogue des analyseurs de paillasse de chimie « Diagnostic Systems CHOOSING QUALITY »).

## **I.7. Analyses physico-chimiques des eaux d'abreuvement et des aliments**

### **I.7.1. Analyse de l'eau**

Pour la réalisation des analyses physico-chimiques des eaux ; trois bouteilles en verre stérile ont été remplies par l'eau de robinet après plusieurs rinçages avec cette même eau, Par la suite nous avons additionné le NaCl pour la deuxième et la troisième bouteille avec deux concentrations différentes : 1 et 1.6%, respectivement. L'eau de la première bouteille est considérée comme témoin.

Des analyses physico-chimiques des différentes eaux d'abreuvement ont été réalisées, elles ont porté sur la détermination du pH à l'aide d'un pH mètre électronique, la conductivité, la salinité et les solides dissous totaux (TDS) à l'aide d'un conductivimètre à électrode (Figure

33 et 34). Le calcium et la turbidité ont été analysés selon la méthode titrimétrique à l'acide éthylène diamine-tétra-acétique (EDTA) (respectivement, **ISO 1984; 1990**) et la dureté totale selon les normes **ISO (1984)**. Les chlorures, ont été dosés par la méthode de Mohr par titrage argentimétrique, alors que la méthode photométrique a été adoptée en utilisant le chlorure de Barium stabilisé pour le dosage des sulfates.



**Figure 33. pH mètre (Photo personnelle, 2018)**



**Figure 34. Conductivimètre (Photo personnelle, 2018)**

### **I.7.2. Analyse des aliments**

Des échantillons de fourrage et de concentré ont été analysés par la méthode **AOAC (1990)** afin de doser la matière sèche, minérale, azotée totale et les fibres.

#### **➤ La matière sèche**

La teneur en matière sèche (Figure 35) est obtenue après passage des échantillons dans une étuve réglée à une température de 50°C pendant 48 heures, ces échantillons sont, par la suite, broyés, puis séchés dans une étuve réglée à 103°C pendant 24 heures.



**Figure 35.** Les échantillons de luzerne récoltés (Photo personnelle, 2018)

La matière sèche a été calculée par la formule suivante :  $MS = (PS/PF) * 100$

**MS** : Matière sèche en %.

**PS** : Poids sec en gramme.

**PF** : Poids frais en gramme.

➤ **La matière minérale**

La matière minérale est déterminée par la calcination de 3 g d'échantillon dans un four à moufle à une température de 550°C pendant 4 heures (AOAC, 1990).

La matière minérale a été calculée par la relation suivante :

$$MM = (PS/PF) * 100$$

**MM** : Matière minérale en %.

**PS** : Poids de l'échantillon après passage au four (en grammes)

**PF** : Poids frais de l'échantillon (en grammes).

➤ **La matière azotée totale**

Dosée par la méthode de Kjeldahl.

**Principe**

L'échantillon est minéralisé par voie humide. La solution acide est alcalinisée par une solution d'hydroxyde de sodium. L'ammoniac libéré est entraîné par distillation et recueilli

## Partie expérimentale

dans une quantité d'acide borique présente en excès. L'ammoniac fixé par l'acide borique est titré directement par une solution d'acide chlorhydrique.

**Réactifs :** (Figure 36)

- 1- Sulfate de potassium
- 2- Sulfate de cuivre cristallisé
- 3- Acide sulfurique 1.84 g/ml
- 4- Acide borique à 7%
- 5- Acide chlorhydrique (0.1 normal)
- 6- Indicateur mixte (bleu de méthylène et de rouge de méthylène dans l'alcool)
- 7- Hydroxyde de sodium à 30 %



**Figure 36.** Réactifs utilisés lors du dosage des protéines brutes (de gauche à droite : acide chlorhydrique, Acide borique à 7%, Indicateur mixte (Photo personnelle, 2019).

## Appareillage

- 1- Minéralisateur (Figure 37)
- 2- Distillateur (Figure 38)
- 3- Titration



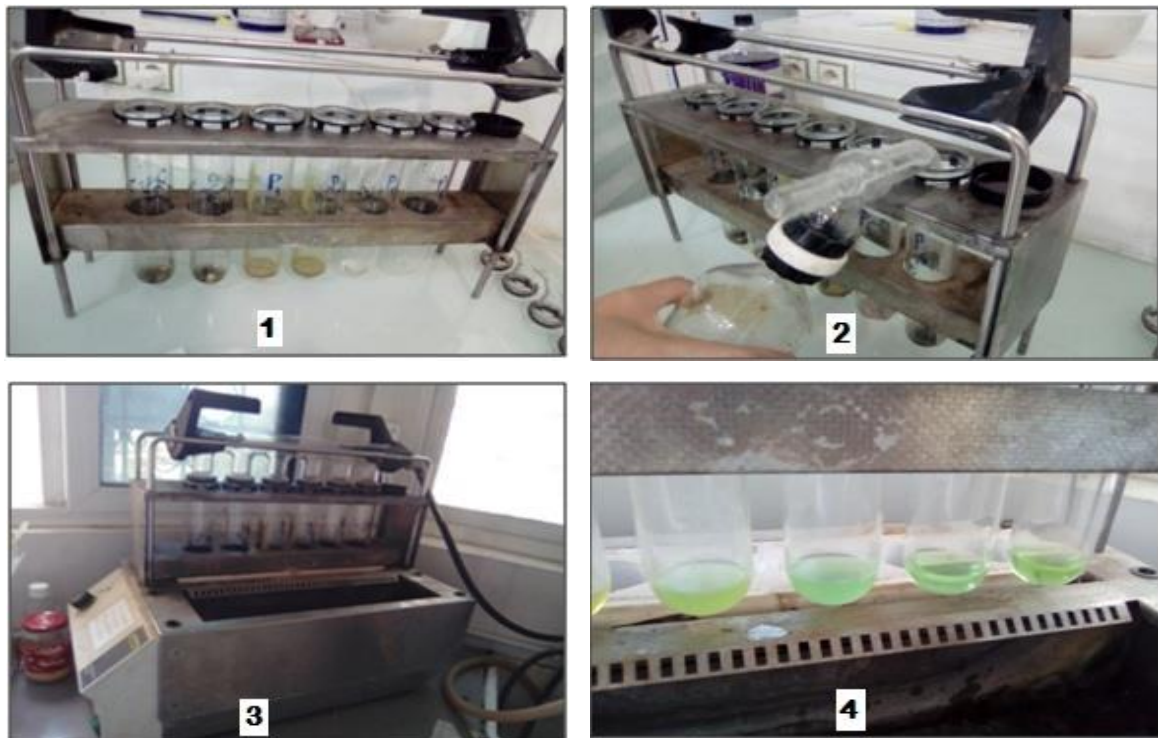
**Figure 37.** Minéralisateur (Photo personnelle, 2019)



**Figure 38.** Distillateur (Photo personnelle, 2019)

**Mode opératoire : se déroule en trois étapes**

**1- Minéralisation :** (Figure 39)



**Figure 39.** Les étapes de la minéralisation (Photo personnelle, 2018)

## 2. Distillation : (Figure 40)



**Figure 40.** Les étapes de la distillation (Photo personnelle, 2018)

## 3. Titration :

Titrer dans l'Erlenmeyer l'ammoniac par la solution d'acide chlorhydrique jusqu'à virage violet (Figure 41).



**Figure 41.** Les étapes de titration (Photo personnelle, 2019)

### ➤ Fibre totales

Elles ont été dosées par la méthode de weende (1967), avec un appareil de dosage automatique Fibertec (VELP scientifica FIWE).

### Appareillage :

- appareil de dosage automatique Fibertec (VELP scientifica FIWE) (Figure 42)

- Fourre à moufle (CARBOLYTE) (Figure 43).



**Figure 42.** Appareil de dosage automatique Fibertec (VELP scientifica FIWE) (Photo personnelle, 2019).



**Figure 43.** Four à moufle (CARBOLYTE) (Photo personnelle, 2018)

### **I.8. Analyses statistiques**

Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de la variance (Anova) selon la procédure du modèle linéaire généralisé (GLM) du logiciel SAS (2004) afin de comparer les lots entre eux en fonction des durées de prélèvement et de comparer, pour un même lot, les différents prélèvements. Le poids vif initial a été utilisé comme facteur de covariance pour éliminer son influence sur les différents paramètres zootechniques étudiés.

Les différences entre les moyennes ont été testées en utilisant la procédure LSMEANS, Le test S.N.K (Student- Newman- Keuls) a été utilisé pour la comparaison multiple des moyennes.

# Résultats

## II.1. Analyses physico-chimiques des eaux d'abreuvement et des aliments

D'après les résultats du tableau 16, des grandes variations sont observées ; d'une part entre les eaux traitées et le témoin, et d'autre part entre les eaux traitées. D'ailleurs, d'importantes augmentations simultanées en chlorure, sodium, TDS, salinité et conductivité électrique relatives au traitement des eaux en NaCl sont notées. Par ailleurs, une augmentation caractérise des sulfates ; avec des valeurs oscillant entre 200 à 298 mg/l.

Néanmoins, contrairement à l'ensemble des constatations faites précédemment, les concentrations en bicarbonates enregistrent une baisse allant de 122 à 73,2 mg/l, suite au traitement des eaux, toutefois, les concentrations en bicarbonates restent stables, quelque-soit la dose du traitement utilisée lors de cette expérimentation soit 73,2 mg/l.

Le tableau 17 qui rapporte les résultats des aliments consommés par les animaux montre une richesse du fourrage en matières azotées totales (15,48 % MS) et en cellulose brute par rapport au concentré.

**Tableau 16.** Qualité physico-chimique des eaux d'abreuvement.

Paramètres	pH	TDS (mg/l)	TH (°F)	ST (g/l)	CE(ms/cm)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>+</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l)
Témoin	7,8	170,5	31	0,02	0,353	35,5	38,5	91.9	122	200
Eau à 10 (g/l NaCl)	8,6	9700	66	7,5	16,99	1775	2925	139.8	73,2	290
Eau à 16 (g/l NaCl)	8,8	15410	69	12,2	26,1	3550	5850	139.9	73,2	298
Normes (OMS)	6,5-9,2	1000	15<TH<30	-	<2,1	<250	<200	-	-	<500

**pH** : potentiel d'hydrogène ; **TDS** : total des solides dissous ; **TH** : la dureté de l'eau ; **ST** : salinité totale ; **CE** : la conductivité électrique ; **HCO<sub>3</sub>** : bicarbonate ; **SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** : sulfate.

**Tableau 17.**Composition chimique de l'aliment

Aliments	Matière sèche (%)	Matière minérale	Cellulose brute	Matière azotée totale
		En % MS		
Fourrage	83,72	8,01	40,85	15,48
Concentré	88,89	2,64	14,56	4,74

## **II.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques et physiologiques des brebis**

### **II.2. 1. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques des brebis**

Le tableau 18 qui rapporte l'effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres zootechniques montre que le stress hydrique a eu un effet très hautement significatif ( $P < 0,0001$ ) aussi bien sur la quantité d'eau bue, la quantité de fourrage ingérée que le poids final des brebis. Ainsi, la quantité d'eau bue se trouve augmentée de 1,76 l et de 6,08 l respectivement pour les femelles ayant bu une eau à faible (10 g/l NaCl) et forte salinité (16 g/l NaCl). Les femelles ayant reçu une eau à forte salinité ont diminué de 0,12 Kg l'ingestion du fourrage alors que cette diminution était moins importante mais significative (0,02 Kg) pour les femelles ayant reçu une eau à faible salinité.

La salinité de l'eau n'a, par contre, pas eu d'effet significatif sur la consommation du concentré qui s'en est trouvée identique chez toutes les femelles (0,4 kg).

La faible salinité de l'eau consommée a eu un effet très hautement significatif sur le poids final des brebis ( $P < 0,0001$ ) qui s'en est trouvé diminué de 2,68 Kg, contrairement aux femelles ayant reçu une eau à forte salinité qui ont maintenu un poids final statistiquement identique à celui du lot témoin (lot A).

Nous constatons que la restriction hydrique a eu un effet significatif sur tous les paramètres zootechniques, autres que la quantité de concentré ingérée (QIC), avec une augmentation très hautement significative de la quantité d'eau bue (+ 4,82 l), une diminution de 0,3 Kg de fourrage ingéré avec une prise importante de poids estimée à 1,92 Kg.

**Tableau 18.** Effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres zootechniques des brebis Ouled Djellal (Moyennes  $\pm$  Erreur standard de la moyenne).

