



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière Sciences Biologiques

Option : Biologie moléculaire et cellulaire

Thème

Variations annuelles de l'activité minéralocorticoïde chez la chèvre native du Sahara algérien : étude histo-morphométrique et biochimique.

Présenté par :

Date de soutenance : 13/09/2022

BOURIDJ Zahia

KERFAH Imene

Devant le jury :

Mme ZATRA Y.

MCB/USDB1

Présidente

Mme AMOKRANE A.

MAA/USDB1

Examinatrice

Mme CHAKHMA A.

MCB/USDB1

Promotrice

Promotion : 2021-2022

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, il nous est agréable de remercier vivement tous ceux et celles qui, grâce à leurs aides précieuses, nous ont permis l'achèvement de ce travail.

Nos vifs Sentiments de reconnaissances et de gratitude iront d'abord à:

*- Notre promotrice Madame **CHAKHMA Asma**, Docteur en biologie et physiologie animale et maître de Conférences B à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université SAAD DAHLED Blida 1, qui a bien voulu nous consacrer tout son temps pour nous transmettre son savoir avec une bonne volonté, son soutien, son aide, ses conseils et sa bienveillance durant l'élaboration de ce mémoire.*

Nous tenons également exprimer notre gratitude aux membres de jury :

*- Madame **ZATRA Yamina**, Docteur en biologie et physiologie animale et maître de Conférences B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Univers à l'Université SAAD DAHLEB Blida 1, pour son aide et ses conseils pour la réalisation de ce travail et de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*- Madame **AMOKRANE Assia**, Docteur en biologie et physiologie animale et maître assistant A à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Univers à l'Université SAAD DAHLEB Blida 1, pour nous avoir fait l'honneur d'accepté d'examiner ce travail.*

Nous tenons également exprimer notre gratitude à tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, chacun par son nom, qu'ils trouvent ici ma haute considération :

*- Monsieur/ **BENMOULOUD Abd Elwafi**.*

*- Monsieur/ **BELARBI Ayad** chef service d'anatomo-pathologie CHU Douira.*

*- Monsieur/ **BEN MAALEM Abderrahmane** responsable des laboratoires SNV université SAAD DAHLEB blida1.*

DÉDICACE

Aux êtres les plus chers du monde

«Papa et Maman»

Ce travail est dédié en témoignage de leur amour

Mes chers parents qui sont toujours dans mon cœur, qui ont consacré leur vie pour mon éducation et ma réussite, qui m'ont encouragé dans les moments les plus difficiles.

♥ *Je suis fière d'être votre fille* ♥

🙏*Que dieu vous donne la santé et longue vie...*🙏

À mes sœurs :

«Khadidja» «Malika» «Nadjia» et «Naima»

À mes frères :

«Mohammed» et «Hamza»

À mes nièces et neveux :

**«Iyad » «Ines » «Arwa » «tasnim » «Hala » «Marwa » «Djina »
«Riham Anais » «Ishak» «Racim » «Yassmin » et «Amina»**

A ma chère Binôme :

«Imene»

Qui a partagée avec moi le parcours universitaire toutes ces années.

*A toutes mes amies et collègues de l'Université Saad Dahleb BLIDA
Sincères Reconnaissances.*

ZAHIA

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire :

A mon très cher père DJAMEL

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A ma chère mère NADIA

Tu es mon plus grand amour, ma plus grande fierté. Merci pour tout ce que vous m'avez donnée et pour l'amour que vous m'avez inculqué merci d'être ma mère! Je t'aime

A mes chers frères OUSSAMA, HAMZA et MAHO

A tous les moments d'enfance passés avec vous, en gage de ma profonde estime pour l'aide que vous m'avez apportée. Vous m'avez soutenu, réconforté et encouragé

A ma future belle-sœur MYLINDA

A mes amies NADHRA, MANEL, AMEL, SARAH, IBTISSEM, MANEL, BASMA et ma chère binôme ZAHIA

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection, vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

IMENE

Résumé

La plupart des mammifères doivent s'adapter à leurs biotopes pour survivre. Les mammifères vivant en zones arides constituent de bons modèles expérimentaux, pour l'étude des mécanismes d'adaptation aux conditions de leur environnement. Chez la chèvre adulte native des zones arides, vivant dans la région de Béni Abbès (30°7N ; 02°10°O), au Sahara Algérien, une étude histo-morphométrique de la zone glomérulée ainsi qu'un dosage de l'aldostérone et des électrolytes (Na^+ et K^+) plasmatiques, ont été réalisés, durant l'année de Janvier à décembre dans l'objectif d'évaluer les changements au cours de l'anoestrus et l'activité sexuelle.

Les surrénale prélevées, ont fait l'objet d'une étude histologique utilisant une coloration de trichrome de Masson et hémalum éosine. Concernons les dosages, pour l'aldostérone est réalisé par méthode radio-immunoessais et pour les électrolytes par photométrie à flamme.

Les résultats montrent clairement que la hauteur de la zone glomérulée ainsi que la surface cellulaire et nucléaire ne présentent pas de variations significatives au cours des deux périodes du cycle sexuel. L'aldostéronémie, pendant l'année, présente peu de variations à l'exception d'un pic non significatif observé en Février (+77,6% ; $P > 0,05$), coïncidant avec la chute saisonnière de la progestéronémie et un pic significatif en Mai (+192,5% ; $P < 0,05$), en plein anoestrus saisonnier. Comparé à l'ACTH, l'aldostérone présente un pic en février qui précède le pic d'ACTH du mois de Mars, alors que le pic du mois de Mai est superposé à celui de l'ACTH.

Les électrolytes Na^+ et K^+ ainsi que le rapport Na^+/K^+ ne présentent pas de variation au cours du cycle sexuel.

Mots clés : chèvre des zones arides, anoestrus, activité sexuelle, aldostérone, sodium, potassium.

Abstract

Most mammals have to adapt to their biotopes to survive. Mammals living in arid zones are good experimental models for studying the mechanisms of adaptation to the conditions of their environment. In adult goats native to arid zones, living in the region of Beni Abbès (30°7N;02°10°W), in the Algerian Sahara, a histo-morphometric study of the glomerular zone as well as a measurement of aldosterone and electrolytes (Na⁺ and K⁺) during the year from January to December in order to evaluate changes during anoestrus and sexual activity.

The adrenal glands sampled, were the subject of a histological study using a trichrome stain of Masson and hémalun eosin. Concerning the assays, for aldosterone is carried out by radio-immunoassays and for electrolytes by flame photometry.

The results clearly show that the height of the glomerular zone as well as the cellular and nuclear surface do not show any significant variations during the two periods of the sexual cycle. Aldosteronemia, during the year, shows few variations except for a non-significant peak observed in February (+77.6%; P>0.05), coinciding with the seasonal drop in progesterone and a significant peak in May (+192.5%; P<0.05), in the middle of a seasonal anoestrus. Compared to ACTH, aldosterone shows a peak in February that precedes the ACTH peak in March, while the peak in May is superimposed on that of ACTH.

The Na⁺ and K⁺ electrolytes as well as the Na⁺/K⁺ ratio do not show any variation during the sexual cycle.

Key words: goat of arid zones, anoestrus, sexual activity, aldosterone, sodium, potassium.

ملخص

يتعين على معظم الثدييات أن تتكيف مع بيئتها الحيوية للبقاء على قيد الحياة. تعتبر الثدييات التي تعيش في المناطق القاحلة نماذج تجريبية جيدة لدراسة آليات التكيف مع ظروف بيئتها، مثل الماعز البالغ موطنه الأصلي في المناطق القاحلة، والذي يعيش في منطقة بني عباس (30° 7 شمالاً، 02° 10 غرباً) في الصحراء الجزائرية. قمنا بدراسة نسيجية للمنطقة الكيببية بالإضافة إلى قياس الالدوسترون والالكتروليتات (صوديوم، بوتاسيوم) خلال العام من يناير إلى ديسمبر من أجل معرفة التغيرات خلال الراحة والنشاط الجنسي.

كانت الغدد الكظرية التي تمت إزالتها موضوع دراسة نسيجية باستخدام طريقة التلوين تري كروم دو ماسون والهيملون ابوزين. فيما يتعلق بالمقاييس، يتم قياس الألدوستيرون بطريقة المقاييس المناعية الراديوية وللإلكتروليتات عن طريق قياس الضوء باللهب. تظهر النتائج بوضوح أن ارتفاع المنطقة الكيببية وكذلك السطح الخلوي والنوي لا يظهر أي اختلافات كبيرة خلال فترتي الدورة الجنسية يظهر الالدوستيرون خلال العام اختلافات قليلة باستثناء ذروة غير مهمة لوحظت في فبراير (+77.6% ; $P > 0.05$) بالتزامن مع الانخفاض الموسمي للبروجسترون وذروة كبيرة في مايو (+192.5% ; $P < 0.05$) في موسم الراحة الجنسية. عند المقارنة مع ACTH يظهر الالدوسترون ذروة في فبراير تسبق ذروة ACTH في مارس بينما تتراكم الذروة في مايو على ذروة ACTH. شوارد الصوديوم والكلسيوم وكذلك النسبة بينهما لا تظهر أي اختلاف خلال الدورة الجنسية.

كلمات مفتاحية: ماعز المناطق القاحلة. فترة الراحة الجنسية. فترة العمل الجنسي. صوديوم. بوتاسيوم. الالدوسترون.

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
Figure 1	Localisation des glandes surrénales chez l'homme : Les deux zones de la glande surrénale : la corticosurrénale et la médullosurrénale.	4
Figure 2	Histologie de la glande surrénale.	6
Figure 3	Voie stéroïdogène corticosurrénalienne pour la production de minéral corticoïdes et glucocorticoïdes.	7
Figure 4	Schéma de régulation par le système rénine angiotensine aldostérone.	9
Figure 5	Voie de signalisation l'hyperkaliémie extracellulaire stimulant la sécrétion d'aldostérone à partir des cellules de la glomérulée surrénalienne.	10
Figure 6	Signalisation de l'hormone adrénocorticotrophique (ACTH) médiant la sécrétion d'aldostérone à partir des cellules de la glomérulée surrénalienne	11
Figure 7	Actions génomiques et non génomiques de l'aldostérone sur le transport épithélial des ions.	14
Figure 8	chèvres élevées à la station expérimentale de Béni Abbès.	18
Figure 9	Histologie comparée de la glande surrénale chez la chèvre locale des zones arides, au cours du cycle sexuel.	28
Figure 10	Structure histologique de la zone glomérulée, chez la chèvre locale des zones arides, au cours du cycle.	29
Figure 11	Variations de l'épaisseur tissulaire du cortex surrénal au cours du cycle sexuel chez la chèvre locale des zones arides.	30
Figure 12	Variations de la surface cellulaire et nucléaire dans la zone glomérulée du cortex surrénal chez la chèvre locale des zones arides.	30
Figure13	Variations annuelles de la concentration plasmatique en aldostérone chez la chèvre locale des zones arides.	31
Figure 14	Niveaux comparés des électrolytes entre la période d'Anœstrus et la période d'activité sexuelle, chez la chèvre locale des zones arides.	33
Figure 15	Variations annuelles en Aldostéronémie et en progésterone plasmatique chez la chèvre locale des zones arides.	36
Figure 16	Variations annuelles en Aldostéronémie et en ACTH plasmatique chez la chèvre locale des zones arides.	37
Figure 17	Niveaux comparés des paramètres hormonaux entre la période d'Anœstrus et la période d'activité sexuelle, chez la chèvre locale des zones arides.	38

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre
Tableau I	Variations de la morphométrie tissulaire et cellulaire du cortex surrénal au cours du cycle sexuel chez la chèvre local des zones arides.
Tableau II	Variations annuelles des valeurs moyennes individuelles de l'aldostéronémie. Chez la chèvre native des zones aride
Tableau III	Variations annuelles de la concentration plasmique en aldostérone et en progestérone chez la chèvre locale des zones arides.
Tableau IV	Variations annuelles en ACTH et en Aldostéronémie chez la chèvre native de la zone aride.
Tableau V	Evolution de la natrémie et la kaliémie (mmol/L) et du rapport Na^+/K^+ chez la chèvre native de zones arides.

LISTE DES ABREVIATIONS

- **11 β -HSD2** : 11 β hydrostéroïde déshydrogénase de type 2
- **3 β HSD** : 3 β -hydroxystéroïde déshydrogénase
- **5HT** : 5 hydroxytyramine
- **AC** : Adenylatecyclase
- **ACTH** : Adreno Cortico Tropic Hormone (hormone adrénocorticotrope)
- **AMPc** : Adénosine monophosphate cyclique
- **ANOVA** : Test statistique d'analyse de la variance, pour ANalysis Of Variance
- **ANF** : Atrial natriuretic factor
- **AP** : Aldostérone plasmatique
- **ARNm** : Acide ribonucléique messenger
- **AT1** : Récepteur de l'angiotensine II de type 1
- **Ca⁺⁺** : Calcium
- **CCD** : Cortical collecting duct
- **CEH** : Cholestérol ester hydrolase
- **CS** : cortex surrénalien
- **CYP11A1** : cytochrome P450 family 11 subfamily A member 1
- **CYP11B2** : cytochrome P450 family 11 subfamily B member 2
- **CYP21** : 21-hydroxylase
- **CYPsc** : cytochromes P Cholesterol Side-Chain Cleavage Enzyme
- **ECA** : Enzyme de conversion d'angiotensine
- **ENaC** : Epithelial sodium channel
- **ER** : Endoplasmic Reticulum
- **ESM**: Erreur standard à la moyenne
- **FGF** : Fibroblast Growth Factor
- **GPR30** : Gprotein-coupled receptor

- **HE**: Hémalum Eosine
- **HMG-CoA réductase** : Hydroxy-méthyl-glutaryl-Coenzyme A réductase
- **HRE** : Hormone Response Element
- **IMM** : Inner Mitochondrial Membrane
- **K⁺** : Potassium
- **M** : Médulla
- **Na⁺/K⁺ -ATPase** : Pompe ionique ATPasique sodium/potassium
- **Na⁺** : Sodium
- **NK-1** : Neurokinin-1
- **PA** : Pression artérielle
- **PAF**: Platelet-activating factor
- **PKA** : Protéine kinase AMPc-dépendante
- **RM** : Récepteur minéralocorticoïde
- **SC** : Surface Cellulaire
- **SGK1**: Serum/Glucocorticoid-regulated Kinase 1
- **SN** : Surface Nucléaire
- **SP** : substance P
- **SRA** : système rénine-angiotensine
- **StAR** : Steroidogenic acute regulatory protein
- **TGF β** : Transforming growth factor beta
- **Vip** : Vasoactif Intestinal Peptide
- **VS** : Vaisseau Sanguin
- **ZF** : Zone Fasciculée
- **ZG** : Zone Glomérulée
- **ZR** : Zone Réticulée

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUES

I- Généralité sur la glande surrénale :	4
I-1- Anatomie	4
I-2- Histologie	3
II-Généralité sur l'aldostérone.....	6
II.1-Aldostérone.....	6
II.2-Biosynthèse	7
II.3 –Mode de transmission.....	8
II.3.1- Endocrine.....	8
II.3.2 Paracrine.....	11
II.3.3- Autocrine.....	11
II.3.4- Nouveaux mécanisme de régulation d'aldostérone.....	12
III- Mode d'action d'aldostérone	12
III.1- Action génomique d'aldostérone.....	13
III.2-Action non génomique d'aldostérone sur les transporteurs d'ions	14
IV- Electrolytes (Na⁺/K⁺).....	15

Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

I- Caractéristiques biologiques générales de la chèvre des zones arides du Sahara algérien.....	17
II- Animaux et Biotope	17
III- Matériel.....	19
III.1-Matériel non biologiques.....	19
III.2-Matériel biologique.....	19
IV- Méthodes	20
IV.1- Technique histologique.....	20
IV.2- Etude morphométrique.....	22
IV.3-Dosage d'aldostérone par méthode RIA.....	23
IV.4- Dosage des électrolytes plasmatique (Na ⁺ /K ⁺).....	24

V- Analyse statistique.....	24
-----------------------------	----

Chapitre III : RESULTATS

I- Structure et morphométrie de la surrénale.....	27
I.1- Description générale de la structure de la surrénale.....	27
I.2-Zone glomérulée.....	28
I.3-Analyse morphométrique	29
II-Profil annuel de l'aldostéronémie.....	31
III-Variations des électrolytes (Na⁺/K⁺) au cours de cycle sexuel	32

Chapitre IV : DISCUSSION

IV.1-Structure et morphométrie de la zone glomérulée au cours de la période d'activité et du repos sexuel.....	35
IV.2 - Comparaison du profil annuel d'aldostéronémie avec la progésterone et l'ACTH	36
IV.3-Comparaison des niveaux moyens des paramètres hormonaux entre la période d'Anœstrus et la période d'activité sexuelle.....	37
IV.4 -Variation de l'aldostéronémie et des électrolytes en fonction du cycle sexuel chez la chèvre	38

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	44
--	-----------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Introduction

Les mammifères, vivants dans les milieux arides sahariens, où les précipitations annuelles insignifiantes jointes à des températures estivales caniculaires font que les sources alimentaires végétales sont rares, développent différentes adaptations structurales, physiologiques et comportementales pour assurer leur survie et leur pérennité.