<i>Effet salinité</i>						
<b>Lots</b>	<b>QEB (L/j)</b>	<b>QIF (Kg/j)</b>	<b>QIC (Kg/j)</b>	<b>PI (Kg)</b>	<b>PF (Kg)</b>	<b>Diff (Kg)</b>
<b>Lot A</b>	5,43 <sup>a</sup> $\pm$ 0,11	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05	0,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	51,8 $\pm$ 4,94	52,9 <sup>a</sup> $\pm$ 3,13	1,10 <sup>a</sup> $\pm$ 1,14
<b>Lot B</b>	7,19 <sup>b</sup> $\pm$ 0,25	1,48 <sup>b</sup> $\pm$ 0,04	0,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	51,31 $\pm$ 3,70	48,63 <sup>b</sup> $\pm$ 3,19	-2,68 <sup>b</sup> $\pm$ 2,04
<b>Lot C</b>	11,51 <sup>c</sup> $\pm$ 1,75	1,38 <sup>c</sup> $\pm$ 0,02	0,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	52,65 $\pm$ 5,00	52,8 <sup>a</sup> $\pm$ 4,46	0,15 <sup>a</sup> $\pm$ 0,33
<b>P</b>	0,0001	0,0001	0,09	/	0,0001	0,029
<i>Effet restriction</i>						
<b>Lot A</b>	5,43 <sup>a</sup> $\pm$ 0,11	1,5 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05	0,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	51,8 $\pm$ 4,94	52,9 <sup>a</sup> $\pm$ 3,13	1,10 <sup>a</sup> $\pm$ 1,14
<b>Lot D</b>	10,25 <sup>b</sup> $\pm$ 1,25	1,2 <sup>d</sup> $\pm$ 0,01	0,398 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	47,77 $\pm$ 3,04	49,69 <sup>b</sup> $\pm$ 3,71	1,92 <sup>b</sup> $\pm$ 1,73
<b>P</b>	0,0001	0,0001	0,0792	/	0,0001	0,694

**Lot A** : lot témoin, **Lot B** : faible salinité (10 g/INaCl), **lot C** : forte salinité (16g/INaCl) et **lot D** : restriction hydrique, **QEB**: quantité d'eau bue (/animal/jour), **QIF** : quantité ingéré de fourrage (/animal/jour), **QIC** : quantité ingéré de concentré (/animal/jour), **PI**: poids initial, **PF**: poids final, **Diff** : Différence de poids (PF-PI), <sup>a, b, c</sup> : les différentes lettres sur une même colonne indiquent la différence entre les paramètres mesurés des lots.

## II.2. 2. Effet du stress hydrique sur les paramètres physiologiques des brebis

Des résultats du tableau 19, nous constatons que la température rectale des femelles ayant subi un stress hydrique est statistiquement identique à celle des femelles du lot témoin.

Les fréquences cardiaque et respiratoire des brebis ayant subi un stress salin à forte salinité (lot C) se sont trouvées diminuées par rapport aux femelles du lot témoin (-3,76 battements/mn et -10,61 mouvements/min, respectivement). Il en est de même pour les femelles du lot ayant subi un stress salin à faible salinité (-0,92 battements/mn et -0,99mouvements/min, respectivement), bien que les différences ne soient pas significatives avec le lot témoin.

Par contre, les brebis ayant subi une privation d'eau ont vu leur fréquence cardiaque augmenter de 7,27 battements/mn et respiratoire diminuer de -3,15mouvements/min.

**Tableau 19.** Effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres physiologiques des brebis Ouled Djellal (Moyennes/animal/jour± Erreur standard de la moyenne).

<i>Effet salinité</i>			
<b>Lot</b>	<b>T</b>	<b>FC</b>	<b>FR</b>
<b>Lot A</b>	38,55 <sup>a</sup> ±0,21	70,97 <sup>a</sup> ±1,21	35,13 <sup>a</sup> ±1,39
<b>Lot B</b>	38,68 <sup>a</sup> ±0,36	71,89 <sup>a</sup> ±0,99	34,14 <sup>a</sup> ±0,65
<b>Lot C</b>	38,56 <sup>a</sup> ±0,27	67,21 <sup>b</sup> ±1,09	24,52 <sup>b</sup> ±0,55
<b>P</b>	0,09	0,0001	0,0001
<i>Effet restriction</i>			
<b>Lot A</b>	38,55 <sup>a</sup> ±0,21	70,97 <sup>a</sup> ±1,21	35,13 <sup>a</sup> ±1,39
<b>Lot D</b>	38,7 <sup>a</sup> ±0,29	78,24 <sup>b</sup> ±1,97	31,98 <sup>b</sup> ±0,30
<b>P</b>	0,09	0,0792	0,0001

**T** : température rectale (°C), **FC** : fréquence cardiaque (battement/min), **FR** : fréquence respiratoire (mouvement/min), **Lot A** : lot témoin, **Lot B** : faible salinité (1% NaCl), **Lot C** : forte salinité (1,6% NaCl) et **Lot D** : restriction hydrique.

### **II.3. Effet du stress hydrique sur les paramètres sanguins des brebis**

#### **II.3. 1. Effet du stress hydrique sur les paramètres biochimiques**

Les résultats du tableau 20 montrent que le stress hydrique n'a pas eu d'effet significatif sur le cholestérol, l'ALAT, l'ASAT, l'albumine, Gama GT, les triglycérides, Mg<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> des ovins Ouled Djellal et que, seule, la restriction hydrique a influencé la créatinine qui s'en trouve augmentée au dernier prélèvement (9,75 g/l). La glycémie a augmenté à mesure que les femelles s'abreuvent d'eau saline et il en est de même pour celles qui sont sous restriction hydrique, bien que ces augmentations ne soient pas significatives.

L'urée sanguine a diminué significativement avec la salinité de l'eau de boisson et s'en trouve augmentée chez les femelles sous restriction hydrique (en moyenne 0,33 pour le témoin *vs* 0,43g/l durant la durée d'essai). Si la protéinémie ne semble pas être affectée statistiquement par la restriction hydrique. La forte salinité semble par contre l'augmenter. En effet, le taux de protéines a augmenté de 9.02 et 8,54 g/l, respectivement, durant les deux derniers prélèvements chez les femelles s'abreuvant d'une eau fortement saline.

L'acide urique a diminué significativement sous l'effet de l'addition de NaCl (3.35 *vs*. 2.089 et 2.632 mg/l chez les lots témoin et B et C, respectivement à J24). Par contre, il n'a pas été influencé par la restriction hydrique.

Chez les lots qui ont subi une forte salinité, on note une diminution significative de la natrémie (concentration du Na dans le plasma) de 10.78 et 7.54 mEq/l, respectivement durant les deux prélèvements (à J12 et J24), cependant, chez le lot ayant subi une restriction hydrique, la concentration de sodium dans le sang a diminué, de façon significative, de 10,88 mEq/l et de 5,11 mEq/l respectivement durant les deux derniers prélèvement.

**Tableau 20.** Effet de la restriction hydrique et du stress salin sur les paramètres biochimiques des brebis Ouled Djellal (Moyennes± Erreur standard de la moyenne).

	<b>Lot A</b>	<b>Lot B</b>	<b>Lot C</b>	<b>Effet salinité</b>	<b>Lot A</b>	<b>Lot D</b>	<b>Effet restriction</b>
<b>Glycémie (g/l)</b>							
<b>J0</b>	0,51 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,55 <sup>a,1</sup> ±0,04	0,56 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,10	0,51 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,57 <sup>b,1</sup> ±0,01	0,74
<b>J12</b>	0,51 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,54 <sup>a,1</sup> ±0,03	0,53 <sup>b,1</sup> ±0,02	0,32	0,51 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,55 <sup>b,1</sup> ±0,02	0,19
<b>J24</b>	0,52 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,60 <sup>a,1</sup> ±0,04	0,60 <sup>c,1</sup> ±0,03	0,30	0,52 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,61 <sup>a,1</sup> ±0,03	0,32
<b>P</b>	0,09	0,07	0,0009		0,09	0,02	
<b>Urée (g/l)</b>							
<b>J0</b>	0,34 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,28 <sup>a,2</sup> ±0,02	0,27 <sup>a,2</sup> ±0,02	0,004	0,34 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,52 <sup>a,2</sup> ±0,03	0,001
<b>J12</b>	0,32 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,26 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,25 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,06	0,32 <sup>a,1</sup> ±0,01	0,38 <sup>b,2</sup> ±0,02	0,0001
<b>J24</b>	0,34 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,25 <sup>a,2</sup> ±0,01	0,26 <sup>a,2</sup> ±0,01	0,005	0,34 <sup>a,1</sup> ±0,02	0,40 <sup>b,2</sup> ±0,02	0,0003
<b>P</b>	0,41	0,55	0,83		0,41	0,001	
<b>Créatinine (mg/l)</b>							
<b>J0</b>							
<b>J12</b>	7,99 <sup>a,1</sup> ±0,21	7,84 <sup>a,1</sup> ±0,21	7,59 <sup>a,1</sup> ±0,21	0,54	7,99 <sup>a,1</sup> ±0,21	8,89 <sup>a,2</sup> ±0,21	0,0006
<b>J24</b>	8,60 <sup>a,1</sup> ±0,25	8,27 <sup>a,1</sup> ±0,26	8,11 <sup>a,1</sup> ±0,25	0,49	8,60 <sup>a,1</sup> ±0,25	9,08 <sup>ab,2</sup> ±0,27	0,04
<b>P</b>	0,15	0,41	0,48	0,09	0,15	0,04	0,0003

**Partie expérimentale**

<b>Cholesterol (g/l)</b>							
<b>J0</b>	0,52 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,46 <sup>a.1</sup> ±0,01	0,53 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,07	0,52 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,50 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,46
<b>J12</b>	0,51 <sup>a.1</sup> ±0,01	0,46 <sup>a.1</sup> ±0,01	0,51 <sup>a.1</sup> ±0,01	0,25	0,51 <sup>a.1</sup> ±0,01	0,43 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,07
<b>J24</b>	0,56 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,49 <sup>a.2</sup> ±0,02	0,50 <sup>a.2</sup> ±0,01	0,05	0,56 <sup>a.1</sup> ±0,02	0,48 <sup>a.1</sup> ±0,01	0,71
<b>P</b>	0,05	0,43	0,73		0,05	0,11	
<b>ASAT (UI/l)</b>							
<b>J0</b>	87,01 <sup>a.1</sup> ±5,15	98,01 <sup>a.1</sup> ±6,78	89,36 <sup>a.1</sup> ±6,29	0,29	87,01 <sup>a.1</sup> ±5,15	96,63 <sup>a.1</sup> ±6,36	0,39
<b>J12</b>	94,18 <sup>a.1</sup> ±7,19	91,72 <sup>a.1</sup> ±7,36	97,47 <sup>a.1</sup> ±6,89	0,89	94,18 <sup>a.1</sup> ±7,19	91,49 <sup>a.1</sup> ±6,19	0,69
<b>J24</b>	90,37 <sup>a.1</sup> ±7,76	94,55 <sup>a.1</sup> ±6,98	84,82 <sup>a.1</sup> ±5,87	0,52	90,37 <sup>a.1</sup> ±7,76	111,54 <sup>a.1</sup> ±8,88	0,22
<b>P</b>	0,70	0,71	0,56		0,70	0,54	
<b>ALAT (UI/l)</b>							
<b>J0</b>	26,59 <sup>a.1</sup> ±1,21	26,80 <sup>a.1</sup> ±1,50	25,96 <sup>a.1</sup> ±1,48	0,91	26,59 <sup>a.1</sup> ±1,21	28,24 <sup>a.1</sup> ±2,67	0,37
<b>J12</b>	21,61 <sup>a.1</sup> ±1,36	19,60 <sup>b.1</sup> ±1,22	22,39 <sup>a.1</sup> ±1,38	0,54	21,61 <sup>a.1</sup> ±1,36	17,66 <sup>a.1</sup> ±1,45	0,11
<b>J24</b>	21,87 <sup>a.1</sup> ±1,78	21,51 <sup>b.1</sup> ±1,36	19,27 <sup>a.1</sup> ±1,21	0,36	21,87 <sup>a.1</sup> ±1,78	22,37 <sup>a.1</sup> ±2,37	0,54
<b>P</b>	0,05	0,0001	0,08		0,05	0,06	

**Partie expérimentale**

<b>Protéines totales (g/l)</b>							
<b>J0</b>	71,21 <sup>a,2</sup> ±1,34	73,01 <sup>b,2</sup> ±1,43	78,34 <sup>a,2</sup> ±1,59	0,01	71,21 <sup>a,2</sup> ±1,34	82,02 <sup>a,1</sup> ±1,44	0,14
<b>J12</b>	80,29 <sup>b,1</sup> ±1,90	77,38 <sup>ab,12</sup> ±1,54	87,36 <sup>b,1</sup> ±1,60	0,007	80,29 <sup>b,1</sup> ±1,90	83,02 <sup>a,1</sup> ±1,80	0,29
<b>J24</b>	80,88 <sup>b,1</sup> ±1,91	80,38 <sup>b,1</sup> ±1,64	86,88 <sup>b,1</sup> ±1,57	0,04	80,88 <sup>b,1</sup> ±1,91	84,88 <sup>a,1</sup> ±1,92	0,58
<b>P</b>	0,0001	0,02	0,01		0,0001	0,65	
<b>Albumine (g/l)</b>							
<b>J0</b>	34.974 <sup>a,1</sup> ±1.94	35.162 <sup>a,1</sup> ±2.34	35.76 <sup>a,1</sup> ±2.03	0.6891	34.974 <sup>b,1</sup> ±1.94	38.718 <sup>a,1</sup> ±2.53	0.0016
<b>J12</b>	34.909 <sup>a,1</sup> ±1.75	35.019 <sup>a,1</sup> ±1.75	35.058 <sup>a,1</sup> ±1.8	0.1831	34.909 <sup>a,1</sup> ±1.75	35.899 <sup>a,2</sup>	0.7348
<b>J24</b>	36.247 <sup>a,1</sup> ±1.14	33.558 <sup>a,1</sup> ±2.24	35.003 <sup>a,1</sup> ±2.52	0.2582	36.247 <sup>a,1</sup> ±1.14	35.248 <sup>a,2</sup> ±2.58	0.705
<b>P</b>	0.1425	0.1938	0.6815		0.1425	0.013	
<b>Acide urique (mg/l)</b>							
<b>J0</b>	1.963 <sup>a,2</sup> ±1.81	2.089 <sup>a,1</sup> ±1.75	1.549 <sup>a,2</sup> ±1.75	0.7803	1.963 <sup>a,2</sup>	0.936 <sup>a,2</sup> ±1.27	0.16
<b>J12</b>	3.117 <sup>a,1</sup> ±0.58	3.172 <sup>a,1</sup> ±0.63	3.3 <sup>a,1</sup> ±0.25	0.7195	3.117 <sup>a,1</sup> ±0.58	3.248 <sup>a,1</sup> ±0.46	0.5828
<b>J24</b>	3.351 <sup>a,1</sup> ±0.43	2.089 <sup>ab,1</sup> ±0.37	2.632 <sup>b,1</sup> ±0.79	0.023	3.351 <sup>a,1</sup> ±0.43	3.583 <sup>a,1</sup> ±0.26	0.1585
<b>P</b>	0.023	0.0944	0.00068		0.023	0.0001	
<b>Gama GT (g/l)</b>							
<b>J0</b>							
<b>J12</b>	40.828 <sup>b,1</sup> ±8.55	34.558 <sup>b,1</sup> ±13.14	52.718 <sup>a,1</sup> ±14.39	0.009	40.828 <sup>b,1</sup> ±8.55	52.878 <sup>a,1</sup> ±9.89	0.0092
<b>J24</b>	47.011 <sup>a,1</sup> ±10.28	43.547 <sup>a,1</sup> ±9.45	54.434 <sup>a,1</sup> ±12.63	0.0914	47.011 <sup>a,1</sup> ±10.28	47.572 <sup>a,1</sup> ±8.97	0.898
<b>P</b>	46.333 <sup>a,1</sup> ±10.02	42.987 <sup>a,1</sup> ±8.16	51.653 <sup>a,1</sup> ±10.95	0.1555	46.333 <sup>a,1</sup> ±10.02	45.757 <sup>a,1</sup> ±10.95	0.9037
	0.3067	0.1181	0.8862		0.3067	0.2694	