Parmi les animaux connus par leurs parfaite adaptation aux conditions sahariennes la chèvre qui peuple les milieux extrêmes, représente le ruminant domestique le mieux adapté à ces zones. Cette capacité d'adaptation, chez cette espèce, est multifactorielle. D'une part, une capacité à survivre, qui se manifeste par une faible masse corporelle où la petite taille des races indigènes est une stratégie d'adaptation génétique synchronisée avec les ressources nutritives disponibles à l'instar des chèvres exotiques et croisées (**Silanikove, 2000**).

Les faibles besoins métaboliques des races caprines peuvent être considérés comme des atouts importants pour minimiser leur entretien et leurs besoins en eau dans les zones où les sources d'eau sont éparses (**Kaliber et al., 2016**). La chèvre bédouine noire, du Sinaï et du Hedjaz, peut aussi bien supporter des périodes prolongées de privation d'eau. Les mécanismes d'adaptations, que cette chèvre emploie, est de stocker l'eau dans le rumen qui sert de réservoir lors de la réhydratation et maintien un renouvellement d'eau relativement élevé. Le stockage de l'eau sous-tend la capacité à maintenir un taux de rotation élevé de l'eau, une condition qui détermine grandement la capacité à maintenir une productivité élevée dans le désert. Le rumen, les glandes salivaires et les reins coordonnent les fonctions de régulation de la consommation d'eau et de la distribution de l'eau après une déshydratation aigue et une réhydratation rapide (**Shkolnik et al., 1980**). Ainsi, les régulations endocriniennes et métaboliques semblent être les mécanismes clés de l'adaptation éco-physiologique adoptée par ces mammifères sahariens. Cette adaptation nécessite des régulations touchant à la fois les principaux axes physiologiques impliquant les glandes endocrines régulatrices (**Cavais, 2012**), en particulier la glande surrénale et les gonades assurant la fonction de reproduction. Toutefois, les mécanismes moléculaires et physiologiques impliqués dans ces régulations sont loin d'être tous élucidés.

Le cortex surrénal intervient en majeure partie pour maintenir à la fois l'équilibre hydrominéral et le métabolisme énergétique. Par ailleurs, les concentrations hormonales cortico-surréaliennes présentent des variations saisonnières nettement corrélées avec le cycle de reproduction établi chez ces espèces.

De plus, plusieurs études se sont intéressées aux variations du métabolisme hydrominéral chez plusieurs ruminants domestiques, au cours des différents états physiologiques de la femelle, tels que la

gestation et la lactation mais il n'existe pas d'étude, à notre connaissance, qui s'intéresse aux variations de ce métabolisme au cours du cycle sexuel de la femelle des espèces à reproduction saisonnière.

Pour une contribution à une meilleure connaissance de l'écophysiologie endocrinienne et métabolique mise en jeu par cette chèvre, native du désert, dans l'adaptation à la sécheresse et aux fortes températures, nous avons pris comme objectif de rechercher les variations du métabolisme hydrominéral, par le dosage systématiques, en particulier de l'aldostérone et les électrolytes (natrémie et kaliémie) au cours de l'année incluant la saison de reproduction et la période de repos sexuel.

Après des brefs rappels bibliographiques, nous présenterons le matériel et les techniques utilisées. Les résultats obtenus seront discutés à la lumière de la littérature et enfin une conclusion générale clôturera ce mémoire.

* * *

*

Synthèse
bibliographique

I-Généralité sur la glande surrénale

I.1-Anatomie

Les glandes surrénales sont les plus vitales des glandes endocrines (**Wémeau, 2014**). Sont divisées en deux glandes de petit volume, situées au-dessus des reins (**Figure 1a**) de forme triangulaires, pèsent environ 5 à 10 grammes (**Folligan, 2005**). La glande gauche se situe en arrière de la queue du pancréas, la glande splénique l'artère et l'estomac. La glande droite est située en arrière de la glande inférieure veine cave, avec la surface antérolatérale contre le foie (**Balasubramanian, 2020**) et mesurent 4,5 cm de long, 3 cm de large et 1 cm d'épaisseur.

Elles sont constituées de deux parties superposées : à la périphérie, une zone de couleur jaunâtre appelée "cortex surrénalien" ou "corticosurrénale" et au centre, un noyau de couleur rougeâtre appelé "médullosurrénale" (**Figure 1b**). Chacune de ces deux zones est spécialisée dans la production d'hormones indispensables à la vie (**Turquetil et al., 2019**).

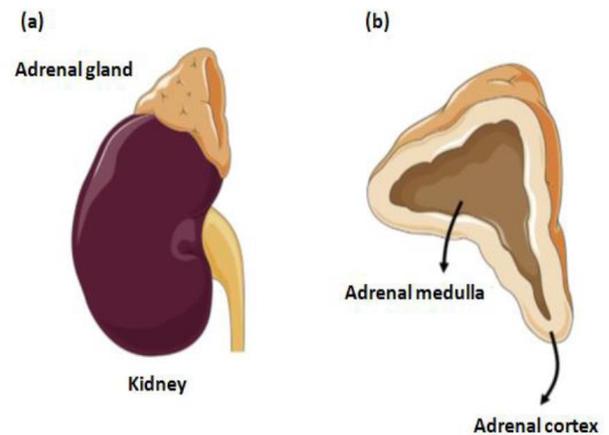


Figure 1 : (a) localisation des glandes surrénales chez l'homme ; (b) Les deux zones de la glande surrénale : la corticosurrénale et la médullosurrénale (**Nicolaidis et al., 2014**).

I.2-Histologie

La glande surrénale délimitée par une fine capsule fibreuse continue avec un tissu conjonctif dense. Le tissu glandulaire était divisé en deux compartiments distincts : une couche externe (cortex surrénalien) et la couche centrale (médullosurrénale) (**Figure 2**), contenant de nombreuses veines dilatées (**Raharison et al., 2017**).

Le cortex surrénalien, étudié depuis plus d'un siècle, constitue la principale partie de la glande surrénale. En effet, Arnold décrit pour la première fois les trois parties distinctes du cortex surrénalien en 1866 qu'il décida de nommer zone glomérulée (zone externe), zone fasciculée (zone intermédiaire) et zone réticulée (zone interne) (**Arnold, 1866**). Chacune de ces zones a un rôle ainsi qu'une morphologie différente.

- **Zone glomérulée** : Représente 15% du total de la glande. Constituée de petites cellules forment des amas plus ou moins arrondis, tels des glomérules, séparés de fins septa de tissu conjonctif, renfermant des capillaires. Ces cellules sécrètent les minéralocorticoïdes principalement l'aldostérone qui jouent un rôle important dans la régulation du métabolisme hydrominéral (rétention de Na^+ , élimination de K^+).
- **Zone fasciculée** : La zone la plus épaisse (70% du cortex), est formée par de grandes cellules à noyau rond et des nucléoles bien visibles, organisées en long cordons parallèles (**Turquetil et al., 2019**) . Elle est responsable de la synthèse des glucocorticoïdes qui régulent le métabolisme énergétique, réponse aux situations de stress, atténuation des phénomènes inflammatoires. (**In Seddikin et al., 2019**).
- **Zone réticulée** : Représente 7% du volume de la glande les cellules forment un réseau de cordons anastomosés, séparés par des capillaires sanguins. Elle produit des glucocorticoïdes et, chez certaines espèces, de petites quantités de stéroïdes sexuels, à savoir des androgènes, des œstrogènes et des progestatifs.

La médullosurrénale : C'est la partie centrale de la surrénale, formée de cordons de cellules polyédriques groupées en amas et des capillaires fenêtrés entre elles. Les cellules produisent des catécholamines (neurotransmetteurs) : la noradrénaline (5%) et l'adrénaline (95%) qui élèvent la pression artérielle et le volume systolique du cœur (la noradrénaline et l'adrénaline peuvent également être synthétisées dans le neurone post-ganglionnaire du système sympathique) (**Rosol et al., 2001**).

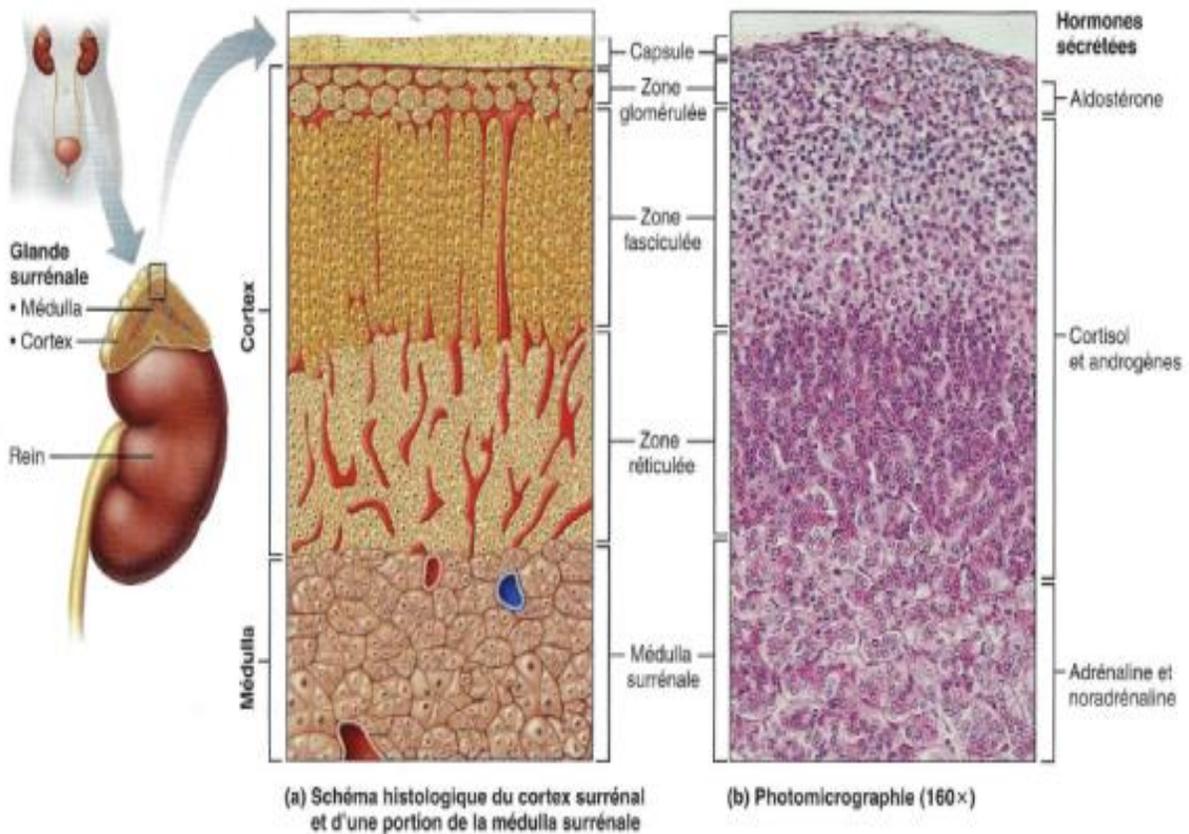


Figure 2 : Histologie de la glande surrénale (Marieb et al., 2010).

- A) Positionnement corporel de la glande surrénale. B) Diagramme représentant la corticosurrénale ainsi que la médullosurrénale. C) Photomicrographie de la corticosurrénale et de la médullosurrénale ainsi que les hormones produites et sécrétées par les différentes parties de la glande surrénale (160X).

II-Généralités sur l'aldostérone

II.1-Aldostérone

Une substance hormonale comportant une fonction aldéhyde et ils lui ont donné le nom d'aldostérone (In Amar et al., 2007).L'aldostérone synthétisé par la zone glomérulée est le principale hormone stéroïde de nature minéralocorticoïde (In Tkorenko et al., 2019) qui impliqué dans le maintien de l'équilibre hydrique et électrolytique chez tous les mammifères. Il joue un rôle important dans l'augmentation de la réabsorption du sodium et de la stimulation de l'excrétion du potassium par les reins, régulant ainsi indirectement le volume du liquide extracellulaire (Rosol et al., 2001). Ses régulateurs physiologiques normaux comprennent l'Ang II, le K⁺ et l'ACTH qui peuvent augmenter la sécrétion

d'aldostérone à la fois de manière aiguë, en augmentant l'expression et la phosphorylation de StAR, ainsi que de manière chronique, en agissant sur la voie stéroïdogénique principalement en augmentant l'expression génique du CYP11B2 dans la région corticale de la surrénale, la zone glomérulée. Elle est sécrétée à un taux faible : de 0,1 à 0,2 mg en 24 heures en présence d'un apport sodé normal (**Hattangady et al., 2012**). La demi-vie de l'aldostérone est courte, de l'ordre de 30 minutes, car sa diffusion et son métabolisme sont très rapides.

II.2-Biosynthèse

Chez les mammifères, la biosynthèse de l'aldostérone se produit presque uniquement dans la zone glomérulée surrénalienne (**Hattangady et al., 2012**) à partir du cholestérol produit localement ou d'origine hépatique, par la voie enzymatique dite de stéroïdogénèse, initiée au sein de la membrane interne de la mitochondrie où il est converti en prégnénolone (**Manna, 2003**).

Le cholestérol est transloqué vers la membrane mitochondriale interne sous le contrôle de la protéine régulatrice aiguë stéroïdogène (StAR). CYP11A1, situé dans la membrane mitochondriale interne (IMM) initie la stéroïdogénèse en clivant la chaîne latérale du cholestérol pour produire la prégnénolone. La prégnénolone est ensuite métabolisée, par la 3β-hydroxystéroïde déshydrogénase (3βHSD) dans le réticulum endoplasmique (ER), en progestérone, qui est, à son tour, convertie en 11-déoxycorticostérone par la 21-hydroxylase (CYP21). L'aldostérone synthase, ou CYP11B2, complète alors la synthèse d'AP dans les mitochondries en catalysant une réaction de 11β-hydroxylation, suivie de l'hydroxylation du carbone 18 et de l'oxydation ultérieure du groupe 18-hydroxy du carbone en un aldéhyde, pour donner de l'aldostérone (**Bollag, 2014**).

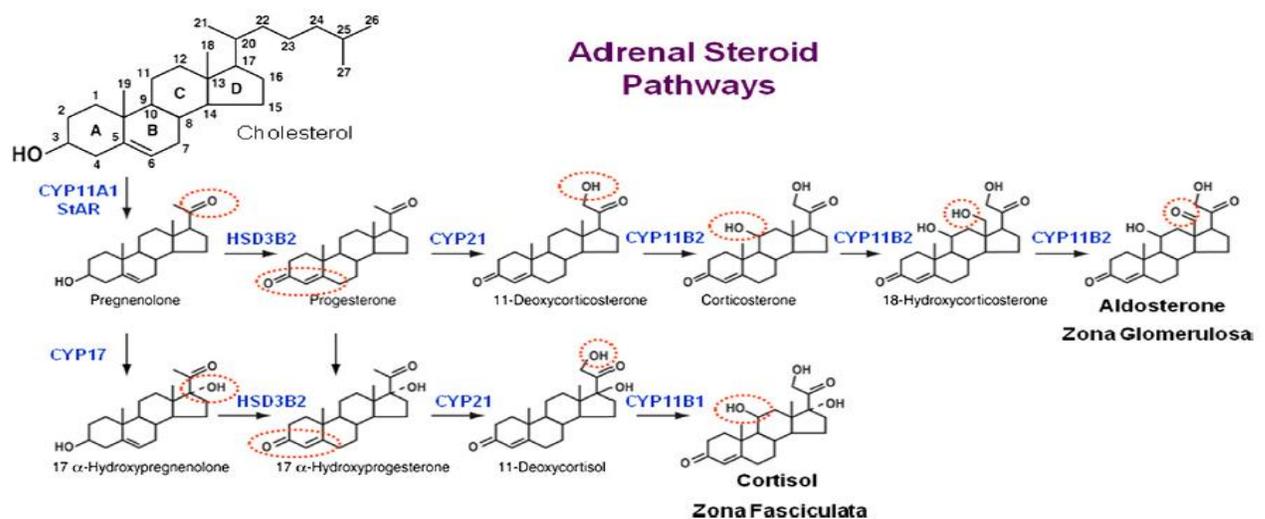


Figure 3 : Voie stéroïdogène corticosurrénalienne pour la production de minéral corticoïdes et glucocorticoïdes (**Hattangady et al., 2012**).

II.3- Mode de transmission

II.3.1- Endocrine

A- Système rénine- angiotensine- aldostérone

Le plus important stimulus de la synthèse et de la sécrétion de l'aldostérone est l'angiotensine II. Celle-ci est le produit de l'activation de la rénine. La rénine est une enzyme protéolytique synthétisée sous forme de préprorénine par les cellules de l'appareil juxta-glomérulaire (**Amar et al., 2007**).

La préprorénine libère son peptide signal et forme ainsi la prorénine, elle-même ensuite clivée en rénine active mature. Celle-ci active une protéine plasmatique l'angiotensinogène ou hypertensinogène synthétisée dans le foie par les hépatocytes et en libère l'angiotensine I. Une enzyme appelée l'enzyme de conversion (ECA), située dans le plasma (pulmonaire essentiellement), coupe l'angiotensine I en un octapeptide, l'angiotensine II. Elle agit ensuite sur les récepteurs AT1 pour faire une vasoconstriction et une sécrétion d'aldostérone (**Figure 4**).

Les angiotensines ont une demi-vie très courte, car elles sont détruites par des enzymes largement distribuées dans les tissus : les angiotensinases.

La sécrétion de la rénine qui déclenche cette cascade d'activation est provoquée par des pertes ou de simples déplacements du liquide extra-cellulaire provoquant une déplétion du contenu sanguin (hypo volémie) dans les artères rénales (**Bertrand, 2016**).



Figure 4: Schéma de régulation par le système rénine angiotensine aldostérone (Bertrand, 2016).

B- Le potassium K⁺

Les cellules de la zone glomérulée possèdent une sensibilité remarquable pour la kaliémie. Une augmentation aiguë du potassium sérique de 0,1 mEq/l peut produire jusqu'à 25 % d'augmentation dans le taux sérique d'aldostérone. Bien que cette forte sensibilité ne soit pas encore bien comprise, il est connu qu'une hausse du taux sérique de potassium mène à la dépolarisation de la membrane cytoplasmique des cellules de la zone glomérulée, ce qui entraîne l'activation de canaux calciques voltage-dépendant de type T. L'influx de calcium intracellulaire induit ensuite la production de stéroïdes. Cette stimulation de la production d'aldostérone par le potassium est en fait un état d'équilibre, l'aldostérone stimulant la réabsorption rénale de sodium, menant éventuellement à la diminution des taux sanguins de potassium. (Gordon et al., 2005).

Suite à une stimulation par le potassium ou l'angiotensine II, la concentration intracellulaire en calcium se trouve fortement augmentée, ce qui entraîne toute une cascade de signalisation. Le calcium se lie à la calmoduline. Il permet ainsi l'activation des protéines kinases calcium/calmoduline dépendantes (CaM Kinases) qui vont phosphoryler et ainsi activer des facteurs de transcription spécifiques ainsi que la CREB (Spat, 2004). Les principaux facteurs de transcription activés par cette voie sont NURR1 et NGF1B, CREB qui se lient à la région promotrice et positivement réguler la transcription de CYP11B2 (Zennaro et al., 2012) et activent ainsi la transcription de l'aldostérone synthase et la production d'aldostérone (Bandulik et al., 2010).

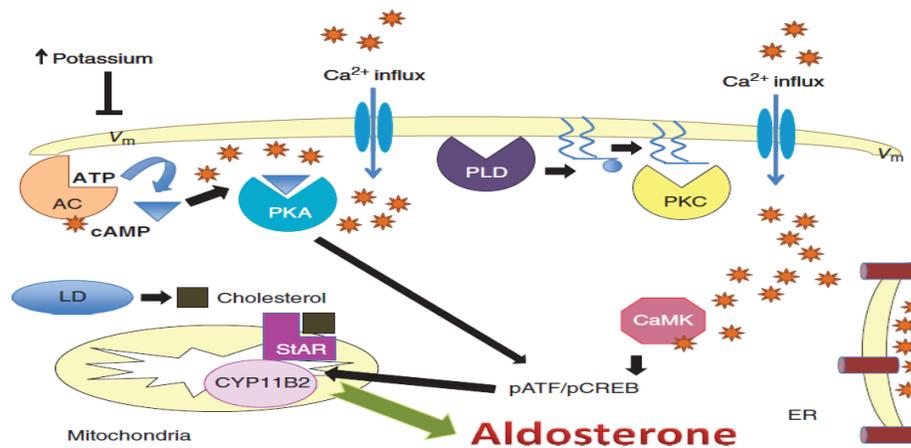


Figure 5: Voie de signalisation l'hyperkaliémie extracellulaire stimulant la sécrétion d'aldostérone à partir des cellules de la glomérulée surrénalienne (Bollag, 2014).

C- ACTH

Chez les vertébrés, la stimulation de l'axe hypothalamo-hypophysaire-surrénalien fait intervenir l'hormone adrénocorticotrope (ACTH) (Rivier et al., 1989; Hanukoglu, 1992; Aguilera et al., 1993; Porcu, 2008; Smith, 2008). Au niveau des cellules glomérulées cortico-surréaliennes, l'ACTH se fixe aux récepteurs à mélanocrine de classe 2 liés à la protéine G et déclenche l'activité adénylate cyclase (AC) augmentant ainsi le taux de l'AMPc. Ce second messager active la protéine kinase AMPc-dépendante (PKA) (Kappas et al., 1994; Liakos et al., 1998; Alsop et Vijayan, 2008 ; Hattangady et al., 2012) qui assure l'activation des enzymes de la stéroïdogénèse comme la cholestérol ester hydrolase (CEH) et la 3- hydroxy-3-méthyl-glutaryl-Coenzyme A réductase (HMG-CoA réductase) (Hall, 1987; Alsop et Vijayan, 2008) et induit l'expression de la StAR et le cytochrome du clivage de la chaîne latérale du cholestérol (CYPsc) (Alsop et Vijayan, 2008; Li et al., 2008).

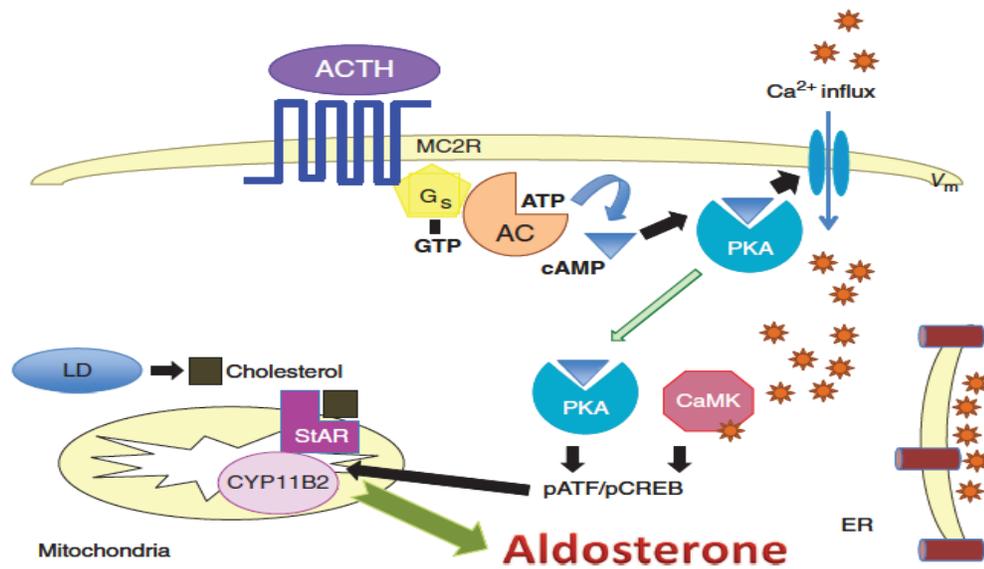


Figure 6:Signalisation de l'hormone adrénocorticotrophique (ACTH) médiant la sécrétion d'aldostérone à partir des cellules de la glomérulée surrénalienne (Bollag, 2014).

II.3.2- Paracrine

A. La sérotonine

La sérotonine, encore appelée 5 hydroxytryramine (5HT) est un neuromédiateur impliqué dans le système nerveux central. Elle peut aussi se comporter comme une hormone et avoir une action paracrine (Lefebvre et al., 1993). La sérotonine libérée par les mastocytes, se lie au récepteur 5-HT4 dans la ZG, et la conséquence l'augmentation de la sécrétion d'aldostérone est apparemment une conséquence de l'augmentation de l'AMPC production et apport de calcium (Davies et al., 1991 ; Rocco et al., 1990).

II.3.3- Autocrine

La zone glomérulée contient tous les composants du système rénine-angiotensine. Des études d'hybridation in situ ont clairement démontré la présence d'ARNm de la rénine dans cette zone (Wang et al., 1992). Des cellules glomérulées en culture sont capables, à la suite de stimulations appropriées (ACTH et K⁺), de relâcher de la rénine dans le milieu de culture .Suivie par une production locale d'angiotensine qui serait suffisante pour contrôler la sécrétion d'aldostérone (Oda et al., 1991).

Elle fait intervenir notamment des facteurs de croissance : FGF qui sont produit par les cellules corticosurréaliennes et stimulent la prolifération des cellulaires de façon autocrine (Schweigerer et al.,

1987) et le TGF β , qui apparaît comme un puissant inhibiteur de la stéroïdogénèse (Hotta et al., 1986), agit de façon autocrine ou paracrine pour moduler l'action des stimuli locaux ou périphériques (Braid et al., 1992).

II.3.4-Nouveaux mécanismes de régulation de l'aldostérone

La sécrétion d'aldostérone est principalement contrôlée par le système rénine-angiotensine (SRA) circulant. Néanmoins, le blocage pharmacologique du SRA n'entraîne qu'une baisse partielle et transitoire de l'aldostéronémie. Cette observation suggère que d'autres mécanismes physiologiques sont impliqués dans la régulation de la production d'aldostérone. Si le rôle stimulant du potassium est bien établi depuis plusieurs années, d'autres signaux bioactifs ont vu leur implication démontrée plus récemment. Ainsi, il apparaît que les produits de sécrétion adipocytaire comme la leptine, sont capables d'activer la sécrétion d'aldostérone. D'autres facteurs régulateurs sont rélargis au sein même de la glande surrénale et modulent, de ce fait, la production de minéralocorticoïde de façon paracrine. Parmi ces derniers, la substance P (SP), une Tachykinine libérée par des terminaisons nerveuses au contact des Cellules surrénaliennes productrices d'aldostérone, stimule *in vitro* la sécrétion aldostérone par le biais de son récepteur Neurokinin1(NK1). L'effet de la SP sur la synthèse des minéralo-corticoïdes est relayé par la voie de signalisation intra-cellulaire ERK.

In vivo, l'inhibition de l'action de la SP par un antagoniste NK1, l'aprépitant, provoque une réduction de la production globale d'aldostérone d'environ 30 % chez l'homme. L'aprépitant entraîne une diminution de l'aldostéronémie en position couchée mais n'affecte pas le taux circulant d'aldostérone en position debout. La commande nerveuse de la sécrétion d'aldostérone via la SP apparaît donc complémentaire de l'action du SRA. Ce nouveau mécanisme régulateur pourrait être impliqué dans l'hyperaldostéronémie satellite du syndrome métabolique ou du syndrome des apnées du sommeil, et dans l'hypertension artérielle essentielle à rénine basse (Cornu et al., 2020).

III- Mode d'action de l'aldostérone

L'aldostérone exerce ses effets sur nombreux tissus. Ses cibles classiques sont les tissus épithéliaux comme le rein, le colon, les glandes salivaires et les glandes sudoripares. Le canal collecteur cortical (CCD) est le principal site d'action dans le rein pour la régulation par l'aldostérone pour assurer l'homéostasie du sodium dans l'ensemble du corps par des actions sur le canal sodique épithélial (ENaC) et la Na/K-ATPase (pompe Na/K). L'aldostérone stimule le trafic ENaC dans les membranes cellulaires apicales du CCD et améliore la stabilité du canal et la probabilité d'ouverture, ainsi que l'activation de la

pompe Na^+/K^+ ATPase de la membrane basolatérale pour produire une augmentation globale de la réabsorption trans-épithéliale du sodium. L'aldostérone/MR régule l'activité de l'ENaC dans le CCD par des voies de signalisation non génomiques rapides (secondes minutes) et génomiques latentes (heures-jours) (**Thomas, 2019**).

L'aldostérone produit le schéma d'action stéroïdien typique sur les cellules cibles après la liaison aux MR cytoplasmiques, y compris la synthèse accrue d'ARN nucléaires codant pour les sous-unités de transport et la transcription des facteurs qui influencent ensuite l'expression de protéines régulatrices telles que l'enzyme kinase SGK1 (serine/threonine-protein kinase 1) dans les cellules épithéliales. La plupart des actions de l'aldostérone sur l'épithélium rénal peuvent être bloquées par des antagonistes MR tels que la spironolactone. Cependant, certaines actions de l'aldostérone ne peuvent pas être bloquées à l'aide d'antagonistes MR traditionnels, ce qui a conduit certains à suggérer qu'il existe également une MR membranaire qui peut médier les actions rapides de l'aldostérone sur les cellules épithéliales rénales. Récemment, des preuves ont émergé pour montrer que le MR canonique peut s'associer à des protéines membranaires telles que la cavéoline 1 et la striatine et que cette association peut médier les effets non génomiques rapides de l'aldostérone (**Norris et Carr, 2021**).

III-1 Action génomique de l'aldostérone

Traditionnellement, les effets de l'aldostérone dépendent du récepteur minéralocorticoïde (RM). Il appartient à la superfamille des récepteurs nucléaires.

En présence d'aldostérone : il diffuse à travers la membrane basolatérale de la cellule CCD et se lie au MR dans le cytosol induisant la dimérisation du récepteur et la translocation vers le noyau. Le complexe hormone-récepteur peut se lier aux éléments de réponse GRE et recruter par la suite d'autres facteurs de transcription.

Dans ces tissus, l'aldostérone stimule en particulier la réabsorption de sodium et l'excrétion de potassium en impliquant deux transporteurs membranaires (ENaC),

localisé à la membrane apicale des cellules épithéliales (augmenté le temps d'ouverture du canal augmentant ensuite le transport de Na^+ dans les cellules rénales) (**Kemendy et al., 1992**), et la pompe Na^+/K^+ ATPase, localisée à la membrane basolatérale (augmenté l'activité de la Na^+/K^+ ATPase) (**Beron et al., 1995**).