**Partie expérimentale**

<b>Triglycérade (g/l)</b>							
<b>J0</b>	0.065 <sup>a,2</sup> ±0.02	0.096 <sup>a,1</sup> ±0.04	0.107 <sup>a,1</sup> ±0.05		0.065 <sup>b,2</sup> ±0.02	0.113 <sup>a,1</sup> ±0.04	
<b>J12</b>	0.078 <sup>b,2</sup> ±0.03	0.126 <sup>a,1</sup> ±0.05	0.117 <sup>a,1</sup> ±0.03	0.0682	0.078 <sup>a,2</sup> ±0.03	0.076 <sup>a,2</sup> ±0.03	0.0037
<b>J24</b>	0.106 <sup>a,1</sup> ±0.03	0.091 <sup>a,1</sup> ±0.04	0.077 <sup>a,1</sup> ±0.03	0.0257	0.106 <sup>a,1</sup> ±0.03	0.082 <sup>a,2</sup> ±0.03	0.8744
<b>P</b>	0.0112	0.2062	0.0667	0.2083	0.0112	0.0359	0.1501
<b>Mg+ (mg/l)</b>							
<b>J0</b>	26.453 <sup>a,1</sup> ±1.56	25.424 <sup>ab,1</sup> ±1.39	23.899 <sup>b,1</sup> ±2.56		26.453 <sup>a,1</sup> ±1.56	24.416 <sup>b,1,2</sup> ±2.28	
<b>J12</b>	24.736 <sup>a,1</sup> ±1.94	23.31 <sup>a,1</sup> ±1.57	23.482 <sup>a,1</sup> ±1.74	0.02	24.736 <sup>a,1</sup> ±1.94	24.817 <sup>a,1</sup> ±1.76	0.0317
<b>J24</b>	24.811 <sup>a,1</sup> ±2.24	24.843 <sup>a,1</sup> ±1.57	24.247 <sup>a,1</sup> ±1.58	0.2754	24.811 <sup>a,1</sup> ±2.24	24.975 <sup>a,1</sup> ±1.11	0.9232
<b>P</b>	0.0996	0.0726	0.6979	0.753	0.0996	0.772	0.8381
<b>Na+ (mEq/l)</b>							
<b>J0</b>	143.43 <sup>c,2</sup> ±1.26	145.73 <sup>b,1</sup> ±1.02	152.11 <sup>a,1</sup> ±3.85		143.43 <sup>b,2</sup> ±1.26	155.4 <sup>a,1</sup> ±2.89	0.0001
<b>J12</b>	139.76 <sup>a,3</sup> ±4.73	143.14 <sup>a,1</sup> ±10.49	141.33 <sup>a,3</sup> ±2.89	0.0001	139.76 <sup>b,3</sup> ±4.73	144.52 <sup>a,3</sup> ±2.88	0.0141
<b>J24</b>	148.07 <sup>a,1</sup> ±1.69	146.66 <sup>b,1</sup> ±1.17	144.57 <sup>c,2</sup> ±1.44	0.551	148.07 <sup>b,1</sup> ±1.69	150.29 <sup>a,2</sup> ±2.42	0.0288
<b>P</b>	0.0001	0.4234	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

## Partie expérimentale

<b>K+ (mEq/l)</b>							
<b>J0</b>	4.181 <sup>b,2</sup> ±0.28	4.432 <sup>ab,1</sup> ±0.26	4.684 <sup>a,1</sup> ±0.54			4.181 <sup>a,2</sup> ±0.28	3.96 <sup>a,1</sup> ±0.38
<b>J12</b>	4.008 <sup>c,2</sup> ±0.18	4.39 <sup>b,1</sup> ±0.43	4.776 <sup>a,1</sup> ±0.41	0.0241		4.008 <sup>a,2</sup> ±0.18	4.206 <sup>a,1</sup> ±0.25
<b>J24</b>	4.485 <sup>a,1</sup> ±0.24	4.632 <sup>a,1</sup> ±0.26	4.802 <sup>a,1</sup> ±0.48	0.0002		4.485 <sup>a,1</sup> ±0.24	3.958 <sup>b,1</sup> ±0.23
<b>P</b>	0.0005	0.2308	0.848	0.144		0.0005	0.1208
<b>Cl- (mEq/l)</b>							
<b>J0</b>	109.87 <sup>a,2</sup> ±1.5	112.97 <sup>a,1</sup> ±6.92	113.97 <sup>a,1</sup> ±3.52	0.1313		109.87 <sup>b,2</sup> ±1.5	114.65 <sup>a,1</sup> ±1.77
<b>J12</b>	104.51 <sup>a,3</sup> ±3.64	105.42 <sup>a,2</sup> ±8.34	107.48 <sup>a,2</sup> ±6.9	0.5702		104.51 <sup>b,3</sup> ±3.64	109.93 <sup>a,2</sup> ±3.76
<b>J24</b>	112.62 <sup>a,1</sup> ±1.84	111.58 <sup>a,1</sup> ±2.13	111.82 <sup>a,1</sup> ±3.58	0.6548		112.62 <sup>a,1</sup> ±1.84	113.96 <sup>a,1</sup> ±3.9
<b>P</b>	0.0001	0.0308	0.0126			0.0001	0.007

<sup>a, b, c</sup> Différentes lettres sur une même ligne indiquent la différence entre les métabolites sanguins entre les lots,

<sup>1, 2, 3</sup> Différentes lettres sur une même colonne indiquent la différence entre les métabolites sanguins des lots en fonction des prélèvements, **Lot A** : lot témoin, **Lot B** : faible salinité (1% NaCl), **lot C** : forte salinité (1,6% NaCl) et **lot D** : restriction hydrique

**P** : niveau de signification.

### II.3. 2. Effet du stress hydrique sur les paramètres hématologiques

Le stress hydrique n'a pas eu d'effet significatif sur les paramètres hématologiques des brebis Ouled Djellal qui sont identiques statistiquement à ceux du lot témoin (Tableau 21).

**Tableau 21.** Effet de la salinité et de la restriction hydrique sur les paramètres hématologiques des brebis Ouled Djellal (Moyennes± Erreur standard de la moyenne).

	<b>Lot A</b>	<b>Lot B</b>	<b>Lot C</b>	<b>Effet salinité</b>	<b>Lot A</b>	<b>Lot D</b>	<b>Effet restriction</b>
<b>GB (<math>\times 10^9/L</math>)</b>							
<b>P 0 (J0)</b>	4,36±0,14	4,19±0,89	4,68±0,14	0,06	4,36±0,14	4,06±0,56	0,07
<b>P 2 (J12)</b>	4,15±0,13	3,88±0,78	4,59±0,12	0,46	4,15±0,13	3,81±0,06	0,44
<b>P 3 (J24)</b>	4,51±0,15	4,32±0,90	4,77±0,15	0,61	4,51±0,15	4,11±0,88	0,42
<b>P</b>	0,09	0,52	0,36		0,09	0,08	
<b>GR(<math>\times 10^{12}/L</math>)</b>							
<b>J0</b>	9,16±0,58	9,35±0,62	9,43±0,76	0,56	9,16±0,58	9,25±0,59	0,88
<b>J12</b>	9,95±0,60	9,13±0,61	8,83±0,70	0,88	9,95±0,60	9,11±0,82	0,60
<b>J24</b>	9,32±0,59	9,57±0,66	9,47±0,66	0,63	9,32±0,59	9,47±0,76	0,61
<b>P</b>	0,11	0,76	0,20		0,11	0,09	
<b>HB (g/dl)</b>							
<b>J0</b>	9,52±0,21	9,16±0,81	9,03±0,44	0,10	9,52±0,21	9,27±0,19	0,01
<b>J12</b>	8,82±0,19	8,98±0,77	8,83±0,40	0,95	8,82±0,19	8,94±0,56	0,63
<b>J24</b>	9,31±0,20	9,46±0,88	9,45±0,43	0,86	9,31±0,20	9,40±0,45	0,78
<b>P</b>	0,06	0,17	0,17		0,06	0,08	

**Partie expérimentale**

<b>Ht (%)</b>							
<b>J0</b>	31,24±1,37	31,03±1,89	31,37±2,41	0,54	31,24±1,37	30,71±0,99	0,90
<b>J12</b>	30,45±1,33	30,65±1,97	31,07±2,40	0,95	30,45±1,33	30,30±1,17	0,85
<b>J24</b>	32,01±1,35	32,07±2,03	32,57±2,41	0,86	32,01±1,35	31,48±1,66	0,51
<b>P</b>	0,80	0,17	0,55		0,80	0,11	
<b>VGM (fL)</b>							
<b>J0</b>	34,33±1,91	33,37±1,93	33,35±1,91	0,61	34,33±1,91	33,33±2,01	0,92
<b>J12</b>	34,06±1,92	33,59±1,89	33,44±2,03	0,79	34,06±1,92	33,81±2,34	0,22
<b>J24</b>	33,83±1,87	33,10±1,87	32,81±1,95	0,49	33,83±1,87	32,81±1,99	0,19
<b>P</b>	0,91	0,14	0,22		0,91	0,10	
<b>CCMH (g/l)</b>							
<b>J0</b>	304,7±4,13	295±4,37	287,8±7,32	0,80	304,7±4,13	301,8±6,51	0,91
<b>J12</b>	290±4,10	292,9±4,05	284,1±6,65	0,66	290±4,10	295±4,45	0,16
<b>J24</b>	291±4,25	295±4,37	290,1±7,45	0,20	291±4,25	298,6±5,46	0,12
<b>P</b>	0,99	0,10	0,45		0,99	0,11	

**Partie expérimentale**

<b>TCMH (g/l)</b>							
<b>J0</b>	38.4±22.61	30.9±24.12	39.21±23.43	0.6850	38.4±22.61	40.05±23.84	0.8756
<b>J12</b>	9.88±0.58	9.87±0.59	9.81±0.57	0.9586	9.88±0.58	9.77±0.3	0.4803
<b>J24</b>	9.8±0.53	9.76±0.45	9.81±0.56	0.9739	9.8±0.53	9.73±0.28	0.8750
<b>P</b>	0.001	0.0024	0.001		0.001	0.001	
<b>PLT (10<sup>9</sup>/L)</b>							
<b>J0</b>	450.47±55.3	342.95±43.4	452.7±53.6	0.7489	450.47±55.3	500.7±60.2	0.7696
<b>J12</b>	471.2±58.02	346.7±46.02	347.1±43.5	0.3211	471.2±58.02	424±49.03	0.5019
<b>J24</b>	481±59.04	329.9±35.6	309.7 ±35.2	0.0823	481±59.04	405±38.05	0.3613
<b>P</b>	0.001	0.005	0.001		0.001	0.001	
<b>VPM (fl)</b>							
<b>J0</b>	16.42±7.26	13.15±7.45	16.74±6.62	0.4688	16.42±7.26	16.46±6.83	0.99
<b>J12</b>	5.23±0.2	5.45±0.43	5.5±0.57	0.3361	5.23±0.2	5.55±0.47	0.0619
<b>J24</b>	5.32±0.24	5.53±0.41	5.57±0.56	0.3861	5.32±0.24	5.51±0.49	0.2858
<b>P</b>	0.001	0.0004	0.001		0.001	0.001	

**Lot A** : lot témoin, **Lot B** : faible salinité (1% NaCl), **Lot C** : forte salinité (1,6% NaCl) et **Lot D** : restriction hydrique ; **P** : niveau de signification, **GB** : globules blancs, **GR** : globules rouges, **HB** : hémoglobine, **Ht** : hématocrite, **VGM**: volume globulaire moyen, **CCMH** : Concentration corpusculaire moyenne d'hémoglobine,  $1 \mu\text{m}^3 = 1 \text{ fL}$ , **TCMH** : Taux corpusculaire moyenne d'hémoglobine, **PLT** : plaquette, **VPM** : Volume plaquettaire moyen.