Les principaux gènes cibles de l'aldostérone codent pour des protéines impliquées dans le transport transépithélial du sodium, y compris ENaC et la Na^+/K^+ ATPase (**Stockand, 2002**) et pour des protéines

capables de réguler l'activité de ces canaux. En effet le canal ENaC constitue une étape limitante de la réabsorption sodée. Son expression est donc finement régulée.

Outre ses effets directs sur l'expression des transporteurs, l'aldostérone favorise aussi l'activation de cascades de signalisation qui modulent l'activité de ces porteurs (Rogerson et al., 2004).

III- 2 Action non génomique de l'aldostérone sur les transporteurs d'ions

Les réponses rénales non génomiques à l'aldostérone sont décrites depuis longtemps dans divers modèles expérimentaux animaux et cellulaires. L'un des principaux objectifs de la recherche non génomique sur l'aldostérone a été les actions rapides de l'aldostérone ont lieu dans les minutes, voire dans les secondes, qui suivent le traitement à l'hormone, sur la réabsorption du sodium dans le néphron distal, en particulier la régulation rapide de Na⁺ absorption par ENaC et réabsorption basolatérale de Na⁺ via la pompe Na⁺/K⁺ ATPase (Tkorenko et al., 2008 ; Ruhs et al., 2017 ; Harvey et Thomas, 2018). Ces effets ne sont pas affectés par des antagonistes du MR (Thomas et al., 2011).

L'aldostérone pénètre dans le cytoplasme pour se lier au MR. Une voie de signalisation non génomique rapide est initiée en quelques secondes qui transactives le récepteur EGFR pour produire l'activation de la phosphorylation des protéines kinases telles que MAPK et PKD. L'aldostérone peut également interagir avec d'autres récepteurs tels que GPER ou directement avec des kinases spécifiques (PKC et PKA) pour moduler Ca⁺⁺ intracellulaire ou pH. Les effets non génomiques de l'aldostérone se traduisent par une activation rapide de divers transporteurs d'ions (ENaC, pompe Na⁺/A^TPase, échangeur Na⁺/H⁺, K⁺ canaux, et H⁺ pompes ATPase) (Thomas et al., 2011).

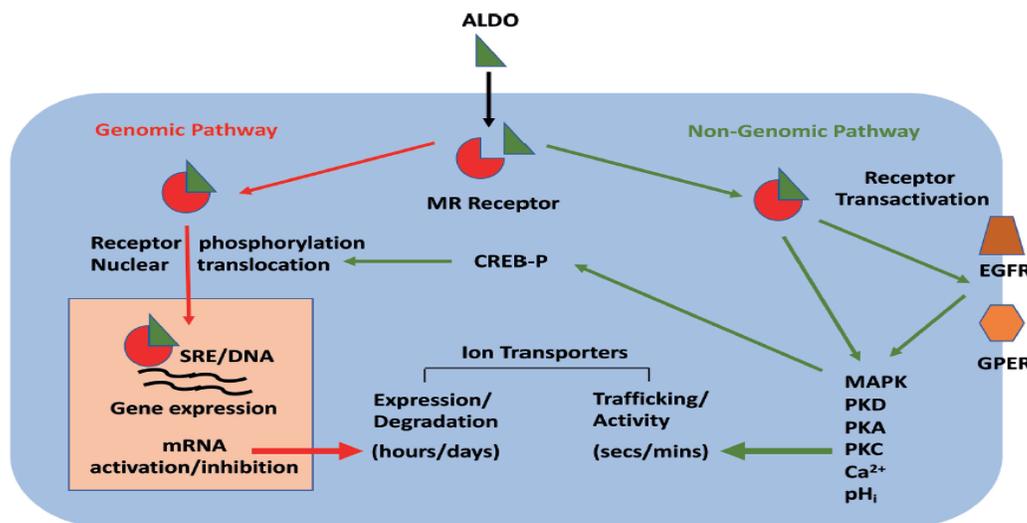


Figure 7 : Actions génomiques et non génomiques de l'aldostérone sur le transport épithélial des ions (Thomas et al., 2011).

IV. Electrolytes (Na⁺ et K⁺)

Les ions sériques inclus dans un profil chimique sont des cations sodium (Na⁺) et potassium (K⁺) et des anions comme le chlorure (Cl⁻).

Le Na⁺ est le principal cation extracellulaire présent presque entièrement dans les fluides corporels. Il est responsable de remplir une fonction essentielle dans le contrôle des pressions osmotiques et de l'équilibre acido-basique, maintien du potentiel électrique de la membrane cellulaire et transmission de l'influx nerveux. La concentration sérique de Na⁺ reflète la teneur totale en sodium de l'organisme parce que ce cation est essentiellement confiné au compartiment extracellulaire.

Il est important de tenir compte du fait que l'évaluation de la concentration sérique de Na⁺ devrait être effectuée en tenant compte de l'état d'hydratation de l'animal.

Le K⁺ est le principal cation intracellulaire, présent dans l'ECF (fluide extracellulaire). Son métabolisme est principalement régulé par son absorption passive dans le tractus gastro-intestinal et leur excrétion principalement dans l'urine et ensuite dans les fèces et la peau. La concentration plasmatique de potassium est principalement régulée par le rein avec une forte absorption dans le tube proximal et excrété dans l'urine dans le tube distal du glomérule.

De plus il est strictement réglementé, car de petits changements peuvent avoir des effets marqués sur la fonction de l'organe. L'hyperkaliémie ou l'hypokaliémie provoquent une faiblesse musculaire affectant le squelette, le cœur et le muscle lisse (**Russell et Roussel, 2007 ; Faye et Bengoumi, 2018**).

Matériel

Et

Méthodes

Le présent travail est réalisé au niveau du laboratoire de recherche sur les zones arides (LRZA), de l'université Yousef Ben Kheda Alger centre, laboratoire de la station université Saad Dahleb Blida et laboratoire du service d'anatomopathologie au CHU Douira. Nous nous sommes intéressés à étudier la fonction méninlocorticoïde au niveau de la zone glomérulée des chèvres natives des zones arides élevées dans la région Beni Abbès en fonction de leur cycle sexuel.

I. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES GÉNÉRALES DE LA CHEVRE DES ZONES ARIDES DU SAHARA ALGERIEN

La chèvre, premier ruminant domestiqué, constitue en raison de sa rusticité, le troupeau dominant des bédouins et des nomades. **Le Berre en 1990**, en rapporte les caractéristiques générales dans un ouvrage traitant de la Faune du Sahara.

De petite taille, son poids varie de 15 à 30 kg chez la femelle et 20 à 50 Kg chez le mâle. La tête porte des cornes recourbées en arrière et enroulées en spirales lâches; la queue est courte et souvent dressée, les oreilles généralement tombantes, et le corps est revêtu de long poils dont la couleur est souvent noire, parfois tachée de blanc ou de marron. Le dimorphisme sexuel réside dans les cornes plus développées chez le mâle que la femelle. Espèce herbivore, elle consomme toutes les parties accessibles et disponibles des végétaux aussi bien frais que secs.

Les capacités d'assimilation des végétaux peu nutritifs (riches en fibres et pauvres en glucides et protéines), en l'absence d'eau, en font un des mammifères les mieux adaptés aux conditions désertiques. La chèvre peut rester deux à trois jours sans boire, ce qui lui permet d'exploiter des pâturages inaccessibles aux bovins et aux ovins. La taille adulte est atteinte vers l'âge de huit mois et la maturité sexuelle à deux ans. En bergerie expérimentale, dans la région de Béni-Abbès, la puberté serait plus précoce chez le mâle que chez la femelle (**Mouffok, 1998**). L'activité sexuelle chez cette femelle est caractérisée par une période anoestrus d'environ 146 jours, caractérisée par une faible concentration constante en progestérone plasmatique (0,37 à 0,58 ng/mL), observée la mi-mars à la mi-juillet. Ensuite, la période de reproduction est caractérisée par de fortes concentrations de progestérone plasmatique (2,72 à 5,4 ng/mL).

Cette période semble débiter d'août à février-mars.

II. ANIMAUX ET BIOTOPE

Cette étude a porté sur la chèvre domestique locale de la région de Béni Abbès (30°07' latitude Nord, 02° 10' longitude Ouest, 497 m d'altitude) située dans la Wilaya de Béchar.

II.1- Position systématique de la chèvre

Super ordre : Ongulés

Ordre : Artiodactyla (Ruminants et Porcins)

Super famille : Tauroïdea

Famille : Bovidae

Sous famille : Caprinae

Genre : Capra (Linnaeus, 1758)

Espèce : Capra hircus

Synonyme et nom usuel de l'espèce saharienne (**in Le Berre, 1990**) : *Capraaegagrus Erxleben, 1777* ;

Chèvre native



Figure 8 : chèvres élevées à la station expérimentale de Béni Abbès (**Chakhma, 2015**)

II.2- Lot expérimental

Initialement, les chèvres ont été acquises auprès des éleveurs nomades de la région puis élevées à la station de recherches de Béni Abbès en vue de différentes expérimentations entreprises au sein du LRZA.

L'expérience a été menée sur six chèvres femelles adultes présentant des caractéristiques phénotypiques similaires et âgées de 2 ans au début de l'expérimentation (poids corporel moyen de 24,6

± 0,5 kg). Les chèvres ont été identifiées à l'aide de boucles de marquage et maintenues ensemble, séparées des mâles, en stabulation libre dans la bergerie de la station de recherche de Béni-Abbès. Toutes les chèvres utilisées dans cette étude sont cliniquement saines, cycliques, non gestantes et non allaitantes. Un suivi régulier de l'état sanitaire des chèvres est effectué par le vétérinaire de la région. Elles sont alimentées avec des rations journalières composées de fourrage et d'un mélange d'avoine et d'orge (environ 1 kg par chèvre) distribué dans les mangeoires une fois par jour (à 16h30) ; l'eau de boisson est fournie *ad libitum* et des pierres à lécher (Eurobloc Calseagrit Biotech, Calseaoligo), source de minéraux, sont disposés dans les enclos de la bergerie.

III.MATERIEL

III.1-Matériel non biologique

L'ensemble du matériel non biologique utilisé dans ce travail est présenté en **annexe 1**

III.2-Matériel biologique

III.2.1- Prélèvements sanguins

Les prélèvements sanguins (environ 5 à 7 ml) ont été effectués, sur chaque chèvre isolée dans des boxes individuels, par ponction de la veine jugulaire externe une fois par semaine le mercredi à 09h00. La ponction est réalisée, à l'aide de tubes vacutainers de 10 ml (Venoject Terumo; Belgique) avec héparinate de lithium. Le plasma a été immédiatement, séparé par centrifugation à 3000 g pendant 10 min à 4°C, prélevé, réparti en fractions aliquotes congelées à -20 °C. Les fractions congelées sont remontées à Alger dans des glaciaires contenant de la neige carbonique puis stockées au congélateur à -20°C jusqu'au moment des dosages.

III.2.2- Prélèvement des glandes surrénales

Six paires des glandes surrénales ont été prélevées sur six chèvres adultes cliniquement en bonne santé, non gestantes et non allaitantes, dans les abattoirs de Béni Abbés et des régions avoisinantes, dont 3 femelles pendant la période d'inactivité sexuelle (en Mai) et 3 femelles pendant la saison de reproduction (en Novembre). L'âge moyen des femelles était de 4 ans. Immédiatement après l'inspection hygiénique vétérinaire, les deux glandes surrénales de chaque individu ont été recueillies en vue d'études histologiques. Elles ont été rapidement prélevées, libérées du tissu adipeux adhérent, pesées, coupées transversalement en 2 et fixées dans du formol à 0,1%.

IV.METHODES

Les échantillons plasmatiques ont été soumis au dosage de l'aldostérone et au dosage des électrolytes Na⁺ et K⁺ alors que les glandes surrénales ont servi à l'étude histologique pour les mesures morphométrique.

IV. 1-TECHNIQUE HISTOLOGIQUE

La confection des coupes histologiques, permet l'observation des tissus au microscope photonique après une coloration spécifique. Elles comportent plusieurs étapes, rapportées essentiellement dans (Martoja et Martoja, 1967 ; Gabe, 1968).

IV.1.1- Fixation

C'est une étape primordiale qui permet d'immobiliser et de conserver les structures cellulaires et tissulaires dans un état aussi proche que possible du vivant.

L'agent fixateur solidifie le gel protéique qui circule entre les mailles du réseau membranaire limitant le hyaloplasme et les organites. Elle est une étape importante dans la réalisation des techniques de préparation des échantillons histologiques.

Les organes ou le fragment tissulaire sont plongés dans un volume de forme aldéhyde environ 60 fois supérieur à celui de l'organe, pendant 24 heures. Après fixation, les organes sont transférés dans un liquide conservateur (Alcool 70°) jusqu'à l'étape suivante.

Chaque pièce est accompagnée d'une étiquette portant toutes les indications utiles.

IV.1.2- Inclusion dans la paraffine

L'inclusion a pour but de permettre la réalisation de coupes fines et régulières. Elle consiste à enfermer le fragment tissulaire dans une cassette en plastique à la suite de plusieurs étapes qui comprennent :

- **Déshydratation** : La déshydratation a pour but d'éliminer l'eau des tissus afin d'être remplacée par la paraffine car cette dernière est hydrophobe. Les cassettes contenant le fragment tissulaire à étudier sont mises dans cinq bains successifs d'éthanol de degrés croissants, jusqu'à l'absolu : 70⁰ (1 bain),

96⁰ (2 bains), 100⁰ (2 bains) pendant 30 minutes chacun. La paraffine étant insoluble dans l'eau mais soluble dans les hydrocarbures benzéniques (benzène, toluène, xylène ou butanol) (**fiche technique1;annexe 1**)

- **Eclaircissement** : Il permet l'élimination complète des traces d'alcool et l'imprégnation par deux bains de butanol, solvant de la paraffine. La durée du premier bain est de 24 heures, le second bain est d'une durée illimitée.

- **Imprégnation à la paraffine** : Cette étape consiste à éliminer le butanol et le remplacer par la paraffine. Les fragments tissulaires sont placés successivement dans trois bains dans l'étuve à 58°C :

- le premier bain est composé de butanol-paraffine (v/v) pendant 1 heure,

- les deux autres bains composés de paraffine pure (La durée du premier bain est de 4heures, le second bain reste une nuit).

- **Mise en blocs de paraffine** : Dans cette étape, on utilise des moules en métal (tissus-TEK111) et des cassettes en plastique sur lesquelles sont inscrites les indications de la pièce traitée. La paraffine fondue est versée dans les moules légèrement préchauffés (à 45°C). La pièce à inclure est orientée selon le plan de coupe transversal initié lors du prélèvement des surrénales et déposée dans la paraffine. On pose ensuite la cassette correspondante sur le moule. Le bloc est refroidi rapidement sur une plaque réfrigérée. Environ 15 min plus tard, le bloc a complètement durci. Détaché du moule, il est prêt à être débité au microtome.

IV.1.3- Confection des coupes

Le bloc de paraffine est placé sur le microtome (SLEE Medical GmbH/ Type Cut5062, Germany) préalablement réglé à 20µm, afin d'éliminer le surplus de paraffine par rabotage. Lorsque la pièce apparaît dans le plan de coupe, on ajuste l'épaisseur à 5µm pour obtenir des coupes fines sous forme de rubans.

IV.1.4- Etalement des coupes

Sur une lame à bords rodés les indications de l'organe sont portées à l'aide d'un crayon. A l'aide d'aiguilles, les rubans obtenus sont déposés sur des lames contenant de l'eau distillée et disposées sur une plaque chauffante réglée à 40°C. Après étalement des coupes, les lames sont mises dans l'étuve à 37°C pendant une nuit pour augmenter l'adhérence des coupes aux lames de verre.

IV.1.5- Coloration

Elle a pour but d'établir le contraste naturel des coupes et de rendre les différents constituants cellulaires et tissulaires plus évidents. La coloration topographique effectuée est le Trichrome de Masson et HE.

Avant coloration, les coupes doivent être déparaffinées et réhydratées. Le toluène est utilisé pour le déparaffinage (2 bains de 5 min). La réhydratation est obtenue par passages successifs dans des alcools de degré décroissant (2 bains dans l'alcool à 100°, 1 bain à 96° et 1 bain à 70°) pendant 5 min chacun.

Le Trichrome de Masson (**fiche technique 2 annexe 1**) met en évidence les éléments du tissu conjonctif (en particulier le collagène) en vert, le noyau en noir et le cytoplasme en rouge.

L'Hémalun-éosine (**fiche technique 3 annexe 1**) colore les noyaux en bleu noir et le cytoplasme acidophile en rose.

IV.1.6- Montage et observation

Une fois colorées, les lames doivent de nouveau être déshydratées par passages dans des bains d'alcool de concentration croissante (70°, 96° puis 100°), un bain chacun pendant 5 min, et enfin dans 2 bains de toluène pendant 5 min. Le montage est l'opération qui consiste à fixer, à l'aide d'une substance appropriée (Eukitt) au colorant utilisé, une lamelle de verre sur l'échantillon histologique. Les lames sont ensuite nettoyées au toluène et enfin observées au microscope photonique Zeiss.

IV. 2- ETUDE MORPHOMETRIQUE

L'analyse morphométrique, des coupes des glandes surrénales, a été réalisée à partir d'images captées par un appareil photo numérique (HIROCAM, MA88-500, MBElab and science, St. Paul, USA) connecté au microscope photonique *via* le logiciel TSView ; puis ces images sont enregistrées et soumises aux différentes mesures morphométriques.

Logiciel d'analyse morphométrique et de traitement d'images « Axio Vision 4.8.2 » développé par la société Carl Zeiss : utilisé pour mesurer les surfaces des cellules et des noyaux. Ce système d'analyse d'image est étalonné à l'aide d'une lame micrométrique graduée au micromètre (μm) afin d'obtenir la mesure des surfaces concernant :

- La hauteur en μm du cortex surrénal entier et celles de la zone ZG.
- La surface cellulaire (SC) et la surface nucléaire (SN) en μm^2 .

IV. 3-DOSAGE D'ALDOSTERONE PAR METHODE RIA

III.3-1 Principe du dosage

Le dosage radio-immunologique d'aldostérone est un dosage par compétition à l'aide de trousse Beckman IM 1664 (Coulter, Prague).

Les échantillons plasmatiques à doser ou les calibrateurs sont incubés dans des tubes recouverts d'anticorps monoclonal avec un traceur Aldostérone marqué à l'iode 125. Après incubation, le contenu du tube est vidé par aspiration, puis la radioactivité liée est mesurée. Une courbe d'étalonnage est établie. Les valeurs inconnues sont déterminées par interpolation à l'aide de cette courbe.

IV.3-2 Mode opératoire

- Dans des tubes recouverts d'anticorps distribué sauf les 2 tubes totaux (T): 50 ul de calibrateurs, 50 ul sérum contrôle et 50 µl de plasma à doser puis distribuer dans tous les tubes 500ul de traceur.
- Agiter à l'aide d'un vortex.
- Incuber 3heure à 18-25°C avec agitation (350 rpm).
- Comptage : aspirer soigneusement le contenu de chaque tube (sauf les 2 tubes totaux).
- Compter les cpm liés (B) et les cpm totaux (T).

IV.3-3 Caractéristiques du dosage

- **Sensibilité** : Sensibilité analytique : 1,44 pg/ml et Sensibilité fonctionnelle : 6,98 pg/ml
- **Spécificité** : l'anticorps utilisé dans ce dosage est hautement spécifiques de l'aldostérone. Des réactivités croisées extrêmement basses ont été obtenues vis-à-vis de nombreux stéroïdes naturels (cortisone, Corticostérone, DHEAs, ect...).
- **Précision** :
 - Intra-essai: des échantillons ont été dosés 25 fois dans une même série. Les coefficients de variation obtenue étaient inférieurs ou égales à 12,6%.
 - Inter-essais: des échantillons sériques ont été dosés en double dans 10 séries différentes. Les coefficients de variation obtenus étaient inférieurs ou égale à 17,2%.

▪ **Exactitude :**

- Epreuve de dilutions : des échantillons sériques ont été dilués dans un diluant pour l'aldostérone sérique. Les pourcentages de recouvrement s'échelonnent entre 94,7% et 117%.
- Epreuve de surcharge : des échantillons plasmatiques ou sériques ont été surchargés en aldostérone. Les pourcentages de recouvrement s'échelonnent entre 81,7% et 115%.
- Plage de mesure (de la sensibilité analytique au calibrateur le plus élevé) 1,44 à environ 2000 pg/ml.

IV. 4- DOSAGE DES ELECTROLYTES PLASMATIQUES (NA⁺ ET K⁺)

Le dosage des électrolytes est réalisé par photométrie de flamme (dosage réalisé au laboratoire de biochimie au C.H.U de Blida, photomètre Jenway, England).

La mesure photométrique exige la pulvérisation d'une solution homogène, limpide et sans débris organiques. Pour cela, on pulvérise d'abord de l'eau bi-distillée constituant le zéro, puis le photomètre est étalonné tous les 4 à 5 échantillons grâce à une solution de Na⁺ et de K⁺ contenant respectivement 160 mmol/l et 8 mmol/l conçue par le fournisseur (Gransmore Green Felsted Dunmow England). Les échantillons plasmatiques sont pulvérisés directement à partir de 50 µl de plasmas déposés dans des minis cuves sans dilution préalable. Les concentrations de sodium et de potassium sont donc données directement en mmol/l correspondant aux mEq/l.

V. ANALYSE STATISTIQUE

Les résultats obtenus sont présentés sous forme de moyennes ± ESM ; une analyse de variance par Graph pad Prism 4.9.1(471). Les tests statistiques ont été effectués par le logiciel STATISTICA10, pour le test ANOVA. Les histogrammes sont confectionnés par le logiciel Excel 2007 et le traitement de texte avec Word 2007.

• **Moyenne arithmétique des valeurs individuelles**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$\sum x_i$: Somme des valeurs individuelles
 n : Nombre de valeurs

• **Erreur Standard à la Moyenne (ESM)**

$$ESM = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad \text{Avec} \quad \delta = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

δ : Ecart type

x_i : Valeurs individuelles

• **Validité statistique**

La différence entre deux moyennes comparées est statistiquement significative si la probabilité p lue en fonction du nombre de degré de liberté est inférieure à 0,05.

Ainsi, le degré de signification est comme suit :

- Si $p > 0,05$: la différence n'est pas significative (NS)
- Si $p < 0,05$: la différence est significative (*)
- Si $p < 0,01$: la différence est très significative (**)
- Si $p < 0,001$: la différence est hautement significative (***)

*

*

*

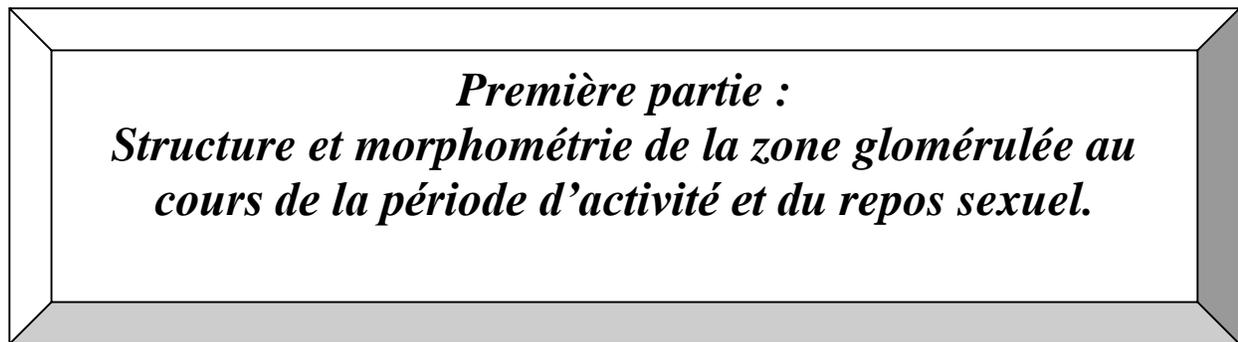
Résultats

Les résultats rapportés dans ce travail sont présentés en trois parties :

✓ *La première partie* : Décrit la structure et la morphométrie de zone glomérulée au cours de la période d'activité et du repos sexuel.

✓ *La deuxième partie* : Profil annuel de l'Aldostéronémie.

✓ *La troisième partie* : Variations des électrolytes (Na^+ , K^+) au cours du repos et activité sexuelle.

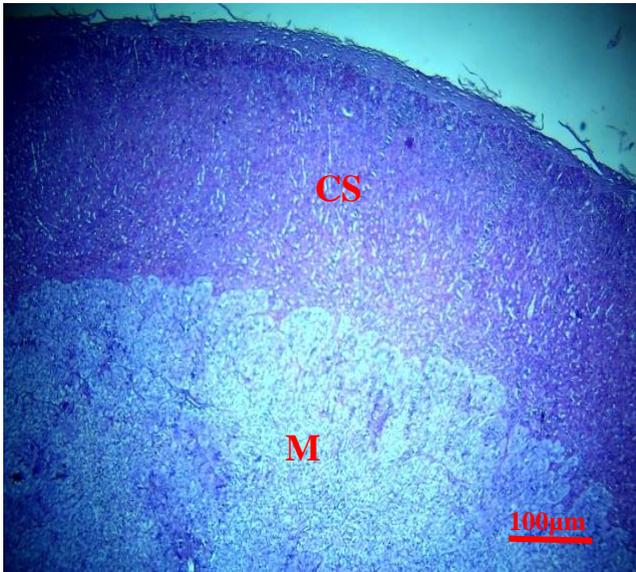


I- STRUCTURE ET MORPHOMETRIE

I.1- Description générale de la structure de la surrénale

Comme chez tous les mammifères, la structure des deux glandes de la chèvre diffère : la surrénale gauche se présente sous la forme d'un haricot et la surrénale droite a une forme ovoïde. Elles sont entourées d'une épaisse capsule conjonctive qui entoure le parenchyme glandulaire qui se divise en deux parties bien distinctes : un cortex périphérique et d'une médulla centrale (**Figure 9**).

Anœstrus saisonnier



Activité sexuelle

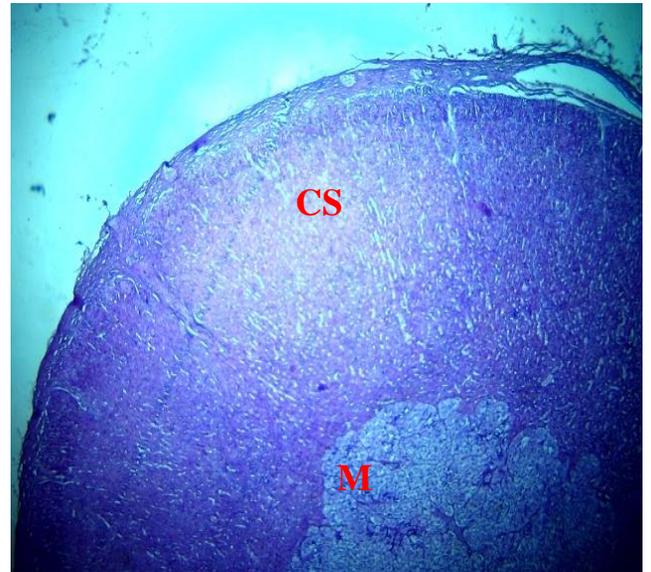


Figure 9 : Histologie comparée de la glande surrénale chez la chèvre Saharienne, au cours du cycle sexuel.

CS : cortex surrénale ; M : Médulla ; G×4 ; Coloration : HE ; Barre d'échelle : 100µm

I.2- Zone glomérulée

La zone glomérulée (ZG) est la zone la plus externe du cortex surrénalien, bien individualisée, qui apparait formée d'amas des cellules séparées les unes des autres par des travées conjonctives relativement épaisses (**Figure 10**). Les cellules glomérulaires de taille haute et de forme pyramidale parfois allongées regroupées en nids donnant l'aspect d'un cordon arciforme. Le cytoplasme est basophile vacuolisé avec un noyau arrondi basal. La chromatine est dispersée dans le noyau avec présence d'un nucléole bien visible.

Anœstrus saisonnier

Activité sexuelle

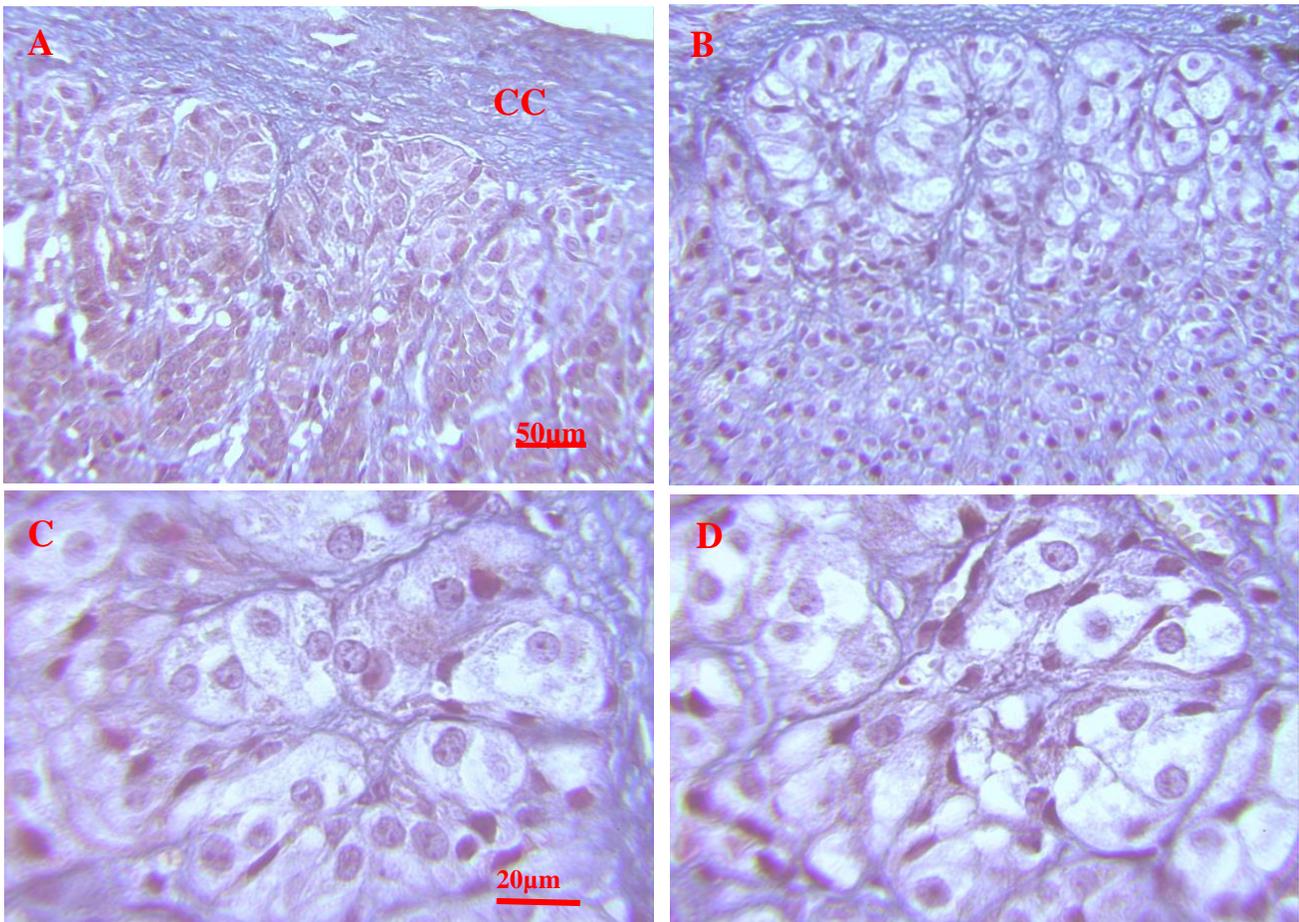


Figure 10: Structure histologique de la zone glomérulée chez la chèvre Saharienne au cours du cycle sexuel. CC : capsule conjonctive ; A et B : G×40 ; C et D : G×100 ; **Coloration** : Trichrome de Masson ; **Barre d'échelle** : A et B : 50µm, C et D :20µm

I.3- Analyse morphométrique

L'analyse morphométrique de la corticosurrénale entre les deux périodes d'activité sexuelle (**Figure11 ; Tableau I Annexe 2**) montre un cortex surrénalien plus développé au cours du repos sexuel avec une différence significative (**P<0.05**).