# **Discussion**

### **III.1. Qualité physico chimique des eaux d'abreuvement**

L'eau demeure sans contredit le nutriment le plus important pour les ovins (**Cinq-Mars, 2008**). De façon générale, elle présente dans l'organisme 99,2 % des molécules qui composent l'organisme des ruminants. De plus, elle participe à l'équilibre homéo-thermique en conservant la chaleur corporelle par temps froid, tout en facilitant sa dispersion par temps chaud. Parallèlement, ce nutriment participe à la digestion des aliments ingérés, au métabolisme des nutriments absorbés, à l'hydrolyse de différentes molécules comme les lipides, les protides et les hydrates de carbone et à l'élimination des déchets. L'eau sert également de coussin pour le système nerveux, aide à la lubrification des articulations, sert au transport des sons dans l'oreille et à la vision (**Aseltin, 1992**).

Tout comme l'aspect quantitatif, l'aspect qualitatif de l'eau de boisson revêt une importance capitale dans l'alimentation animale (**Cinq-Mars, 2008**) ; notamment les aspects chimiques qui contribuent à sa qualité. On dénote le pH, la dureté, la salinité, et les divers éléments toxiques. Néanmoins, les conséquences d'une mauvaise qualité d'eau sur la santé des animaux, particulièrement les ruminants et sur leurs productions, sont nombreuses, qu'il s'agisse d'une anomalie d'origine chimique ou bactériologique.

Les résultats des eaux d'abreuvement sur le plan physico chimique nous ont révélé :

#### **III.1.1. Le potentiel d'hydrogène (pH) et le Bicarbonate ( $\text{HCO}_3$ )**

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes  $\text{H}^+$  présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles, cette activité est due à différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (**Rodier et al., 2009**).

La plupart des eaux naturelles sont légèrement alcalines en raison de la présence de bicarbonates (**APHA et al., 2012**). Le pH des eaux traitées et du lot témoin ne pose pas de problèmes pour les ovins (7,8 à 8,8) par ce qu'ils sont dans les normes de l'OMS (6.5-9.2), .encore que **Beede et Myers (2000)** attestent qu'une eau dont le pH est supérieur à 8,5 est potentiellement dangereuse pour le bétail. D'ailleurs, selon **Olkowski (2009)**, des risques d'apparition d'acidose ou d'alcalose métabolique sont observés avec des valeurs extrêmes de pH des eaux d'abreuvement. Il en est de même pour les bicarbonates (122 mg/l pour le témoin et 73.2 pour les deux autres eaux traitées).

### **III.1.2. La dureté (TH)**

La dureté totale d'une eau est la résultante des concentrations de cette dernière en calcium et en magnésium (**Belghiti et al., 2013**), néanmoins, ces deux éléments en excès peuvent aussi donner un goût désagréable à l'eau (**Iehl, 1992 ; Keck, 1995**). Nos résultats ont révélé que les eaux d'abreuvement traitées et analysées étaient dures (titre hydrotimétrique [TH] < 30 °F). Ces résultats sont probablement liés à la nature lithologique de la formation sous-jacente du sol.

Si l'eau a une dureté <100 mg / l, elle est considérée comme une eau douce (**McGregor, 2004**). Cependant, une forte dureté peut être à l'origine d'anémies (**AAVL, 2006**).

### **III.1.3. Les salinités totales (ST) et totales des solides dissous (TDS)**

Toutes les eaux naturelles contiennent des sels dissous (**Cummings, 2002**), c'est ce qu'on appelle la salinité. Les niveaux de salinité sont mesurés directement par TDS et indirectement par EC (conductivité électrique). Plus les valeurs de TDS et EC sont élevées, plus la salinité est élevée (**McGregor, 2004**).

D'ailleurs, plusieurs auteurs ont confirmé que l'augmentation de la concentration en NaCl entraîne une augmentation des TDS, résultante d'une grande quantité de sels en solution (**Rodier et al., 2009 ; Mehalaine et al., 2019**). Néanmoins, les résultats de l'ensemble des eaux traitées présentaient des concentrations en sels, en conductivité, en TDS supérieures aux normes de l'OMS pour l'abreuvement des ovins et sont considérées comme inacceptables pour un tel usage.

### **III.1.4. La conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique; Elle détermine la teneur globale des minéraux présents dans une solution : une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (**Bremaude et al., 2006**).

Cependant, les eaux du lot témoin issues du réseau public sont aussi moyennement minéralisées selon la valeur de la conductivité électrique obtenue soit 0,353 ms/cm et ne présentent alors aucun risque pour les ovins. Néanmoins, les échantillons traités sont

caractérisés par des importantes valeurs de la conductivité, soit 16,99 et 26,1 ms/cm, proportionnelle aux doses de traitement avec le NaCl, soit 10 et 16g/l d'eau respectivement, elles sont, en conséquence, très salines, approchant même la saumure.

### III.1.5. Le sodium, le chlore et le magnésium (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Mg<sup>2+</sup>)

L'ion sodium (Na<sup>+</sup>) est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région à une autre (**Bouziyani, 2000**). L'origine de cette substance dans la nature peut être naturelle (mer, terrain salé...) ; humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour) ou industrielle (potasse, industrie pétrolière) (**Rodier et al., 2005**). En outre, les chlorures (Cl<sup>-</sup>) sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels du sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl<sub>2</sub>) (**SEVESC, 2013**).

Ainsi, le sodium et le chlore se retrouvent généralement associés et servent à maintenir l'équilibre acido-basique. Les taux anormalement élevés, dans les eaux traitées, sont dus au traitement avec le NaCl, puisque les eaux issues du réseau public présentent selon les normes internationales de l'OMS des concentrations normales.

Chez les ovins, le magnésium sert au bon fonctionnement des systèmes squelettique, enzymatique et nerveux (**Cinq-Mars, 2008**). Au printemps, la faible teneur en magnésium des pâturages luxuriants peut provoquer chez l'ovine l'hypomagnésémie ou tétanie d'herbage (**Olkowski, 2009**). Néanmoins, les échantillons traités présentaient des concentrations en magnésium supérieures aux normes de l'OMS pour l'abreuvement des ovins, ces dernières sont considérées par **Beede et Myers (2000)** comme dangereuses pour le bétail.

### III.1.6. Les sulfates

Les sulfates qui se dissolvent dans l'eau proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse (un minéral composé de sulfate dihydraté de calcium), ou apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (**Beriere, 2000**). Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg.L<sup>-1</sup> (**Bouziyani, 2000**) et selon l'OMS moins de 500 mg.L<sup>-1</sup>.

En outre, selon **Cinq-mars (2008)**, des fortes concentrations en sulfates peuvent également entraîner des baisses de consommation d'eau, provoquer de légères diarrhées et nuire à

l'assimilation de certains oligo-éléments comme le cuivre, le zinc, le manganèse, le sélénium, le fer et la vitamine E. Cependant, les concentrations en ions sulfates de l'ensemble des échantillons ne présentent aucun risque pour les brebis.

### **III.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques et physiologiques des brebis**

#### **III.2.1. Effet du stress hydrique sur les paramètres zootechniques**

##### **III.2.1. 1. La consommation d'eau**

L'augmentation du niveau de sel dans l'eau de boisson, chez les lots B et C, a engendré une augmentation de la quantité d'eau bue QEB de 32 et 112 %, respectivement pour les deux lots, parallèlement à une diminution de la quantité de fourrage ingérée. Le même constat a été rapporté par **Yousfi et Ben Salem (2017)** chez des béliers de race Barbarie et **Wilson (1968)** chez des béliers de race Mérinos castrés. Les brebis, sujets de privation d'eau, ont bu le double (10,25 l/brebis) du volume bu par le groupe témoin (5,43 l/brebis), soit 89 % de plus, raison sans doute d'une soif intense, ce qui concorde avec les observations de **Singh et al (1976)** au bout de 48h de privation d'eau de brebis Chokla. La quantité totale d'eau consommée a augmenté parallèlement à l'augmentation de la salinité de l'eau chez les lots B et C. Cette réponse à une ingestion élevée de sel a aussi été observée sur moutons et caprins Par **Peirce (1957)**, **Wilson et Dudzinski (1973)** et **Runa et al (2019)**.

##### **III.2.1. 2. La consommation de l'aliment**

Si le stress hydrique n'a pas eu d'effet sur la quantité de concentré consommée comme l'ont rapportés **Casamassima et al (2016)**, la quantité de fourrage s'en est trouvée diminuée chez les lots B et C, ayant subi un stress salin, et encore plus chez le lot D, sujet de privation d'eau. Cette diminution s'est accompagnée d'une baisse des performances pondérales, à l'exception des brebis du lot C et D.

Cette baisse de consommation de fourrage a été de 2, 8 et 20% chez les brebis ayant reçu une eau à 1 et 1,6% de NaCl et celles sous restriction hydrique, respectivement.

D'autres auteurs (**Abdelatif et Ahmed, 1994 ; Casamassima et al., 2016**) qui ont conduit des expériences similaires ont aussi signalé l'effet dépressif de la restriction hydrique sur la consommation alimentaire, contrairement à **Muna et Ammar (2001)** qui n'ont pas rapporté

d'incidence de la restriction hydrique sur ce paramètre. Par contre **Adogla-Bessa et Aganga (2000)** ont même avancé que la consommation alimentaire par kilo de poids métabolique augmentait lorsque l'intervalle de privation d'eau est de 72 h chez des caprins Tswana. Ces divergences pourraient être expliquées par la nature des aliments distribués d'une part et la variabilité animale d'autre part.

Si, dans la présente étude, les brebis du lot D ont pu compenser leur consommation d'eau, ils ne pouvaient le faire pour le fourrage en raison de la capacité limitée de leurs estomacs. Ce qui soutient le concept de **Crampton et Harris (1969) cité par Singh (1976)** qui stipulent que la première réponse d'un animal à une privation d'eau est la diminution de l'ingestion.

Si dans la présente étude, la diminution de l'ingestion de fourrage dans les groupes d'animaux ayant subis un stress salin serait attribué à l'augmentation de la consommation d'eau, **Runa et al (2019) et Peirce (1957)** ont, par contre, trouvé que la prise alimentaire n'était pas affectée par des concentrations de 1,5% d'eau salée chez les chèvres et les moutons. L'ingestion de matière sèche aurait même tendance à augmenter progressivement selon **Runa et al (2019)** lorsque les chèvres ont accès à l'eau salée et douce en alternance.

### **III.2.1.3. Le gain de poids**

Pour les brebis ayant consommé une eau à 1% NaCl ont une diminution de poids. **Attia-Ismail et al (2008)** et **Mdletshe et al (2017)** expliquent ce phénomène par le fait que la salinité affecte négativement la consommation d'aliment ainsi que le métabolisme digestif par l'inhibition de la salive parotidienne, diminution de la flore microbienne et l'activité protéolytique qui peuvent être responsables d'une diminution du poids des brebis. Contrairement aux femelles qui ont consommé une eau à 1,6%, un gain de poids a même été observé (+0,15 Kg). L'augmentation excessive de la consommation d'eau d'abreuvement (11,51 l) due à la forte concentration en sel dans l'eau a eu pour conséquence une augmentation du volume d'eau dans le corps qui a été acheminée vers l'espace interstitiel (**El-Sherif et El-Hassanein, 1996**).

Néanmoins, la diminution de l'ingestion chez les brebis privées d'eau a engendré une augmentation de leur poids qui peut être expliquée par **Musimba et al (1987); Ajibola (2000); Hadjigeorgiou et al (2000); Muna et Ammar (2001)** par le fait que cette diminution de l'ingestion et donc de la réduction du péristaltisme intestinal, conduit à un temps d'exposition accru des aliments à la microflore intestinale ayant des effets bénéfiques sur la digestibilité et l'utilisation des aliments par les animaux, se répercutant ainsi sur une

amélioration du poids de ces derniers, car probablement due à une meilleure efficacité alimentaire.

### III.2.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres physiologiques

#### III.2.2. 1. La température rectale

Le stress hydrique n'a pas influencé significativement les températures rectales des brebis du fait qu'elles aient été maintenues dans la fourchette de la norme de 38-39,5°C.

**Casamassima et al (2016)** et **Adogla-Bessa et Aganga (2000)** ont aussi constaté le même résultat chez, respectivement, les brebis Lacaune et caprins tswana ayant subi une restriction hydrique. Il en est de même pour **El-Gawad (1997)** et **Jaber et al (2004)** chez les chèvres de race Nubienne et les brebis Awassi, respectivement, qui ont subi un stress salin.

#### III.2.2. 2. Les fréquences cardiaque et respiratoire

La forte salinité de l'eau d'abreuvement semble influencer négativement la fréquence cardiaque en la diminuant, cette dernière ne semble pas être influencée chez les brebis Ouled Djellal qui ont subi une restriction hydrique de 3 jours, du fait qu'elle soit maintenue dans les normes avancées par **Meyer (2019)** pour les ovins (70-80 bt/min). Contrairement à des caprins Tswana qui ont subi une restriction hydrique de 72 h et dont le rythme cardiaque a diminué (**Adogla-Bessa et Aganga, 2000**).

Les rythmes cardiaques des brebis ayant subi un fort stress salin (lot C) enregistrent une bradycardie (67,21 bt/min) qui est expliquée par la diminution marquée de la fréquence respiratoire FR (24,52 m/min) à laquelle elle y est associée. Cette diminution de la FR, remarquée aussi chez les brebis du lot D, est parallèle à une diminution de l'ingestion, qui, selon **Abdelatif et Ahmed (1994)**, va diminuer l'activité métabolique des animaux et donc réduire leurs besoins en oxygène, ce qui aura pour conséquence une diminution de la fréquence respiratoire.

Ces résultats concordent avec ceux de **Eltayeb (2006)** qui a privé d'eau de boisson des chèvres de race nubienne pendant 2 jours, pour qui une FR de 28 mouvements/min a été enregistrée, mais sont en contradiction avec ceux de **Adogla-Bessa et Aganga (2000)** qui ont enregistré une augmentation de la FR chez des chèvres Tswana privées d'eau pendant 72h.