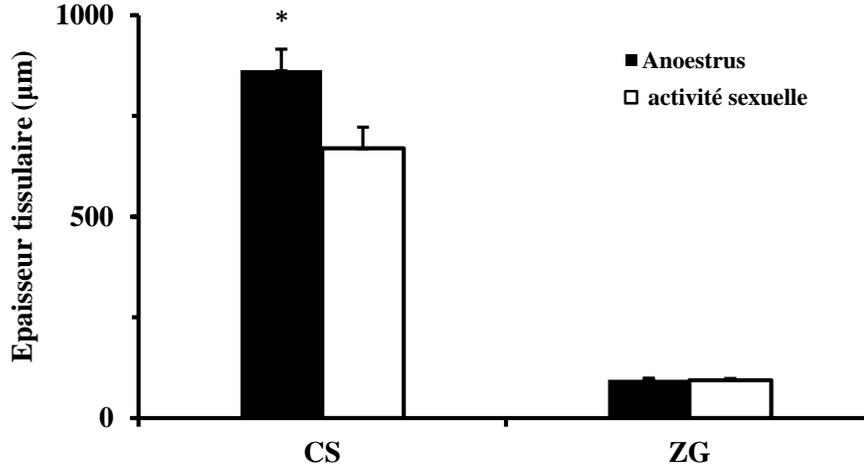


Figure 11 : Variations de l'épaisseur tissulaire du cortex surrénal au cours du cycle sexuel chez la chèvre locale des zones arides.
 CS : cortex surrénal ; ZG : zone glomérulée.

La hauteur de la ZG (**Figure 11** ; **Tableau I annexe 2**) ne montre pas de différence entre les deux périodes étudiées ($P > 0.05$). En effet, les surfaces cellulaires et nucléaires (**Figure 12** ; **Tableau I annexe 2**) sont également peu développées et ne présentent pas de différence significative ($P > 0.05$).

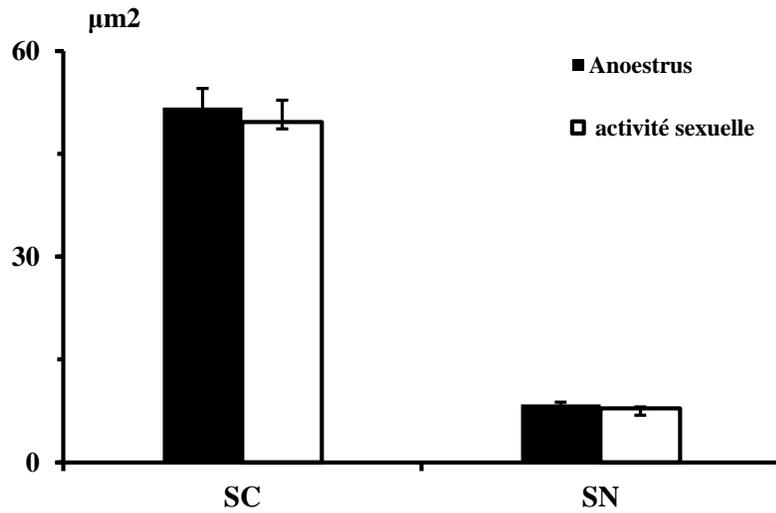


Figure 12 : Variations de la surface cellulaire et nucléaire de la zone glomérulée du cortex surrénal chez la chèvre locale des zones arides.
 SC: surface cellulaire; SN: surface nucléaire

Discussion

Les résultats rapportés dans ce travail concernant les variations de l'activité minéralocorticoïde par le suivi des variations de la morphométrie de la zone glomérulée et les variations de l'aldostéronémie, natrémie et kaliémie au cours du cycle sexuel chez la chèvre native du Sahara algérien.

L'ensemble des analyses biochimiques et histo-morphométrique obtenus permettront d'expliquer une éventuelle relation entre les fluctuations hormonales saisonnière de l'activité minéralocorticoïde et l'activité de reproduction chez cette espèce.

Rappelons que la chèvre locale des zones arides est une espèce à reproduction saisonnière; la femelle présente une période de repos sexuel ou anoestrus saisonnier s'étalant de la mi-mars à la mi-juillet avec décalage possible d'une année à l'autre (**Charallah, 1994 ; Chakhma et al., 2021**).

IV.1- Structure et morphométrie de la zone glomérulée au cours de la période d'activité et du repos sexuel.

Dans ce travail, l'étude histologique et morphométrique de la surrénale chez la chèvre domestique locale de la région de Béni Abbès, nous a permis de faire une description structurale de la zone glomérulée de cette glande et confirme des résultats précédents qui s'intéressent aux variations de structure de la glande surrénale (avec mesure des surfaces cellulaires et des épaisseurs de la zone glomérulée) au cours des deux périodes du cycle sexuel annuel (**Chakhma, 2021**).

Les résultats obtenus montrent que les éléments structuraux sont semblables à ceux constituant la surrénale des autres mammifères notamment celle des espèces vivant dans les mêmes régions désertiques à l'exception de quelques différences.

La structure de la zone glomérulée, chez la chèvre Saharienne caractérisée, par des cellules de forme pyramidale avec un cytoplasme basophile et un noyau basal. Le Chameau (**Al-Bagdadi, 1969**) et le Dromadaire (**Benamara, 2012**) présente la même description de la structure mais avec quelques particularités structurales des cellules de la zone glomérulée. Chez le dromadaire les cellules sont de forme irrégulière à arrondie avec cytoplasme acidophile et noyau central (**Benamara, 2012**).

Concernant les variations morphométriques, il existe relativement peu de littérature traitant ces variations au cours des états physiologiques de la femelle.

L'épaisseur du cortex est plus importante en Mai (anoestrus saisonnier) alors qu'elle est plus faible en Novembre (activité sexuelle) à l'instar de la chèvre Landrace finlandaise (**Alila-Johansson et al.,**

2003). Cependant, une étude réalisée sur le Cerf de virginie montre une diminution de la largeur de la zone glomérulée en saison de repos sexuel (**Hoffman et Robinson, 1966**).

Les mesures de surface cellulaire et nucléaire de la zone glomérulée montrent des augmentations non significatives au cours de l'anoestrus. Là aussi la littérature n'offre pas références chez les grands mammifères à l'exception des études réalisées chez les petits mammifères. Les surfaces des cellules glomérulaires et des noyaux sont plus importants au cours du repos sexuel chez le *Meriones Libycus* (**Akoun, 2018**).

IV.4- Variations de l'aldostéronémie et des électrolytes en fonction du cycle sexuel chez la chèvre

La chèvre est un animal rustique parfaitement adapté au climat désertique et chaud. Elle présente des particularités physiologiques et biochimiques qui lui permettent de lutter contre les contraintes du milieu (fort écart thermique nyctéméral, faible valeur nutritive et dispersion des ressources alimentaires). Les changements dans les constituants biochimiques du sang sont des indicateurs importants de l'état physiologique de l'animal (**Arshad et al., 2005**) et peuvent influencer la reproduction et la cyclicité de l'animal.

Notre objectif, dans ce travail est de rechercher des éventuelles variations de l'aldostéronémie et des électrolytes en fonction d'un état physiologique qui est le cycle sexuel incluant la période de repos et activité sexuelle.

Dans cette étude, les concentrations de l'aldostérone plasmatique varient de 7,8 à 51,0 pg/mL. Les résultats élevés en mois de mai (31,8pg/ml) et basses en mois de mars (7,8 pg/ml). Des taux comparables ont été rapportés chez le dromadaire du Sahara Algérien varient entre 1 à 56 pg/ml (**Khaldoun, 2002**). Alors que des valeurs plus basses ont été rapportées chez le bélier D'man et ouled djalel en été et en hiver, et les valeurs les plus élevés en automne et printemps (**Amokrane et al., 2022**). Des valeurs plus élevées de l'aldostéronémie ont été rapportés chez la chèvre Baladi (**Semaida et al., 2021**) et le bélier croisé Tadmit et Romanov-Ouled Djellal élevé dans la région d'Alger (**Mesbah et Brudieux, 1982**). Par contre la chèvre blanche polonaise ne présente pas des grandes

variations (21,40 à 28,79 pg/ ml). Le profil annuel de l'aldostérone plasmatique montre des variations non significative à l'exception du mois de Mai, qui correspond à l'anoestrus profond.

Au cours des saisons, les productions hormonales de la surrénale de mammifères vivants en zones arides, ont été très peu étudiées. De plus, la littérature offre plus de données chez les petits mammifères des zones arides, notamment les rongeurs que les grands mammifères.

Chez le rat des sables (*Psammomys obesus*), vivant dans le Sahara algérien, les variations saisonnières de l'aldostéronémie sont caractérisées par les taux les plus élevés en printemps et les taux bas en été (réf,,,,,,,,). Chez les grands mammifères des zones arides, la littérature a surtout ciblé l'effet de la déshydratation suivi ou pas de réhydratation à certaines périodes de l'année.

Chez le mouton Marwari du désert indien, **Kataria et kataria (2006)** ont montré que la déshydratation augmente au quatrième jour et d'avantage après 8 jours. La réhydratation restaure, une demi-heure après, les taux de base de l'aldostéronémie.

La concentration plasmatique d'aldostérone n'est pas seulement influencée par la saison (**Amokrane et al., 2022**) et l'état d'hydratation (**Kataria et al., 2000**), mais varie également avec le cycle nyctéméral (**Khaldoun et al., 2002 ; Skotnicka, 2003**) et l'effort physique (**Riad, 1995**). Le stress thermique est aussi un des facteurs exogène qui apparemment n'a pas d'influence significative sur la concentration plasmatique d'aldostérone notamment chez la chèvre indienne et ceci peut être attribué à leur extrême capacité d'adaptation à maintenir l'équilibre hydrique et électrolytique (**Aleena et al., 2020**).

L'état physiologique de la femelle est aussi l'un des facteurs importants qui affectent le profil métabolique (**Roubies et al., 2006**). L'état physiologique le plus étudié, chez la femelle, est la gestation et lactation alors que l'état cyclique, incluant à la fois l'activité et le repos sexuel, est rarement rapporté dans la littérature.

Nos résultats ne révèlent pas de modifications de l'aldostéronémie, chez la chèvre au cours du cycle sexuel. L'activité minéralocorticoïde de surrénale est plus élevée en période d'activité sexuelle qu'en période d'anoestrus (**Figure 15**) mais avec des différences non significative ($p > 0.05$).

En effet, l'état physiologique influence la sécrétion d'aldostérone où les valeurs les plus élevée sont observées chez les chammelles gestantes par rapport aux chammelles cycliques non gestantes et non lactantes. Alors que la lactation n'a aucune influence sur la production d'aldostérone chez la vache (**Roussel et al., 1983**).

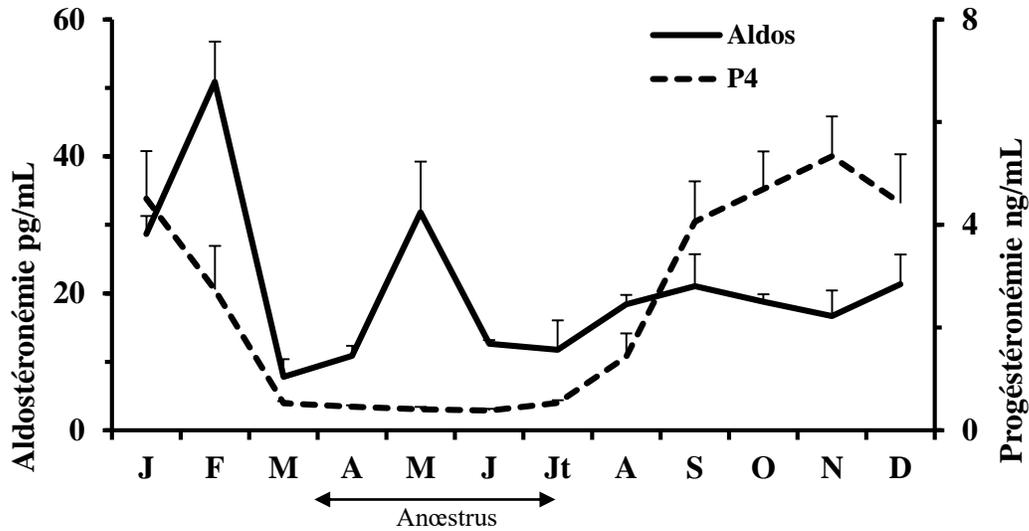


Figure 15 : Variations annuelles de la concentration plasmatique en aldostérone et en progestérone chez la chèvre locale des zones arides.

Comme pour l'aldostéronémie, la natrémie et la kaliémie évaluées au cours de l'anoestrus saisonnier présentent des différences non significatives.

En période d'anoestrus, mesurée une fois par semaine durant la période de repos ovarien, la natrémie varie entre $138 \pm 2,0$ mmol/l et $153,7 \pm 8,8$ mmol/l, les différences observées entre valeurs basses et valeurs hautes successives restant peu significatives.

Il en est de même pour la kaliémie qui oscille entre $3,4 \pm 0,4$ mmol/l et $5,1 \pm 1,1$ mmol/l.

La natrémie globale pour cette période est de $144,1 \pm 1,3$ mmol/l et la kaliémie est de $4,2 \pm 0,1$ mmol/l.

En période d'activité sexuelle, même si les valeurs de la natrémie observées durant cette période oscillent dans des limites identiques à celles de la période d'anoestrus ($130,7 \pm 4,0$ et $150,7 \pm 6,0$ mmol/l), les différences restent statistiquement non significatives. Là aussi, la kaliémie varie d'une façon non significative entre $3,7 \pm 0,2$ et $4,5 \pm 0,5$ mmol/l.

Comme pour le sodium et le potassium, le rapport Na^+/K^+ ne montre pas de variations entre les deux périodes étudiées.

Tout d'abord, les valeurs usuelles du sodium plasmatique rapportés chez notre chèvre saharienne sont généralement comparables à plusieurs espèces à l'instar des caprins (Skotnicka, 2003), ovins (Kanéko et al., 1997 ; Sharma et al., 2015), les camélidés (Barakat and Fatah, 1970 ; Ali et al., 2012), les bovins (Kanéko et al., 1997 ; Zhang et al., 2011).

Les valeurs usuelles du potassium sérique chez notre chèvre sont comparables de ceux rapportés dans la littérature. On peut citer les caprin (**Kanéko et al., 1997 ; Semaida et al., 2021**), les ovins (**Deghnouche et al., 2013 ; Sharma et al., 2015 ; Oikonomidis et al., 2019**), les bovins (**Kanéko et al., 1997 ; Zhang et al., 2011**), les camélidés (**Barakat and Fatah, 1970; Bengoumi, 1992**) alors que **AntunoviC (2011)** a rapporté des taux plus élevés de potassium chez la brebis Tsigai.

Concernent la variation des électrolytes entre les deux périodes du cycle sexuel, les valeurs moyennes chez la chèvre Saharienne ne présentent pas de différence significative entre l'anoestrus et l'activité sexuelle. Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par **Al-Sobaiyl (2010)** chez la chèvre Aradi, **Sharma et al. (2015)** chez la brebis, **Krupakaran, (2013)** chez la génisse croisée et **Zeidan et al. (2008)** chez la chamelle. Par contre, une étude réalisée chez le chameau mâle montre qu'en période d'activité sexuelle le sodium est plus important et le potassium est plus faible (**Zia-Ur-Rahman et al., 2007**). Au contraire, **Zeidan et Abbas (2003)** rapportent des taux les plus faibles de sodium sérique, chez le dromadaire, au cours de la saison de reproduction.