L'augmentation de la FC chez les brebis privées d'eau, bien qu'elle soit significative, elle reste, cependant, dans les normes avancées par **Meyer (2019)** pour les ovins (70-80 bt/min).

### **III.3. Effet du stress hydrique sur les paramètres sanguins**

#### **III.3.1. Effet du stress hydrique sur les paramètres biochimiques**

##### **III.3.1.1. La glycémie**

Dans la présente étude, le stress hydrique a affecté la glycémie des brebis Ouled Djellal, même si statistiquement les valeurs de la glycémie des femelles sous stress hydrique ne sont pas différentes des femelles du lot témoin. Il n'en demeure pas moins que, numériquement, ces valeurs soient au-dessus des normes avancées par **Dubreuil *et al* (2005)** (0,52 g/l). Le même constat a été rapporté par **Yousfi et Bensalem (2017)** qui ont enregistré une augmentation du glucose sanguin chez des moutons de race Barbarine sous stress hydrique salin. Ces mêmes auteurs l'attribueraient à la diminution du niveau d'insuline, elle-même due à la diminution de la quantité d'aliment ingérée.

**Casamassima *et al* (2016)** et **Abdelatif *et al* (2010)** n'ont, par ailleurs, rapporté aucune influence de la restriction hydrique sur la glycémie des brebis Lacaune.

##### **III.3.1.2. L'urée et la créatinine**

L'urée et la créatinine sérique, qui sont des indicateurs de la fonction rénale (**Yousfi et Salem, 2017**), ont été augmentées par la restriction hydrique. L'augmentation en urée sérique, comparativement aux femelles du lot témoin, pourrait être attribuée à la condition hydrique restreinte qui aurait entraîné un état de déshydratation associé à une concentration hématurique des métabolites, empêchant le rein de remplir sa fonction (**Casamassima *et al.*, 2016**), vu que l'urée est produite par le foie et est éliminée par les reins.

Nos résultats sont en accord avec ceux de **Jaber *et al* (2004)** qui ont aussi noté une augmentation de l'urée sanguine en réponse à deux et quatre jours de restriction hydrique chez la brebis Awassi. **Osbaldiston (1971) cité par Casamassima *et al* (2016)** a signalé que l'hypovolémie, due à une insuffisance d'eau, devrait entraîner une diminution du débit sanguin rénal, conduisant ainsi à une diminution du taux de filtration. Ainsi, dans notre étude, les conditions de restriction hydrique ont conduit à une filtration glomérulaire plus lente, affectant la fonction d'excrétion rénale (**Marini *et al.*, 2004; Kataria et Kataria, 2007**).

La salinité de l'eau de boisson provoquerait l'effet inverse en augmentant la filtration glomérulaire selon **Godwin et Williams (1986)** et **Meintjes et Engelbrecht (2004)**, mettant

ainsi l'urée en quantités à la disposition des tubules des néphrons, ce qui va accélérer son excrétion dans les urines et contribuer donc à la diminution de sa concentration sanguine.

**Meintjes et Engelbrecht (2004)** ont rapporté que l'augmentation de sel dans le rumen, soit par son introduction artificielle ou dans l'eau de boisson, va augmenter la concentration d'urée dans le rumen qui aboutira automatiquement à sa diminution au niveau sanguin.

Bien qu'étant dans les normes (6-13 mg/l) recommandées par **Dubreuil et al (2005)**, les niveaux de créatinine sanguine semblent être statistiquement augmentés par la restriction hydrique. Ce phénomène a aussi été indiquée dans des expériences similaires sur moutons (**Abdelatif et Ahmed, 1994 ; Hamadeh et al., 2006**) et des chèvres nubiennes (**Abdelatif et al., 2010**). C'est à partir de ce constat qu'il serait intéressant d'étudier l'effet de cette restriction à plus long terme.

### **III.3.1.3. Le Cholestérol**

Les taux de cholestérolémie, chez les brebis ayant subi un stress hydrique, demeurent dans les normes citées par **Bouzenzana (2015)** (0,43-0,79 g/l) chez la race Ouled Djellal, de même que par **Brugère-Picoux (2004)** (0,52-0,76 g/l) chez l'ovine, d'où l'absence d'influence de ce stress hydrique sur ce paramètre.

### **III.3.1.4. ASAT et ALAT**

Les enzymes (ALAT et ASAT) sont considérées comme des indicateurs de la santé du foie. Des changements importants dans leur concentration peuvent indiquer des dommages dans le foie, et par conséquent un effet néfaste sur la santé de l'animal (**Badakhshan et Mirmahmoudi, 2016**).

Les valeurs de l'activité enzymatique d'ASAT restent aussi dans les limites physiologiques citées par **Ramos et al (1994)** (71-209 UI/l) chez la brebis Rasa Aragonesa, par **Radostits et al (2000)** (60-280 UI/l) chez l'ovine, ainsi que par **Dubreuil et al (2005)** (72-101 UI/l) chez la brebis, Il en est de même pour L'ALAT, dont les normes se situent entre 10 et 30 UI/l selon **Brugère-Picoux (2002)** chez l'ovine.

### III.3.1.5. Les protéines totales

Bien que statistiquement les teneurs en protéines totales des femelles sous restriction hydrique soient identiques à celles des femelles du lot témoin, il n'en demeure pas moins, que numériquement, ces teneurs soient supérieures aux normes avancées par **Brugère-Picoux (2002)** 60-79 g/l. Le même phénomène a été observé sur des brebis Lacaune sous restriction hydrique et par **Mengistu (2007) cité par Casamassima et al (2016)** qui a privé d'eau 4 jours des caprins. Selon **Khan et al (1978) cité par Casamassima et al (2016)**, l'augmentation de la concentration sérique des protéines aiderait au maintien de la pression colloïdale du sang chez les animaux sous restriction hydrique car le manque d'eau entraîne une sur-concentration dans un plus petit volume de sang (**Schalm et al., 1975 in Casamassima et al., 2016**).

La protéinémie semble aussi augmenter par la salinité de l'eau, à mesure que la durée du traitement augmente, ce qui n'a pas été le cas pour des brebis de race Barbarine sous stress hydrique salin (**Yousfi et Salem, 2017**), mais celui des chèvres Nubiennes soumises à un stress hydrique salin de 0,8% à 2% pendant la saison hivernale **Eltayeb (2006)**. Cette augmentation significative peut être liée au rôle du sodium Na dans l'absorption des acides aminés dans l'intestin et leur utilisation ultérieure dans la formation de protéines plasmatiques (**Ganong, 2003**).

### III.3.1.6. L'albumine/GamaGT

Les Gama GT et l'albumine sont des indicateurs de la fonction hépatique et de l'état nutritionnel de l'animal (**Braun, 1983**). Les valeurs des Gama GT enregistrées chez les brebis du lot témoin ainsi que les groupes expérimentaux sont dans les normes rapportées par **Brugère-Picoux (2002)** (17-51 g/l) chez l'ovin en général et par **Dubreuil et al (2005)** (27–65 g/l) chez la brebis.

L'albumine est une protéine synthétisée dans le foie. Elle sert au maintien de la pression oncotique et à d'autres fonctions telles que, le transport des hormones thyroïdiennes, les vitamines liposolubles, les acides gras libres, le calcium, et la bilirubine non conjuguée. Elle est aussi utilisée avec les protéines totales comme un indicateur de la nutrition protéique (**Sakkinen et al., 2005 cité par Deghnouche, 2011**).

Les valeurs de l'albumine sont dans les normes rapportées par **Baumgartner et Pernthaner (1994)** pour l'ovin Karakul originaire d'Autriche (21-38 g/l) et par **Mollereau et al (1995)** (27-45 g/l) pour l'espèce ovine, mais elles sont supérieures à celles rapportées par **Brugère-Picoux (2002)** (24-30 g/l) chez l'ovin ainsi que par **Deghnouche (2011)** chez la brebis de race Ouled Djellal (23,13-33,32 g/l).

### III.3.1.7. L'acide urique

L'acide urique est converti en ammoniac pour être utilisé par les microorganismes du rumen comme facteur de croissance microbienne pour la synthèse de protéines microbiennes (**Orskov, 1982**). Des concentrations élevées d'acide urique dans le sérum pourraient être la preuve d'un dysfonctionnement rénal (**Ognik et al., 2015**).

Les valeurs enregistrées chez toutes les brebis, sujets de cette expérience demeurent dans les normes avancées par **Desco (1989)** (0-5 mg/l chez l'ovin *Aries ligeriensis*) et par **Kaneko et al (2008)** (0-19 mg/l chez l'ovin en général), malgré une légère diminution significative des lots exposés au stress salin par rapport au lot témoin au 24<sup>ème</sup> jour.

### III.3.1.7. Les Triglycérides

Les triglycérides sont des esters de glycérol et de trois acides gras à chaîne longue. Ils proviennent en partie des aliments et sont en partie synthétisés dans le foie (**Wahlefield et Bergmeyer, 1974 cité par Laabassi, 2006**).

Les valeurs des triglycérides (0.083 , 0.104 , 0.100 et 0.09 g/l en moyenne pour le témoin et lote B et C et D respectivement) des lots expérimentaux sont dans la norme avancée par **Desco (1989)** (0.06-0.61 g/l chez l'ovin *Aries ligeriensis*), mais elles sont inférieures aux normes avancées par **Bounab (2015)** chez la brebis Ouled Djellal (0.17-0.33 g/l), ainsi que par **Ndoutamia et Ganda (2005)** chez l'ovin Arabe du Tchad (0.50±0.19 g/l) et par **Karapehlivan et al (2007)** chez la brebis Tuj (0.85±0.01 g/l), Ceci pourrait être expliqué par la différenciation raciale.

### III.3.1.8. Le magnésium (Mg<sup>+</sup>)

Dans la présente étude, la concentration sérique de Mg n'a pas été affectée par l'augmentation de la concentration de NaCl dans les eaux d'abreuvement à 1% et 1.6%, ce qui est en accord avec

**Peirce (1957 ; 1960 et 1963)** et **Eltayeb (2006)** qui n'ont trouvé aucune influence de l'eau potable saline sur la concentration plasmatique de magnésium chez l'ovin et chez la chèvre Nubienne, respectivement. Les valeurs des concentrations plasmatiques en Mg des lots expérimentaux concordent avec les normes avancées par **Castillo et al (2001)** ; **Allison et al (2008)** et **Kaneko et al (2008)** qui sont de 22-28 mg/l chez l'ovin.

### **III.3.1.9. Les électrolytes (Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>)**

Les électrolytes tels que le sodium, le calcium et le potassium sont considérés comme essentiels car ils sont impliqués dans divers rôles dans les cellules ainsi que dans le maintien de l'équilibre acido-basique (**Yousfi et al., 2016**).

La diminution de la concentration plasmatique de sodium Na<sup>+</sup>chez le lot D au cours de la restriction hydrique par rapport au lot témoin pourrait être due à la diminution de la prise alimentaire et de la production d'acides gras volatils dans le rumen ; puisque l'absorption de Na<sup>+</sup> du rumen dans le sang est étroitement liée à la présence d'acides gras volatils dans le liquide du rumen (**Silanikove, 2000**), Par contre **MacFarlane et al (1961)** ont trouvé que des tendances d'augmentation de sodium ont été observées chez les races mérinos (**MacFarlane et al.,1961**) et la race ovine Yankasa (**Aganga et al., 1989; Igbokwe, 1993**) sous une restriction hydrique.

L'augmentation de l'apport en NaCl augmente la concentration plasmatique du sodium qui stimule la sécrétion de vasopressine et la soif, ce qui augmente la demande en eau qui va entraîner une augmentation du volume plasmatique. L'hypervolémie hypernatrémique augmente le débit de filtration glomérulaire, la sécrétion d'aldostérone diminue et la réabsorption du sodium dans les reins et les intestins diminue au minimum, éliminant alors le surplus de sodium et par la suite la diminution de la Natrémie, ce qui explique la diminution significative de la natrémie chez le lot C (**Holtenius et Dahlborn, 1990**). Les valeurs de la natrémie restent dans la norme avancée par **Boudebza (2022)** (132.6-165 mEq/L).

Les valeurs des chlorures sanguins, qu'elles soient pour le lot témoin ou les deux autres lots expérimentaux, sont dans la norme avancée par **Vrzgula (1991)** (90.00-115.00 mEq/l), mais ne concordent pas avec celles de **MVM (2009)** (95–103 mEq/l pour les ovins).

Une diminution significative de la teneur en  $K^+$  du sang est enregistrée à la fin de l'essai (24<sup>ème</sup> jour) sous l'effet de la restriction en eau (comparativement au lot témoin) comme celle indiquée pour la brebis Awassi par **Jaber *et al* (2004)**. Une plus grande propagation intra-érythrocytaire due à l'alcalose sanguine et un taux d'excrétion urinaire plus important réduisent cette teneur en potassium du sang (**Ghosh *et al.*, 1976 cité par Casamassima *et al.* 2016 ; Zilva et Pannall, 1984**). Cependant, Les valeurs en potassium restent dans la norme avancée par **Merck (2009)** (3.90-5.40 mEq/l pour les ovins).

### **III.3.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres hématologiques**

Le stress hydrique n'a eu aucun effet sur les paramètres hématologiques (GB, GR, HB, Ht, VGM, CCMH, TCMH, PLT, VPM), ce qui concorde avec les résultats de **Assad *et al* (1997)** qui ont exposé des brebis de race Barki à deux concentrations de sel (7,7 et 13,5 g/l). Par ailleurs, les résultats de ces paramètres restent dans les normes indiquées par **Greenwood (1977)** et **Blunt (1975) et Carta *et al* (2020)** pour des ovins, à l'exception de la CCMH qui semble en dessous des normes indiquées par **Greenwood (1977)** et **Blunt (1975)** (310-380 g/l) et par **Carta *et al* (2020)** (310-340 g/l) et ce, aussi bien pour les femelles du lot témoin que celles des lots expérimentaux. Il semblerait que la CCMH soit une variable raciale.

# **Conclusion générale et perspectives**

L'efficacité biologique de la race ovine Ouled Djellal dans la production de viande la rend particulièrement adaptée à la production, au niveau de la wilaya de Tébessa, à petite échelle, dans des conditions environnementales difficiles. Dans de tels écosystèmes, les animaux doivent souvent boire de l'eau provenant de différentes sources et subir des périodes plus ou moins longues de pénurie d'eau, le tout souvent sous un rayonnement solaire intense. Ces facteurs environnementaux constituent un défi permanent à la productivité et aux mécanismes homéostatiques régulant l'énergie et l'équilibre hydrique.

Dans cette thèse, les effets de la qualité et de la quantité d'eau consommée sur la biochimie sanguine et certains paramètres physiologiques et zootechniques ont été étudiés à travers l'étude de l'augmentation des quantités de sels dans l'eau de boisson, de même que la restriction hydrique.

A travers les résultats de cette étude, nous pouvons avancer que le stress hydrique entraîne une augmentation significative de la quantité d'eau bue, parallèlement à une réduction significative de la consommation de fourrage. La réduction des fréquences respiratoire et cardiaque est causée par un stress salin élevé à 16 g NaCl/l, tandis que la privation d'eau diminue la fréquence respiratoire mais augmente la fréquence cardiaque.

Le stress hydrique, qu'il soit salé ou causé par une restriction, aurait tendance à augmenter numériquement les valeurs de certains paramètres biochimiques (glycémie et taux de protéines) et à diminuer le sodium ( $\text{Na}^+$ ), alors qu'il n'a pas eu d'effet significatif sur le cholestérol, l'ALAT, l'ASAT, l'albumine, Gama GT, les triglycérides,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  des ovins Ouled Djellal, ni encore moins sur leurs paramètres hématologiques (GB, GR, Hb, Ht, VGM, CCMH, TCMH, PLT, VPM).

L'augmentation de l'urée et de la créatinine chez les brebis privées d'eau suggérerait une altération de la fonction rénale. La salinité diminue l'urée et la créatinine ainsi que l'acide urique.

Ces résultats démontrent le rôle primordial de la qualité et de la quantité d'eau comme facteur limitant pour les petits ruminants élevés dans les zones semi désertiques d'Algérie, où la rareté de l'eau et sa salinité sont un facteur limitant pour le développement du secteur de l'élevage, pour lequel des stratégies d'abreuvement devraient être sérieusement mises en œuvre par les autorités, au risque de menacer la pérennité de ces systèmes d'élevage. Ces résultats étayent aussi sur les limites de la race Ouled Djellal face à un stress hydrique.

### ***Conclusion générale et perspectives***

---

Il serait intéressant d'étudier la réponse à long terme de l'effet du stress hydrique à une salinité excessive ou à une restriction d'eau sur les performances de production, le système endocrinien, la production de lait et sa composition.

# **Références bibliographiques**

1. **AAVL:** Association pour l'aménagement de la Vallée du Lot. **2006.** Les systèmes d'abreuvement au pâturage ; Concilier production agricole et préservation des milieux aquatiques. Guide technique. Rivières Rance et Célé, Figeac, France., 3p.
2. **Abdelatif A.M et Ahmed M.M.M. 1994.** Water restriction, thermoregulation, blood constituents and endocrine responses in Sudanese desert sheep. *Journal of Arid Environments*, 26(2): 171-180.
3. **Abdelatif A.M., Elsayed S.A et Hassan Y.M. 2010.** Effect of state of hydration on body weight, blood constituents and urine excretion in Nubian goats (*Capra hircus*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(2) : 178-188.
4. **Adamou S., Bourennane N., Haddadi, F., Hamidouche, S et Sadoud S. 2005.** Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie. *Série de Document de Travail. Algérie*, 126, 81.
5. **Adogla-Bessa T et Aganga A.A. 2000.** Milk production of Tswana goats fed diets containing different levels of energy. *South African Journal of Animal Science*, 30(1), 77-81.
6. **Aganga A.A., Alabi O et Momoh M. 1988.** Effect of water deprivation on nutrient digestibility, nitrogen retention, and water excretion in Yankasa sheep and Maradi goats. *Nigerian Journal Animal Production*, 15, 139-143.
7. **Aganga A.A., Umunna N.N., Oyedipe E.O et Okoh, P.N. 1989.** Influence of water restriction on some serum components in Yankasa ewes. *Small Ruminant Research*, 2(1), 19-26.
8. **Aghajanzadeh-Darzi P., Jayet P.A. 2013.** Impact économique du changement climatique sur l'alimentation animale et l'élevage dans l'Union Européenne. *Fourrages*, (215), 193-200.
9. **AgNote: Agriculture Victoire. 2018.** Water supply for sheep and beef cattle in stock containment areas. The State of Victoria Department of Economic Development, Jobs, Transport and Resources. Agriculture Victoria, 1 Spring Street ,Melbourne, Victoria, Australie, 3.
10. **Ahmed M.A et Ammar I.E.S. 2001.** Effects of water and feed restriction on body weight change and nitrogen balance in desert goats fed high and low quality forages. *Small Ruminant Research*, 41(1), 19-27.
11. **Ahmed M.M et El Kheir I.M. 2004.** Thermoregulation and water balance as affected by water and food restrictions in Sudanese desert goats fed good-quality and poor-quality diets. *Tropical animal health and production*, 36(2), 191-204.

12. **Ajibola A. 2000.** The effect of water deprivation and atropine administration on gastrointestinal function in goats. Thesis of Mater, University of Pretoria, South Africa, 100p.
13. **Angel S. P., Amitha J. P., Rashamol V. P., Vandana G. D., Savitha S. T., Afsal A., et Sejian V. 2018.** Climate Change and Cattle Production-Impact and Adaptation. *Journal of Veterinary Medicine and Research*, 5(4), 1134.
14. **António G. 2020.** Santé animale et changements climatiques. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.1-8.
15. **AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 1990, 15th Edition, Washington, D.C. USA.
16. **APHA., AWWA et WEF. 2012.** Standard methods for the examination of water and wastewater, 22eme édition. American Public Health Association, American Water Works Association et Water Environment Federation, Washington D.C.
17. **Arrus R et Rousset N. 2006.** L'agriculture du Maghreb au défi du changement climatique : quelles stratégies d'adaptation face à la raréfaction des ressources hydriques, Laboratoire d'Economie de la Production et de l'Intégration Internationale, Groupe Energie et Politiques de l'Environnement, 10p.
18. **Aseltine M. 1992.** Maintenance of high-quality water assures good dairy cattle health. *Feedstuffs*. Sept. 28, 14.
19. **Ashour G et Benlemlih S. 2000.** Adaptation of Mediterranean breeds [species] to heat stress and water deprivation. In *Livestock production and climatic uncertainty in the Mediterranean*. Proceedings of the joint ANPA-EAAP-CIHEAM-FAO symposium, Agadir, Morocco, 22-24 October 1998, 63-74.
20. **Assad F., Bayoumi T.L.M et Khamis H.S. 1997.** Impact of long-term administration of saline water and protein shortage on the haemograms of camels and sheep. *Journal of arid environments*, 37(1), 71-81.
21. **Assad, F et El-Sherif M.M.A. 2002.** Effect of drinking saline water and feed shortage on adaptive responses of sheep and camels. *Small Ruminant Research*, 45(3), 279-290.
22. **Attia-Ismail S.A., Abdo A.R et Asker A.R.T. 2008.** Effect of salinity level in drinking water on feed intake, nutrient utilization, water intake and turnover and rumen function in sheep and goats, 3(1), 77-94.
23. **Ayachi H. 2003.** Rapport sur la situation et les perspectives de l'environnement au niveau de la commune de mecheria. thème : la biodiversité : la race ovine hamra en péril, méchéria, algérie.234p.

24. **Badakhshan Y et Mirmahmoudi R. 2016.** Blood metabolites of one-humped camel (*Camelus dromedarius*) versus sheep during summer heat stress Iranian Journal of Veterinary Medicine. International Journal of Veterinary Research, 10, 65–71
25. **Baumgartner W et Pernthaner A. 1994.** Influence of age, season, and pregnancy upon blood parameters in Austrian Karakul sheep. Small Ruminant Research, 13(2), 147-151.
26. **Beede D et Myers Z.H. 2000.** L'eau, un nutriment essentiel. 24eme Symposium sur les bovins laitiers. Des fibres et d'eau fraîche, Québec, Canada.
27. **Beede D.K. 2005.** Evaluation of water quality and nutrition for dairy cattle. In: Proc. 7th Western Dairy Management Conf., 9-11 Mar. 2005, Reno, NV, USA, 1-24.
28. **Bélangier G. 2002.** Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Québec. Présentation au 65e congrès de l'Ordre des Agronomes du Québec. 1-19.
29. **Belghiti M.L., Chahlaoui A., Bengoumi, D et El Moustaine R. 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (14).
30. **Ben Salem M et Bouraoui R. 2009.** Heat stress in Tunisia, Effects on dairy cows and potential means of alleviating it. South African Journal of Animal Science. 39: 256- 259.
31. **Benarfa N. 2005.** Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa. Mémoire de magister en Entomologie. Université Mentouri Constantine, 130p.
32. **Bencherif S. 2011.** L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Évolution et possibilités de développement. Thèse de doctorat, Université de paris, 295.
33. **Benyoucef M.T., Madani T et Abbas K. 2000.** Systèmes d'élevage et objectifs de sélection chez les ovins en situation semi-aride algérienne. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens., 43, 101-109.
34. **Beriere G. 2000.** Distribution et collecte des eaux, 2ème édition, Ecole polytechnique de Montréal : 3-19p.
35. **Blackshaw J.K., Blackshaw A.W. 1994.** Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour a review. Australian Journal of Experimental Agriculture 34:285-295.
36. **Blunt M.H. 1975.** The Blood of Sheep: Composition and Function, Springer Berlin Heidelberg, Berlin. 232.
37. **Bolin B. 1980.** Climate change and their effects on the biosphere. Genève, OMM: 1-15.

38. **Bouabida H., Djebbar F et Soltani N. 2012.** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique-FaunisticEntomology*, 65, 99-103.
39. **Boubir H. M. 2018.** Une stratégie participative de développement local. Le cas du territoire de tébessa en algérie. *Romanian journal of geography*, 62(1), 99–113.
40. **Boudebza A., Abdeldjelil M.C., Arzour-Lakhel N et Lakhdara N. 2022.** Reference intervals and physiological variations of the macro-mineral plasma concentrations in Ouled Djellal ewes. *Agricultural Science & Technology*. (1313-8820), 14(1).
41. **Bounab B.E.K. 2016.** Étude de quelques paramètres sanguins chez la brebis de la race Ouled Djellal selon son stade physiologique. Thèse de doctorat, Université de Constantine.82p.
42. **Bouzenzana M. 2015.** Etude des profils biochimique et minéral des brebis de la race OuledDjellal en fonction des différents stades physiologiques et la taille des portées. Mémoire de Magister, Université de Batna, Algérie, 80p.
43. **Bouziani M. 2000.** l'eau de la pénurie aux maladies. édition IBN-KHALDOUN. Alger. 93-96p.
44. **Bremaude C., Claisse J.R., Leulier F., Thibault J., Ulrich E. 2006.** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale. Edition, Educagri. Dijon, France, 220-221p.
45. **Bressou C. 1978.** Anatomie régionale des animaux domestique. J-B. Baillière (éds). Paris, 20- 59.
46. **Brugère -picoux J. 2004.**Maladies Des Moutons. Edition France Agricole., 240p.
47. **Brugère -Picoux J., Chang C.M., Brugère H., Hachimi H et Adjou K. 2002.** Actualités sur la tremblante des petits ruminants. *Bulletin vétérinaire bimestriel-société vétérinaire pratique de france*, 86(1), 17-27.
48. **Bruzzoze-rouget P., Jamous M., Marie-Christine D.A.T., O'connor M. 2010.** Démarche de sensibilisation a la problématique du changement climatique dans le cadre d'un partenariat entre université, laboratoires de recherche et établissements du secondaire. *L'éducation au développement durable: De l'école au campus*, 191.
49. **Burgos M., Senn M., Sutter F., Kreuzer M et Langhans W. 2001.** Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. *Journal of Physiology*, 280.
50. **Cain J.W., Krausman P.R., Rosenstock S.S et Turner J.C. 2006.** Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 570-581.