Le rapport Na^+/K^+ , qui pourrait être un indicateur des variations de l'aldostéronémie, ne révèle pas de différence entre les deux périodes du cycle sexuel étudiées. Là aussi la littérature ne présente pas de références à l'exception de l'étude réalisée chez la chèvre Aradi où le rapport Na^+/K^+ ne montre pas de différence entre l'anoestrus saisonnier et la période d'activité ovarienne (**Al-Sobaiyl, 2010**).

Les électrolytes sodium et potassium ne semblent pas être influencés par l'état physiologique du cycle sexuel. Des résultats contradictoires, sont rapportés concernant l'influence de l'état physiologique, sur la natrémie et la kaliémie. **Al-Sobaiyl (2010)** ne rapporte aucun changement de la natrémie, la kaliémie et le rapport Na^+/K^+ au cours du cycle sexuel et la gestation chez la chèvre Aradi. Alors qu'il a été démontré que ces deux paramètres sont influencés beaucoup plus par la gestation (**Deghnouche et al., 2013**) et la lactation (**Deghnouche et al., 2013 ; Sharma et al., 2015**) chez la brebis et la chamelle (**Hussein et al., 1992a**). Autres facteurs peuvent influencer les électrolytes tels que la déshydratation (**Bengoumi, 1992**) où le sodium et le potassium sont fortement influencés par le statut hydrique (**Bengoumi et al., 1993 ; Ayoub and Saleh, 1998**).

La saison est un facteur qui peut influencer la variation des électrolytes où les taux les plus faibles sont observés en hiver qu'en été chez le dromadaire (**Nazifi et al., 1999 ; Aichouni et al., 2013**). Les taux sériques des électrolytes ne présentent pas de différence entre les mâles et les femelles (**Tajik et al., 2015**). Le rythme circadien est aussi un facteur qui peut influencer les électrolytes. Une variation circadienne de la natrémie mais pas de la kaliémie ont été rapportés chez la chèvre cyclique (**Kokkonen et al., 2001**) alors que chez la chèvre gestante, un rythme circadien a été rapporté pour le potassium et pas pour le sodium (**Skotnicka, 2003**).

Le stress thermique est le facteur le plus critique pour les animaux du désert. Il a un impact direct sur les paramètres physiologiques, biochimiques, immunologique et électrolytiques.

En effet, **Younis (2020)** rapporte chez la chèvre Baladi une natrémie et kaliémie perturbée par le stress thermique. Chez la brebis barbarine, l'exposition au stress thermique à un impact directe sur la kaliémie mais pas la natrémie (**Lassoued et al., 2017**).

*

*

*

Conclusion

Au terme de ce travail portant sur l'impact de la saison de reproduction sur la structure, la morphométrie, les taux annuelle d'aldostérone plasmatiques et les variations des électrolytes Na^+K^+ au cours du cycle sexuelle chez la chèvre native des zones aride (*Capra hircus*) élevée dans son milieu naturel dans la région de Béni Abbès (30°07' latitude Nord, 02°10' longitude Ouest, 497 m d'altitude) Nous avons ressortir les résultat suivantes :

- Sur le plan structural :

un cortex surrénal plus développé pendant la saison de repos comparé à la période d'activité sexuelle avec une différence non significative. La hauteur de la zone glomérulée ne révèle pas de différence entre les deux périodes étudiées. Il en est de même pour les surfaces cellulaires et nucléaires.

- L'activité minéralocorticoïde :

- ✚ les niveaux d'aldostérone plasmatique pendant l'année présentent des fluctuations non significative à l'exception de:

- ✓ Un pic non significatif observé en Février (+77,6% ; $P > 0,05$), coïncidant avec la chute saisonnière de la progestéronémie.

- ✓ L'aldostérone montre des variations non significative entre la période d'anoestrus et la période d'activité ovarienne.

- ✚ Le Na^+ et le K^+ plasmatiques ne montrent pas de variations selon le cycle sexuel de la femelle.

- ✚ Le rapport Na^+/K^+ aussi ne montre pas de variations au cours du cycle sexuel.

.

En perspective, avant d'affirmer définitivement nos résultats il est nécessaire d'approfondir cette étude par :

L'étude sur un effectif plus important de femelles en anoestrus saisonnier et en activité sexuelle.

Dosages de l'aldostérone et des électrolytes sur un nombre plus important d'échantillons.

L'étude histo-morphométrique sur un grand nombre d'échantillon.

Rechercher des probables variations nyctémérales et saisonnières de l'aldostérone et des électrolytes chez cette femelle.

Et en fin, rechercher les éventuelles modifications annuelle et au cours des deux périodes de reproduction, le système rénine-angiotensine, le majeur régulateur endogène de la sécrétion d'aldostérone.

*

*

*

Références

bibliographiques

- 1) **Aguilera, G. R. E. T. I., Lightman, S. L., Kiss, A. (1993).** Regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis during water deprivation. *Endocrinol.*, 132(1), 241-248.
- 2) **Aichouni, A., Belhadia, M., Kebir, N., Aggad, H. (2013).** Season influence on serum organic parameters of dromedarius (*Camelus dromedarius*) in Algeria. *Bioch Biotech Res* 1(1):8–12.
- 3) **Aknoun, N. (2018).** Etude histophysiologique, cellulaire et moléculaire de l'axe hypophyso-corticosurrénalien chez Meriones Libycus (Lichtenstein, 1823) mâle en périodes d'activité et de repos sexuel. Thèse de Doctorat, U.S.T.H.B. Alger, 130 p :
- 4) **Al-Bagdadi, F. (1969).** La glande surrénale du chameau (*Camelus dromedarius*). Une étude de l'anatomie comparée et des lipoides. *Zentralbl Veterinarmed A.*;16:354–64.
- 5) **Ali, M. A., Adem, A., Chandranath, I. S., Benedict, S., Pathan, J. Y., Nagelkerke, N., Kazzam, E. (2012).** Responses to dehydration in the one-humped camel and effects of blocking the renin-angiotensin system. *PloS one*, 7(5), e37299.
- 6) **Alila-Johansson, A., Eriksson, L., Soveri, T., & Laakso, M. L. (2003).** Serum cortisol levels in goats exhibit seasonal but not daily rhythmicity. *Chronobiology international*, 20(1), 65-79.
- 7) **Al-Sobaiyl, K. A. (2010).** Effect of breeding season and pregnancy status on serum progesterone, sodium, potassium, copper and iron of estrous synchronized Aradi goat does. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17(3), 259-263.
- 8) **Alsop, D., Vijayan, M. M. (2008).** Development of the corticosteroid stress axis and receptor expression in zebrafish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 294(3), R711-R719.
- 9) **Amar L, Gimenez Roqueplo AP ,Hernigou A, Rossigno IP, Plouin PF . (2007).** Hyperaldostéronisme primaire. *EMC – Endocrinologie-Nutrition* ; 10-015-B-30,p 7
- 10) **Amokrane, A., Anane, A., Boukenaoui Ferrouk, N., Khaldoun, M., Amirat, Z., Mormede, P., Khammar, F. (2022).** Comparative diurnal and seasonal variations of ACTH, cortisol and aldosterone in Ouled Djellal and D'Man sheep breeds reared in arid lands. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(1).
- 11) **Arshad, H. M., Ahmad, N., Zia-ur-Rahman, N., Samad, H. A., Akhtar, N., Ali, S. (2005).** Studies on some biochemical constituents of ovarian follicular fluid and peripheral blood in buffaloes. *Pak. Vet. J.*, 25 (4): 189–193.
- 12) **Ayoub, M. A., Saleh, A. A. (1998).** A comparative physiological study between camels and goats during water deprivation. In: Alhadrami G, Ayoub MA (eds) *Proceedings of the third annual meeting for animal production under arid conditions*, vol 1. Al-Ain (UAE), 2–3/05/98, pp 71–87.
- 13) **Balasubramanian, S. P. (2020).** Anatomy of the thyroid, parathyroid, pituitary and adrenal glands. *Surgery (Oxford)*, 38(12), 758-762.
- 14) **Bandulik, S., Penton, D., Barhanin, J., Warth, R. (2010).** TASK1 and TASK3 potassium channels: determinants of aldosterone secretion and adrenocortical zonation. *Hormone and Metabolic Research*, 42(06), 450-457.

- 15) **Benamara, R. R., (2012).** Etude biochimique et histologique de la réponse surrénalienne et osmoionique à la déshydratation chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) élevé dans la région d'Ouargla. Thèse de Magister, F.S.B. U.S.T.H.B. Alger, p:120.
- 16) **Bengoumi, M., Riad, F., Giry, J., De La Farge, F., Safwate, A., Davicco, M. J., Barlet, J. P.(1993).** Hormonal control of water and sodium in plasma of camels during dehydration and rehydration. *Gen Comp Endocrinol* 89:378–386.
- 17) **Beron, J., Mastroberardino, L., Spillmann, A., Verrey, F. (1995).** Aldosterone modulates sodium kinetics of Na, K-ATPase containing an alpha 1 subunit in A6 kidney cell epithelia. *Molecular biology of the cell*, 6(3), 261-271.
- 18) **Bertrand, D. (2016).** Diurétiques et inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone. RVUAGM. P8.
- 19) **Bollag, W. B. (2014).** Regulation of Aldosterone Synthesis and Secretion. *Comprehensive Physiology*. (4):1017-1021.
- 20) **Chakhma, A.(2021).** Variations de l'activité hypophyso-surrénalienne et des paramètres métaboliques au cours du cycle sexuel annuel chez la chèvre femelle des zones arides Sahariennes. Thèse de Doctorat, U.S.T.H.B. Alger. 104p.
- 21) **Chakhma, A., Khaldoun-Benabbas, M., Charallah-Cherif, S., Kassouri, S., Khammar, F., & Amirat, Z. (2021).** Annual changes in plasma progesterone and estradiol-17 β concentrations compared to pituitary-adrenal axis activity in the female goat reared under arid environment. *Biological Rhythm Research*, 52(9), 1394-1411.
- 22) **Charallah, S. (1994).** Variations saisonnières de la fonction de reproduction chez la chèvre bédouine femelle *Capra hircus*. Thèse de Magister, USTHB, Alger, 90p.
- 23) **Charallah, S., Lakhd, Y., ARIAMIRAT, Z., Khammar, F., Sempere, A. (1993).** Variations saisonnières hormonales de l'activité sexuelle chez la chèvre bédouine. *Bulletin de la société d'écophysiologie*, 18(1-2), 67-70.
- 24) **Chavakis, T., Ehrhart-Bornstein, M. (2013).** The Adrenal Gland in the Center. *Hormone and Metabolic Research*, 45(02), 79-80.
- 25) **Cornu, E., Belmihoub, I., Baron, S., Azizi, M., Amar, L. (2020).** Hyperaldostéronisme primaire et syndrome métabolique. In *Annales d'Endocrinologie* (Vol. 81, No. 4, p. 138). Elsevier Masson.
- 26) **Davies, E., Edwards, C. R., Williams, B. C. (1991).** Serotonin stimulates calcium influx in isolated rat adrenal zona glomerulosa cells. *Biochemical and biophysical research communications*, 179(2), 979-984.
- 27) **Deghnouche, K., Tlidjane, M., Meziane, T., Touabti, A. (2013).** Influence of physiological stage and parity on energy, nitrogen and mineral metabolism parameters in the Ouled Djellal sheep in the Algerian Southeast arid area. *African Journal of Agricultural Research*, 8(18), 1920-1924.
- 28) **Faye, B., Bengoumi, M. (2018).** Camel clinical biochemistry and hematology (pp. 173-216). Cham (Switzerland): Springer. Exhibit seasonal but not daily rhythmicity. *Chronobiol. Int.*, 20 (1): 65-79. doi: 10.1081/cbi-120017684
- 29) **Folligan, K., Bouvier, R., Targe, F., Morel, Y., Trouillas, J. (2005).** Development of the human adrenal glands. In *Annales d'endocrinologie* (Vol. 66, No. 4, pp. 325-332).

- 30) **Gallo-Payet, N. (1993).** Nouveaux concepts sur la régulation de la sécrétion d'aldostérone; interactions endocrines, paracrines, autocrines et neurocrines.
- 31) **Hackenthal, E. (1986).** La sécrétion de la rénine: mécanismes et effecteurs. In *Annales d'endocrinologie* (Vol. 47, No. 3, pp. 145-155).
- 32) **Harvey, B. J., Thomas, W. (2018).** Signalisation de la protéine kinase induite par l'aldostérone et contrôle de l'équilibre électrolytique. *Stéroïdes.* ; 133:67-74. DOI : 10.1016/j. stéroïdes.2017.10.009. Epub 2017 Oct 24. Révision
- 33) **Harvey, B. J., Thomas, W (2018).** Signalisation de la protéine kinase induite par l'aldostérone et contrôle de l'équilibre électrolytique. *Stéroïdes.*; 133:67-74. DOI : 10.1016/j. stéroïdes.2017.10.009. Epub 2017 Oct 24. Révision
- 34) **Hattangady, N. G., Bollag, W. B., Rainey, W. E. (2012).** *Endocrinologie moléculaire et cellulaire* 350 : 151–162
- 35) **Hoffman, R. A., Robinson, P. F. (1966).** Changes in some endocrine glands of white-tailed deer as affected by season, sex and age. *J. Mammal.*, 47 (2), 266-280. doi.org/10.2307/1378123
- 36) **Hotta, M., Baird, A (1986).** Differential effects of transforming growth factor type /1 on the growth and function of adrenocortical cells in vitro. *Proc Nat/ Acad Sei USA* .83: 7795-9.
- 37) **Hussein, M., Salah, M., Mogawer, H., ElNabi, A. (1992).** Effect of lactation on the haemogram and certain blood constituents of the dromedary camel. *J Appl Anim Res* 1:43–50
- 38) **Kaliber, M., Koluman, N., Silanikove, N. (2016).** Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. *Animal*, 10(1), 82-88.
- 39) **Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. L. (1997).** *Clinical biochemistry of domestic animals*, fifth edition. San diego: academic press, 932p
- 40) **Kappas, S., Purbrick, A., Vinson, G.P., Hinson, J.P. (1994).** α -melanocystimulating hormone-induced inhibition of angiotensinIIreceptor-mediated events in the rat adrenal zona glomerulosa. *Journal of Molecular Endocrinology*, 13:95-104.
- 41) **Kataria, N., Kataria, A.K. (2006).** Endocrine and metabolic responses of Marwari sheep in arid tract. *Slov. Vet. Res.*, 43, (3) 135-142
- 42) **Kemendy, A. E., Kleyman, T. R., Eaton, D. C. (1992).** Aldosterone alters the open probability of amiloride-blockable sodium channels in A6 epithelia. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 263(4), C825-C837.
- 43) **Khaldoun, M., Khaldoun, T., Mellado, M., Cambar, J., Brudieux, R. (2002).** Circadian rhythm in plasma aldosterone concentration and its seasonal modulation in the camel (*Camelus dromedarius*) living in the Algerian Sahara desert. *Chronobiol Int* 19: 683-693. DOI: 10.1081/cbi-120005392.
- 44) **Kokkonen, U. M., Riskilä, P., Roihankorpi, M. T., Soveri, T. (2001).** Circadian variation of plasma atrial natriuretic peptide, cortisol and fluid balance in the goat. *Acta physiologica scandinavica*, 171(1), 1-8.
- 45) **Krupakaran, R. P. (2013).** Serum biochemical profile of Jersey crossbred heifers. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 3, 9-11.