51. **Carta S., Nudda A., Cappai M.G., Lunesu M. F., Atzori A.S., Battacone G et Pulina G. 2020.** Cocoa husks can effectively replace soybean hulls in dairy sheep diets—Effects on milk production traits and hematological parameters. *Journal of dairy science*, 103(2), 1553-1558.
52. **Casamassima D., Pizzo R., Palazzo M., D'alessandro A.G et Martemucci G. 2008.** Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in comisana sheep reared under intensive condition. *Small Ruminant Research*, 78(1-3), 169-175.
53. **Casamassima D., Vizzarri F., Nardoia M et Palazzo M. 2016.** The effect of water-restriction on various physiological variables in intensively reared Lacaune ewes. *Veterinární medicína*, 61(11), 623-634.
54. **Chemmam M. 2007.** Variation de l'ingestion et des performances chez la brebis «OuledDjellal» sur pâturage: effet de la saison et de la complémentation, Thèse de doctorat, Annaba, 167p.
55. **Chase L.E. 2006.** Climate change impacts on dairy cattle. Fact sheet, *Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses*, 17-23.
56. **Chellig R. 1992.** Les races ovines algériennes. O.P.U. Alger, 80.
57. **Cinq-mars D. 2008.** Nutrition et alimentation des ovins, édition université LAVAL, 163.
58. **Collier R.J., Beede D.K., Thatcher W.W., Israel L.A et Wilcox C.J. 1982.** Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *Journal of Dairy Science*. 65: 2213-2227.
59. **Cummings D. 2002.** Water quality for farm water supplies. In: McGregor, B. A. (2004). *Water quality and provision for goats*. RIRDC. 19.
60. **D'himi M. 2005.** Programme de production de géniteurs, race ovine Ouled Djellal, Doc. Institut technique des élevages, Ain M'lila, 09.
61. **Deghnouche K. 2011.** Etude de certains paramètres zootechniques et du métabolisme énergétique de la brebis dans les régions arides (Biskra), Thèse Doctorat (Batna), 234p.
62. **Deghnouche K., Tlidi M., Meziane T et Touabti A. 2011.** Influence du stade physiologique sur divers paramètres biochimiques sanguins chez la brebis Ouled Djellal des zones arides du Sud-Est algérien. *Revue Médecine Vétérinaire* ., 162 (1), 3-7.
63. **Dekhili M., Aggoun A. 2005.** Productivité des brebis Ouled Djellal, élevées dans deux milieux différents. *Recherche Ruminants.*, 12, 163.
64. **Dekhili M., Aggoun A. 2007.** Performances reproductives de brebis de race Ouled-Djellal, dans deux milieux contrastés. *Archivos de Zootecnia*, 56(216), 963-966.

65. **Desco M., Cano M.J., Duarte J., Rodriguez F., Fernandez-caleya D et Alvarez-valdivielsoj M. 1989.** Blood biochemistry values of sheep (*Ovis aries ligeriensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 94(4), 717-719.
66. **Douh M. 2011.** Caractérisation des paramètres Zootechniques de l'élevage ovin en zones steppiques Cas de la wilaya de Tébessa. Université el tarf .110p.
67. **DPAT .2016.** Direction de la planification et de l'aménagement du territoire de Tébessa, Annuaire statistique, Tébessa.
68. **Drogoul C., Gadoud R et Joseph M.M. 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, Volume 2. Educagri Editions. 295.
69. **Dryden G. 2008.** *Animal Nutrition Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 302.
70. **Dubreuil P., Arsenault J et Bélanger D. 2005.** Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *Veterinary Record*, 156(20):636-638.
71. **El-Gawad E.I.A. 1997.** Physiological responses of Barki and Damascus goats and their crossbred to drinking saline water. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 42, 23-36.
72. **El-Sherif M.A et El-Hassanein E.E. 1996.** Influence of drinking saline water on growth and distribution of body fluids in sheep. *Alexandria Journal of Agricultural Research (Egypt)*. 3, 1–9.
73. **El-Sherif M.M.A et Assad F. 2001.** Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. *Small Ruminant Research*, 40(3), 269-277.
74. **Eltayeb E.E. 2006.** Effect of salinity of drinking water and dehydration on thermoregulation, blood and urine composition in nubian goats. Thesis of Master in Veterinary, University of Khartoum, Sudan ., 216 p.
75. **Ewing S.A., Lay J.D.C et Von Borell E. 1999.** *Farm Animal Well-Being*. Prentice Hall, New Jersey, 75.
76. **Fattoum L. 2015.** Guide de caractérisation phénotypique des races ovines de l'Algérie. 56.
77. **Fischer G., Mahendra S et Van Velthuisen H. 2002.** Climate change and Agricultural vulnerability. IIASA, Laxemburg (Autriche), 160.
78. **Fournier A. 2006.** L'élevage des moutons. Edition artemis, slovaquie, 94.

79. **Ghanem A.M., Barbour E.K., Hamadeh S.K., Jaber L.S. et Abi Said M. 2008.** Physiological and chemical responses in water-deprived Awassi ewes treated with vitamin C. *The Journal of Arid Environments*, 72: 141-149.
80. **Giger-Reverdin S et Gihad E. A. 1991.** Water metabolism and intake in goats. EAAP Publication, 37-45.
81. **Godwin I.R et Williams V. J. 1986.** Effects of intraruminal sodium chloride infusion on rumen and renal nitrogen and electrolyte dynamics in sheep. *British journal of nutrition*, 56(2), 379-394.
82. **Goumi M.B., Riad F., Giry J., De La Farge F., Safwate A., Davicco M.J et Barlet J.P. 1993.** Hormonal control of water and sodium in plasma and urine of camels during dehydration and rehydration. *General and comparative endocrinology*, 89(3), 378-386.
83. **Greenwood B. 1977.** Haematology of the sheep and goat. In: Archer RK, Jeffcott LB (eds) *Comparative clinical haematology*. Blackwell, Oxford., 305–344.
84. **Gregory N.G. 2010.** How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International* ,43(7):1866–1873. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.018>
85. **Hadjigeorgiou I., Dardamani K., Goulas C et Zervas G. 2000.** The effect of water availability on feed intake and digestion in sheep. *Small Ruminant Research*, 37(1-2), 147-150.
86. **Hafez E.S. 1969.** Adaptation of Domestic Animals. Edition Lea et Febiger , 164–182.
87. **Hales J. R.S. 1973.** Effects of heat stress on blood flow in respiratory and non-respiratory muscles in the sheep. *Pflügers Archiv*, 345(2), 123-130.
88. **Hamadeh S.K., Rawda N., Jaber L.S., Habre A., Abi Said M et Barbour E.K. 2006.** Physiological responses to water restriction in dry and lactating Awassi ewes. *Livestock Science*, 101(1-3), 101-109.
89. **Hanson J.D., Baker B.B et Bourdon R.M. 1993.** Comparison of the effects of different climate change scenarios on rangeland livestock production. *Agricultural systems*, 41(4), 487-502.
90. **Harkat S., Lafri M. 2007.** Effet des traitements hormonaux sur les paramètres de reproduction chez des brebis «Ouled-Djellal». *Courrier du savoir*, 8, 125-132.
91. **Hassan R et Nhemachena C. 2008.** Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2(1), 83–104.
92. **Hemsley J.A., Hogan J.P et Weston R.H. 1975.** Effect of high intakes of sodium chloride on the utilization of a protein concentrate by sheep, *Digestion and absorption of*

- organic matter and electrolytes. Australian Journal of Agricultural Research, 26(4), 715-727.
93. **Holtenius K et Dahlborn K. 1990.** Water and sodium movements across the ruminal epithelium in fed and food-deprived sheep. Experimental Physiology: Translation and Integration, 75(1), 57-67.
94. **Haupt R.T. 2004.** Water and electrolytes. In: Dukes, Physiology of Domestic Animals. 12th Edition, Edited by Reece, 12-26.
95. **Iehl C. 1992.** L'eau et l'abreuvement du chien. La qualité de l'eau. Séminaire sur l'élevage et l'alimentation, Société Française de Cynotechnie, ENV, Alfort, N.P.
96. **Igbokwe I.O. 1993.** Haemoconcentration in Yankasa sheep exposed to prolonged water deprivation. Small Ruminant Research, 12(1), 99-105.
97. **ISO. 1984.** Méthode titrimétrique à l'EDTA. Compendium de normes ISO, environnement qualité de l'eau Tome 2, Méthode chimiques Première édition.
98. **ISO. 1990.** International Standard ISO 7027 – Water Quality – Determination of Turbidity. ISO. Second edition 1990-04-15
99. **ITELV : Institut Technique des Elevages. 2000.** Standard de la race ovine Hamra, éditions ITELV, Alger, 06.
100. **ITLEV. 2003.** Institut Technique des Elevages, Algérie, 6 . [www.itelv.dz](http://www.itelv.dz)
101. **Jaber L. S., Habre A., Rawda N., Said M.A., Barbour E.K et Hamadeh S. 2004.** The effect of water restriction on certain physiological parameters in Awassi sheep. Small Ruminant Research, 54(1-2), 115-120.
102. **Jean-Blain C. 2002.** Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Editions Tec & Doc Lavoisier, 424.
103. **Jeanne C et Christine G. 2011.** les changements climatiques : quels en sont les causes et les impacts. projet Agriculture et climat Québec .4.
104. **Jores d'arces P. 1947.** L'élevage en Algérie, amélioration et développement, Editions Guianchain, Alger, 93.
105. **Jose A.A., Angel G., Laura C et Carlos P. 2017.** The effects of weather on milk production in dairy sheep vary by month of lambing and lactation phase, Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, 5:56-63.
106. **Jouven M., Stark F., Moulin C.H., Selmet U et Viala P.P. 2022.** Agroécologie, élevage et changement climatique. Viandes et Produits Carnés.1-9.

107. Kadi A. 1997. La gestion de l'eau en Algérie. Hydrological Sciences, Journal-des Sciences Hydrologiques, 42 (2): 191-197.
108. **Kamphues J et Schulz I. 2002.** Aspects pertinents pour la pratique de l'approvisionnement en eau pour le bétail et les animaux de compagnie. Animal Nutrition, 30, 65-107.
109. **Kaneko J.J., Harvey J.W et Bruss M.L. 2008.** Clinical biochemistry of domestic animals, 6th edition. Academic Press, San Diego, USA. 928p.
110. **Kanoun A., Kanoun M., Yakhlef H et Cherfaoui M.A. 2007.** Pastoralisme : Systèmes d'élevage et stratégies d'adaptation des éleveurs ovins. Rencontre Recherche Ruminants, 14, 181-184.
111. **Karapehliyan M., Atakisi E., Atakisi O., Yucayurt R et Pancarcib S.M. 2007.** Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. Small Ruminant Research, 73, 267-271.
112. **Kataria A. K., Kataria N et Gahlot A. K. 2007.** Large scale outbreaks of peste des petits ruminants in sheep and goats in Thar desert of India. Slovenian Veterinary Research, 44(4), 123-132.
113. **Kazi T.G., Arain M.B., Jamali M.K., Jalbani N., Afridi H.I., Sarfraz R.A et Shah A.Q. 2009.** Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. Ecotoxicology and environmental safety, 72(2), 301-309.
114. **Keck G. 1995.** Qualité de l'eau en élevage et hygiène de la chaîne agro-alimentaire. Impact des polluants aquatiques sur les animaux domestiques et les productions animales. Revue Médecin Vétérinaire., 146, 815-820.
115. **Kerboua M., Feliachi k., Abdelfettah M., Ouakli k., Selhab F., Boudjakdji A et al. 2003.** Rapport national sur les ressources génétiques animales en Algérie. Ministère de l'agriculture et du développement rural, commission nationale AnGr., 46.
116. **Khalifa H.H. 2003.** Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In Interactions between climate and animal production. Proc Symptom, 15-29.
117. **Khiati B. 2013.** Etude des performances reproductives de la brebis de race Rembi. Thèse de doctorat en science biologique, Université d'Oran. 182.
118. **King J.M. 1983.** Livestock Water needs in pastoral Africa in relation to climate and forage. International Livestock Centre for Africa Research Report No. 7. Addis Ababa, Ethiopia. 95.

119. **Kleemann D.O., Walker S.K. 2005.** Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenol*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.052>.
120. **Kurukulasuriya P et Mendelsohn R. 2008.** How will climate change shift agro-ecological zones and impact African agriculture? World Bank Policy Research Working Paper 4717. World Bank, Washington D.C, USA
121. **Laabassi F. 2006.** Influence de l'âge, de la saison et de la race du cheval de course sur certains paramètres sanguins. Thèse de doctorat. Université de Batna. 120p
122. **Lafri M. 2011.** Les races ovines en Algérie : état de la recherche et perspectives. Recueil des journées vétérinaires de Blida, 4.
123. **Lallemand M. 2002.** Etude ostéométrique de têtes osseuses de moutons (*Ovis aries*, L.). *Revue Médecine Vétérinaire*, 159(12), 603-617.
124. **Laoun A. 2007.** Etude morpho-biométrique d'un échantillonnage de 215 ovins dans la région de Djelfa. Mémoire Magister Science Vétérinaire. INA. Alger, 115.
125. **Lauvergne J.J. 1988.** Populations traditionnelles et premières races standardisées d'ovicaprinæ dans le bassin méditerranéen, colloque gontard/manosque (France), 30 juin – 02 juillet 1986, coll. Inra n° 47, Paris, 298.
126. **Le Houérou H.N. 1995.** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 6(2), 167-182.
127. **Linda A.T et Thomas W.G. 2000.** Food and Water Restriction Protocols: Physiological and Behavioral Considerations. *Special topic overview*, 39(6), 9-17.
128. **Lindsay D.R., Knight T.W., Smith J.F et Oldham C.M. 1975.** Studies in ovine fertility in agricultural regions of Western Australia: ovulation rate, fertility and lambing performance. *Australian J Agricultural Res*, 26. <https://doi.org/10.1071/AR9750189>.
129. **Logbi A. 1974.** Contribution à la connaissance de quelques aptitudes de production chez les ovins de race Ouled Djellal, Direction de l'éducation agricole, Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Alger, 26.
130. **Lu C.D. 1989.** Effects of heat stress on goat production. *Small Ruminant Research*, 2, 151-162.
131. **Macfarlane W.V et Howard B. 1972.** Comparative water and energy economy of wild and domestic mammals. *Symposium of the Zoological Society of London*, 31, 261-269.
132. **Macfarlane W.V., Morris R.J.H., Howard B., McDonald, J et Budtz-Olsen O.E. 1961.** Water and electrolyte changes in tropical Merino sheep exposed to dehydration during summer. *Australian Journal of Agricultural Research*, 12(5), 889-912.

133. **Madavarao K. V., Raghavendra A. S et JanardhanReddy K. 2006.** Printed in the Netherlands. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer. 1- 14 p
134. **MADR. 2019.** Ministère de l’agriculture, du développement rural et de la pêche.
135. **MADR. 2021.** Ministère de l’agriculture, du développement rural et de la pêche.
136. **Magneville D. 1959.** Observation sur le mouton algérien, ses qualités et ses défauts, revue élevages et cultures, 126, 12-17.
137. **Maiika T. 2006.** Origin and maintenance of genetic diversity in northern European sheep. Acta Universitatis, 32.
138. **Marai I. F.M., El-Darawany A.A., Fadiel A et Abdel-Hafez M.A.M. 2007.** Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. Small Ruminant Research 71:1–12.
139. **Marini J. C., Klei J.D., Sands J.M et Van Amburgh M.E. 2004.** Effect of nitrogen intake on nitrogen recycling and urea transporter abundance in lambs. Journal of animal science, 82(4), 1157-1164.
140. **Marmet R. 1971.** La connaissance du bétail. Edition J-B Baillière et fils, Paris, 128.
141. **Masters D.G., Rintoul A.J., Dynes R.A., Pearce K.L et Norman H.C. 2005.** Feed intake and production in sheep fed diets high in sodium and potassium. Australian Journal of Agricultural Research, 56(5), 427-434.
142. **McDowell L.R., Conrad J. H et Hembry F.G. 1993.** Minerals for grazing ruminants in tropical regions 2<sup>o</sup> Ed. University of Florida, Gainesville, USA. Animal Science Department Centre for Tropical Agriculture, 53-55.
143. **McGregor B.A. 2004.** Water quality and provision for goats. Rural Industrie Research and Development Corporation (RIRDC), 04(036), 63.
144. **Mdletshe Z.M., Chimonyo M., Marufu M.C et Nsahlai I.V.2017.** Effects of saline water consumption on physiological responses in Nguni goats. Small Ruminant Research, 153, 209-211.
145. **Mehalaine Z., Chaker-Houd K., Ghamri A.N., Mebirouk-Boudechiche L et Matallah S. 2018.** Effet de la salinité et de la restriction de l’eau d’abreuvement sur les métabolites sanguins des caprins Arbia en Algérie. Revue d’élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 71(4), 167-172.
146. **Meintjes R.A et Engelbrecht H. 2004.** Changes in the renal handling of urea in sheep on a low protein diet exposed to saline drinking water. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 71(3), 165-170.

147. **Mengistu U. 2007.** Performance of the Ethiopian Somali goat during different watering regimes. Thèse de doctorats, Université suédoise des sciences agricoles. 41.
148. **Meschy F. 2010.** Nutrition minérale des ruminants. Nutrition minérale des ruminants, 1-208.
149. **Meyer C. 2019.** Dictionnaire des Sciences Animales .Ed. sc. [On line]. Montpellier, France, Cirad. [03/12/2019]. <URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/> >
150. **Meziane T. 2001.** Contribution à l'étude de l'effet de la salinité de l'eau de boisson et du régime à base de paille chez les brebis de race OuledDjellal dans les hauts plateaux sétifiens. Thèse de doctorat, Université de Constantine, 143.
151. **Miles W.H. et McDowell L.R. 1983.** Mineral deficiencies in the Llanosrangelands of Colombia. World Animal Review, 46,2.
152. **Misra A. K et Singh K. 2002.** Effect of water deprivation on dry matter intake, nutrient utilization and metabolic water production in goats under semi-arid zone of India. Small Ruminant Research, 46(2-3), 159-165.
153. **Mohammed T et Al-Amin A.Q. 2018.** Climate change and water resources in Algeria: vulnerability, impact and adaptation strategy. Economic and Environmental Studies, 18(1), 411-429.
154. **Mollereau H., Porcher C., Nicolas E et Brion A. 1995.** Vade-Mecum du vétérinaire. Vétérinaire et pharmacologie, de thérapeutique et d'hygiène. Edirion Vigot, 1672p.
155. **Muna M.A et Ammar I.E.S. 2001.** Effects of water and feed restriction on body weight change and nitrogen balance in desert goats fed high and low quality forages. Small Ruminant Research, 41(1), 19-27.
156. **Musimba N.K., Pieper R.D., Wallace J.D et Galyean M.L. 1987.** Influence of watering frequency on forage consumption and steer performance in southeastern Kenya. Rangel and Ecology & Management/Journal of Range Management Archives, 40(5), 412-415.
157. **MVM: Merck Veterinary Manual. 2009.** Serum Biochemical Reference Ranges. <http://www.merckvetmanual.com>.
158. **Nabenishi H, Ohta H, Nishimoto T, Morita T, Ashizawa K et Tsuzuki Y. 2011.** Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in southwestern Japan. Journal of Reproduction and Development. 57: 450-456.

159. **Ndoutamia G et Ganda K. 2005.** Détermination des paramètres hématologiques et biochimiques des petits ruminants du Tchad. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 156 (4), 202-206.
160. **Njidda A.A., Hassan I.T et Olatunji E.A. 2013.** Haematological and Biochemical Parameters of Goats of Semi-Arid Environment Fed On Natural Grazing Rangeland of Northern Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*.3: 1-8.
161. **Ognik K., Patkowski K., Gruszecki T et Kostro K. 2015.** Redox status in the blood of ewes in the perinatal period and during lactation. *Journal of Veterinary Research*, 59(4), 557-562.
162. **Olkowski A.A. 2009.** La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail. Guide de terrain relatif aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs, Université de la Saskatchewan, Canada, 185.
163. **Orskov E.R. 1982.** Protein nutrition in ruminants. Academic Press Inc. (London) Ltd.160p.
164. **Padodara R.J et Jacob N. 2013.** Climate change: Effect on growth of animals. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*.2: 85-90.
165. **Parry-Martin L. 1991.** The potentiel soci-economic effects of climate change. Nairobi, UNEP: 1-25.
166. **Peirce A.W. 1957.** Studies on salt tolerance of sheep. I. The tolerance of sheep for sodium chloride in the drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research*, 8(6), 711-722.
167. **Peirce A.W. 1960.** Studies on salt tolerance of sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 11(4), 548-569.
168. **Peirce A.W. 1963.** Studies on salt tolerance of sheep. V. The tolerance of sheep for mixtures of sodium chloride, sodium carbonate, and sodium bicarbonate in the drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14(6), 815-823.
169. **PNUD .2009.** Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie. **Programme des Nations unies pour le développement**, Algérie, 19p.
170. **Purohit G. R., Ghosh P.K et Taneja G.C. 1972.** Water metabolism in desert sheep. Effects of various degrees of water restriction on the distribution of body water in Marwari sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 23(4), 685-691.
171. **Radostits O.M., Gay C.C et Blood D.C. 2000.** Hinchcliff KW *Veterinary medicine*. Harcourt Publishers Ltd., London., 1417–1420

172. **Ramos J.J., Verde M.T., Marca M.C et Fernandez A. 1994.** Clinical chemical values and variations in Rasa Aragonesa ewes and lambs. *Small Ruminant Research*, 13(2), 133-139.
173. **Ratnakaran A.P., Sejian V., Sanjo Jose V., Vaswani S et Bagath M. 2017.** Behavioral responses to livestock adaptation to heat stress challenges. *Asian Journal of Animal Sciences*.11: 1-3.
174. **Ray D. E. 1989.** Interrelationships among water quality, climate and diet on feedlot performance of steer calves. *Journal of Animal Science*, 67(2), 357-363.
175. **Rodier J., Legube B et Merlet N. 2009.** L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> édition. Dunod, France, 1579.
176. **Rodier J., Legube B., Merlet N et Brunet R. 2005.** L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux. résiduaires, Eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition Dunod, Paris
177. **Rondia P. 2006.** Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du Nord. *Filière ovine et caprine*, 18, 11-14.
178. **Rouabhia A., Baali F., Kherici N et Djabri L. 2004.** Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la nappe des sables miocènes de la plaine d'El Ma El Abiod (Algérie). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 15(4), 347-352.
179. **Roy M. 2002.** Impact potentiel des changements climatiques sur l'entomofaune agricole au Québec. Présenté au 65<sup>e</sup> Congrès de l'ordre des agronomes du Québec.6p.
180. **Runa R.A., Brinkmann L., Riek A., Hummel J et Gerken M. 2019.** Reactions to saline drinking water in Boer goats in a free-choice system. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 13(1), 98.
181. **Rust J.M et Rust T. 2013.** Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa. *South African Journal of Animal Science*, 43(3), 255-267.
182. **Saad M. 2002.** analyse des systèmes d'élevage et des caractéristiques phénotypiques des ovins exploités en milieu steppique. *Mémoire ingénieurs agronome CUZA, djelfa*, 78p.
183. **Sagne J. 1950.** l'Algérie pastorale. Ses origines, sa formation, son passé, son présent, son avenir. Imprimerie Fontana, 27.
184. **Schalm O.W., Jain N.C et Carroll E.J. 1975.** Veterinary hematology, 3<sup>ème</sup> édition. Lea & Febiger , Philadelphia.807.
185. **Sejian V., Gaughan J. B., Bhatta R et Naqvi S.M. 2016.** Impact of climate change on livestock productivity. *Feedipedia-Animal Feed Resources Information System-INRA CIRAD AFZ and FAO*. 1-4.

186. **Selmane A et Houhamdi M. 2019.** Etude écologique du Héron garde-boeufs (*Ardea ibis*) dans les hauts plateaux algériens. Université Larbi Ben M'hidi -Oum El Bouaghi.144p.
187. **SEVESC : Service de l'Eau. 2013.** Qualité de l'eau potable en sortie de l'usine de traitement d'eau potable de Versailles et Saint Cloud.
188. **Silanikove N. 2000.** The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, 35, 181 – 193.
189. **Singh N.P., More T et Sahni K.L. 1976.** Effect of water deprivation on feed intake, nutrient digestibility and nitrogen retention in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 86(2), 431-433.
190. **Sophia A. 2008.** Changement climatique et énergie en Méditerranée. Centre d'Activités Régionales.582.
191. **Suttle N.F. 2010.** Mineral nutrition of livestock, 4th Edition. Edition CABI (182), 579. <https://books.google.dz/books?isbn>.
192. **Tabet A.M. 1998.** Stratégie de développement durable et protection de l'environnement. OPU, Alger: 1-35.
193. **Tabet A.M. 2000.** Changement climatique et risques. SOMIGRAF: 1-10.
194. **Taubes G. 1998.** The (political) science of salt. *Science*, 281(5379),898-901.
195. **Thornton P.K., Jones P.G., Owiyo T., Kruska R.L., Herrero M et al. 2008.** Climate change and poverty in Africa: Mapping hotspots of vulnerability. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2(1), 24–44.
196. **Tomas F. M., Jones G.B., Potter B.J et Langsford G.L. 1973.** Influence of saline drinking water on mineral balances in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 24(3), 377-386.
197. **Trouette M. 1929.** les races d'Algérie. Congrès du mouton, paris 9, 10,11 décembre 1929. 299-302.
198. **Turries V. 1976.** Les populations ovines algériennes, chaire de zootechnie et de pastoralisme, INA, Alger, 16.
199. **Vrzgula L. 1991.** Metabolic Disorders and Their Prevention in Farm Animals. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. ISBN 0-444-98734-7.
200. **Wakayo B.U., Brar P.S et Prabhakar S. 2015.** Review on mechanisms of dairy summer infertility and implications for hormonal intervention. *Open veterinary journal*. 5: 6-10.

201. **Walsberg G.E. 2000.** Small mammals in hot deserts: some generalizations revisited. *BioScience*, 50(2), 109-120.
202. **Weeth H.J., Haverland L.H et Cassard D.W. 1960.** Consumption of sodium chloride water by heifers. *Journal of Animal Science*, 19(3), 845-851.
203. **Whittow G.C. 1976.** Effects of heat stress on the central circulation in mammals. *Progress in biometeorology. Division B. Progress in animal biometeorology*, 295–304.
204. **Wilson A.D et Dudzinski M.L. 1973.** Influence of the concentration and volume of saline water on the food intake of sheep, and on their excretion of sodium and water in urine and faeces. *Australian Journal of Agricultural Research*, 24(2), 245-256.
205. **Wilson A.D. 1966.** The tolerance of sheep to sodium chloride in food or drinking water. *Australian Journal of Agricultural Research*, 17(4), 503-514.
206. **Wilson A.D. 1968.** The effect of high salt intake or restricted water intake on diet selection by sheep. *British Journal of Nutrition*, 22(4), 583-588.
207. **Wilson A.D. 1975.** Influence of water salinity on sheep performance while grazing on natural grassland and saltbush pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(77), 760-765.
208. **Yousfi I et Salem H.B. 2017.** Effect of increasing levels of sodium chloride in drinking water on intake, digestion and blood metabolites in Barbarine sheep. In *Annales de l'INRAT*, Vol. 90 ., 202.
209. **Yousfi I., Salem H.B., Aouadi D et Abidi S. 2016.** Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. *Small Ruminant Research*, 143:43–52.
210. **Zhang Y.M., Qin L.B., Mao Y.W., Hopkins D.L., Han G. X., Zhu L.X et al. 2018.** Carbon monoxide packaging shows the same color improvement for dark cutting beef as high oxygen packaging. *Meat Science*, 137, 153–159.
211. **Zilva J.F et Pannall P.R. 1984.** *Clinical Chemistry in Diagnosis and Treatment*. Lloyd-Luke, London, 70–71.

**Webographie :**

**Site internet n° 1 :**

<https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/t%C3%A9bessa>(consulté en 2022)