- 46) **Le Berre, M. (1990).** Faune du Sahara. Tome 2: Mammifères. LE CHEVA LIER, Paris. P 360
- 47) **Lefebvre, H., Contesse, V., Delarue, C., Soubrane, C., Legrand, A., Kuhn, J. M., Vaudry, H. (1993).** Effect of the serotonin-4 receptor agonist zacopride on aldosterone secretion from the human adrenal cortex: in vivo and in vitro studies. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 77(6), 1662-1666.
- 48) **Lassoued, N., Khnissi, S., BEN, S. I., REKIK, M., & MATOUFI, F (2017).** La réponse physiologique et chimique des brebis de race Barbarine à l'exposition au soleil durant l'été. *Revue des Régions Arides* n° 42(2).
- 49) **Li, L. A., Xia, D., Wei, S., Li, X., Parvizi, N., Zhao, R. Q. (2008).** Diminished expression of ACTH signaling proteins and steroidogenic limiting factors in adrenocortical cells isolated from halothanenn pigs. *Domestic animal endocrinology*, 35(1), 1-7.
- 50) **Liakos, P., Chambaz, E. M., Feige, J. J., Defaye, G. (1998).** Expression of ACTH receptors (MC2-R and MC5-R) in the glomerulosa and the fasciculata-reticularis zones of bovine adrenal cortex. *Endocrine research*, 24(3-4), 427-432.
- 51) **Manna, P. R., Wang, X. J., Stocco, D. M. (2003).** Involvement of multiple transcription factors in the regulation of steroidogenic acute regulatory protein gene expression. *Steroids*, 68(14), 1125-1134.
- 52) **Marieb, E. N., Lachaine, R., Moussakova, L. (1993).** Anatomie et physiologie humaines (Vol. 1014). De Boeck Université.
- 53) **Mesbah, S., Brudieux, R. (1982).** Diurnal variation of plasma concentrations of cortisol, aldosterone and electrolytes in the ram. *Horm Metab Res* 14:320-323. DOI: 10.1055/s-2007-1019005.
- 54) **Mouffok, N. (1998).** Etude de l'activité sexuelle au cours de la croissance du jeune chez la chèvre bédouine *Capra hircus*. Thèse de Magister, USTHB, Alger, 89 p.
- 55) **Nazifi, S., Gheisari, R., Poorabbas, H. (1999).** The influence of thermal stress on serum biochemical parameters of dromedary camels and their correlation with thyroid activity. *Comp Haematol Int* 9:49-53
- 56) **Nicolaidis, Nc. (2014).** Adrenal Steroid Hormone Secretion: Physiologique and Endocrine Aspects. Elsevier Inc .p2
- 57) **Norris, D.O., Carr, J. A. (2021).** Vertebrate Endocrinology (Sixth Edition), Pages 259-289.
- 58) **Oda, H., Lotshaw, D. P., Franco-Saenz, R., Mulrow, P. J. (1991).** Local generation of angiotensin II as a mechanism of aldosterone secretion in rat adrenal capsules. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 196(2), 175-177.
- 59) **Oikonomidis, I. L., Kiossis, E., Brozos, C., Kritsepi-Konstantinou, M. (2019).** Effect of Season on Hematologic, Biochemical, and Hormonal Analytes in Rams of Two Breeds. *Acta Veterinaria*, 69(4), 434-442.
- 60) **Porcu, P., O'Buckley, T. K., Morrow, A. L., Adinoff, B. (2008).** Differential hypothalamic-pituitary-adrenal activation of the neuroactive steroids pregnenolone sulfate and deoxycorticosterone in healthy controls and alcohol-dependent subjects. *Psychoneuroendocrinology*, 33(2), 214-226.
- 61) **Raharison, F., Bourges Abella, N. (2017).** Echographie de la glande surrénale normale en brun Sautet J, Deviers A, Mogenicato G. Anatomie, histologie et lémurien : *Eulemurfulvus*. *J Med Primatol.*;00:1-6.

- 62) **Rivier, C., Chizzonite, R., Vale, W. (1989).** In the Mouse, the Activation of the Hypothalamic Pituitary-Adrenal Axis by a Lipopolysaccharide (Endotoxin) Is Mediated through Interleukin-1. *Endocrinology*, 125(6), 2800-2805.
- 63) **Rocco, S., Ambroz, C., Aguilera, G. (1990).** Interaction between serotonin and other regulators of aldosterone secretion in rat adrenal glomerulosa cells. *Endocrinology*, 127(6), 3103-3110.
- 64) **Rogerson, F. M., Brennan, F. E., Fuller, P. J. (2004).** Mineralocorticoid receptor binding, structure and function. *Molecular and cellular endocrinology*, 217(1-2), 203-212.
- 65) **Rosol, T. J., Yarrington, J. T., Latendresse, J., Capen, C. C. (2001).** Adrenal gland: structure, function, and mechanisms of toxicity. *Toxicologic pathology*, 29(1), 41-48.
- 66) **Ruhs, S., Nolze, A., Hübschmann, R., Grossmann, C. (2017).** 30 Years of the mineralocorticoid receptor: nongenomic effects via the mineralocorticoid receptor. *Journal of Endocrinology*, 234(1), T107-T124.
- 67) **Russell, K. E., Roussel A. J. (2007).** Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. *Vet Clin North Am FoodAnimPract* 23: 403-426. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.003>
- 68) **Schweigerer, L., Neufeld, G., Friedman, J., Abraham, J. A., Fiddes, J. C., Gospodarowicz, D. (1987).** Basic fibroblast growth factor: production and growth stimulation in cultured adrenal cortex cells. *Endocrinology*, 120(2), 796-800.
- 69) **Seddiki, B., Ghalamoun, S. (2019).** Les surrénales. Université d'Oran, Faculté de médecine, Département de médecine service d'Histologie –Embryologie d'Oran .2-4.
- 70) **Semaida, A. I., El-Ghany, A., Masouda, A. (2021).** Physiological Responses of Baladi Goats undergoing Water Deprivation during Summer Condition. *Journal of Animal and Poultry Production*, 12(3), 101-109.
- 71) **Sharma, A., Kumar, P., Singh, M., Vasishta, N. K. (2015).** Haemato-biochemical and endocrine profiling of north western Himalayan Gaddi sheep during various physiological/reproductive phases. *Open veterinary journal*, 5(2), 103-107.
- 72) **Silanikove, N. (2000).** The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, 35(3), 181-193.
- 73) **Skotnicka, E. (2003).** Circadian variations of plasma renin activity (PRA), aldosterone and electrolyte concentrations in plasma in pregnant and non-pregnant goats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 134(3), 385-395.
- 74) **Skotnicka, E. (2003).** Circadian variations of plasma renin activity (PRA), aldosterone and electrolyte concentrations in plasma in pregnant and non-pregnant goats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 134(3), 385-395.
- 75) **Smith, E. M. (2008).** Neuropeptides as signal molecules in common with leukocytes and the hypothalamic–pituitary–adrenal axis. *Brain, Behavior, and Immunity*, 22(1), 3-14.
- 76) **Spat, A., Hunyady, L. (2004).** Control of aldosterone secretion: a model for convergence in cellular signaling pathways. *Physiological reviews*, 84(2), 489-539.
- 77) **Stockand, J. D. (2002).** New ideas about aldosterone signaling in epithelia. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 282(4), F559-F576.

- 78) **Tajik, J., Sazmand, A., Hekmatimoghaddam, S., Rasooli, A., Mohammadzadeh, Y. A. (2015).** Serum concentrations of some ions in clinically healthy camels (*Camelus dromedarius*). Eurasian J Vet Sci 31(4):204–208
- 79) **Thomas, W., Harvey, B. (2019).** Aldosterone Regulation of Protein Kinase Signaling Pathways and Renal Na⁺ Transport by Non-genomic Mechanisms. In Aldosterone-Mineralocorticoid Receptor-Cell Biology to Translational Medicine. IntechOpen.
- 80) **Thomas, W., Harvey, B. J. (2011).** Mécanismes sous-jacents aux effets rapides de l'aldostérone dans le rein. Revue annuelle de physiologie.73:335-357. DOI : 10.1146/annurevphysiol- 012110-142222
- 81) **Tkhorenko, B. A., Tsepokina, A. V., Trishkina, N. N., Lavryashina, M. B., Ponasenko, A. V. (2019).** Aldosterone Biosynthesis: Genetic Control and Contribution to the Development of Arterial Hypertension. Russian Journal of Genetics, 55(6), 672-680.
- 82) **Turquetil, A., Reznik, Y. (2019).** Les glandes surrénales, rôle et dysfonctionnement. Actualités Pharmaceutiques, 58(585), 18-22.
- 83) **Wang, Y., Yamaguchi, T., Franco-Saenz, R., Mulrow, P. J. (1992).** Regulation of renin gene expression in rat adrenal zona glomerulosa cells. Hypertension, 20(6), 776-781.
- 84) **Wémeau, J. L., Schlienger, J. L., Vialettes, B. (2014).** Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition pour le praticien. Elsevier Masson.
- 85) **Younis, F. E. (2020).** Impact du stress thermique sur les paramètres physiologiques, hématologiques, biochimiques, électrolytiques, immunologiques et antioxydants chez les chèvres Baladi et Shami d'Egypte. Animal Science Reporter ,13(1): 21-39.
- 86) **Zatra, Y. (2018).** Influence testiculaire sur l'activité de l'axe hypophysosurrénalien de Gerbillus tarabuli (Thomas, 1902)" aspects histophysiologique, cellulaire et moléculaire" (Doctoral dissertation).Alger.120p
- 87) **Zeidan, A. E. B., Abd El-Salam A. M., El-Malky, O. M., Ahmadi, E.A., Sarhan, D. M. A., Daader, A. H. (2008).** Biochemical and histological changes of the ovary of the dromedary camel during breeding and non-breeding seasons. Egypt J Basic Appl Physiol 7:287–308
- 88) **Zennaro, M. C., Hubert, E. L., Fernandes-Rosa, F. L. (2012).** Aldosterone resistance: structural and functional considerations and new perspectives. Molecular and cellular endocrinology, 350(2), 206-215.
- 89) **Zhang, Z., Li, X., Wang, H., Guo, C., Gao, L., Liu, L., Liu, G. (2011).** Concentrations of sodium, potassium, magnesium, and iron in the serum of dairy cows with subclinical ketosis. Biological trace element research, 144(1), 525-528.
- 90) **Zia-Ur-Rahman, D., Ahmad, N., Bukhari, S. A., Akhtar, N., Haq, I. U. (2007).** Serum hormonal, electrolytes and trace element profiles in the rutting and non-rutting one-humped male camel (*Camelus dromedarius*). Anim Reprod Sci 101(1–2, 172):–178.

Annexes

Annexe 1 : Technique histologique**FICHE TECHNIQUE N°1: DÉSHYDRATATION**

1 bain d'alcool 70°	conservation illimitée
1 bain d'alcool 70°	30 min
2 bains d'alcool 96°	30 min
2 bains d'alcool 100°	30 min

FICHE TECHNIQUE N°2: COLORATION TOPOGRAPHIQUE AU TRICHROME DE MASSON**1- Réactifs:****1.1- Hématoxyline de Grolât: (préparation à froid)**

Acide sulfurique concentré	0,8 ml
Alun de fer.....	1 g
Eau distillée	50 ml
Hématoxyline	0,5 g
Alcool 95°	50 ml

Laisser reposer pendant une heure et filtrer (Se conserve pendant trois mois environ)

1.2- Fuchsine acide-Ponceau: (préparation à froid) (Conservation illimitée)

Fuchsine acide	0.1 g
Ponceau	0.2 g
Eau distillée	300 ml

Après reconstitution et dissolution, ajouter :

Acide acétique	0.6 ml
----------------------	--------

1.3- Orange G acide phosphomolybdique: (préparation à froid) (Conservation illimitée.)

Acide phosphomolybdique	1 g
Orange G	2 g
Eau distillée	100 ml

1.4 - Vert lumière acétique: (Préparation à froid) (Conservation illimitée)

Vert lumière0.1 g
Eau distillée100 ml
Ajouter après dissolution:
Acide acétique2 ml

2 - Mode opératoire:

Hydrater ;
Colorer par Hématoxyline de Goat 1 min 30S ;
Laver à l'eau courante pendant 5 min ;
Colorer par le mélange fuchsine Ponceau pendant 2 min environ ;
Rincer à l'eau acétifier à 1% ;
Colorer par l'orange G acide phosphomolybdique pendant 2 min ;
Rincer à l'eau acétifier à 1% ;
Colorer par vert lumière pendant 30s environ ;
Laver à l'eau acétifier à 1% ;
Déshydrater et monter à l'Eukit.

3 - Résultat: les noyaux sont colorés en noir, le cytoplasme en rouge le tissu conjonctif en vert.

Fiche techniqueN°3 : Coloration topographique a l'Hémalun-éosine

1-Réactifs :

1.1-Hématoxyline de Groat :(préparation a froid) :

1.2-Eosine (préparation a froid) :

-Eosine.....1g
-Eau distillé 100ml

2- Mode opératoire :

Déparaffinage :

Xylène (2bains pendant 10min)

Alcool 100 (2bains pendant 5min)

Alcool 96 (1bain pendant 5min)

Alcool 70 (1bain pendant 5min)

Eau courante (1bain pendant 3min)

_ Hématoxyline de Grolât pendant 5min

Laver a l'eau courante pendant 5min

_ coloré par l'Eosine pendant 30s

Rincer a l'eau

_ Déshydratation:

Alcool 96 (30s)

Alcool 100 (30s)

Xylène (30min) et monter à l'eukitt

3-Résultat :Colore les noyaux en bleu noir et le cytoplasme acidophile en rose : cette coloration a été utilisée à la fois pour l'étude morpho métrique et la prise de photographie

2-Appareillage :



Etuve



Bain-marie



Microtome



Plaque chauffante



Coloration au Trichrome de Masson



Microscope à caméra



Des instruments

1 -Résultats de l'étude morphométrique

Tableau I : Variations de la morphométrie tissulaire et cellulaire du cortex surrénal au cours du cycle sexuel de la chèvre locale des zones arides.

Paramètres	Zones du cortex surrénal		Anœstrus	Activité sexuel
Epaisseur des zones (µm)	CS		863,22 ±52,23	669,66 ±39,23
	ZG		95,22 ±3,84	94,01 ±3,95
Surface cellulaire et nucléaire (µm ²)	ZG	SC	51,74±2,79	49,63±3,16
		SN	8,46±0,34	7,87±0,22

2- Résultats de dosage d'Aldostérone, ACTH et Progestérone**Tableau II** : variations annuelles des valeurs moyennes individuelles de l'aldostéronémie (en pg/ml).

Mois	Chèvre1	Chèvre2	Chèvre4	Chèvre5	Chèvre9
Janvier	9,9±1.80	2,07±0.29	48,09±2.19	65,4±3.24	17,75±9.11
Février	6,83±0.91	2,22±0.40	198,1±1.15	0,4±0.05	46,92±17.47
Mars	5,77±0.31	9,35±0.95	11,9±3.04	1,5±0.51	10,67±8.19
Avril	12,3±1.76	12,1±0.34	8,3±0.75	6,66±4.56	14,95±3.86
Mai	57,25±15.3	23,1±7.15	36,8±23.41	34,4±21.87	7,53±1.06
Juin	10,5±0.90	9,13±0.69			18,25±1.76
Juillet	4,9±1.7	5,45±0.75			25±8.56
Aout	5,35±4.5	10,8±0.9			38,95±2.75
Septembre	2,02±0.96	26,5±10.21			34,6±4.58
Octobre	3,2±1.55	22,79±2.98			30,36±4.33
Novembre	2,55±0.37	17,06±3.66			30,42±7.4
Décembre	2,14±0.44	2,33±0.23			59,56±7.82

Tableau III: variations annuelles de la concentration plasmique en aldostérone et en progestérone chez la chèvre locale des zones arides

Mois	Aldostéronimie (pg/ml)	Progestéronimie (ng/ml)
Janvier	28,65±2,6	4,51±0,93
Février	50,8±5,8	2,74±0,85
Mars	7,8±2,5	0,53±0,04
Avril	10,8±1,4	0,46±0,03
Mai	31,8±7,4	0,41±0,04
Juin	12,6±0,5	0,39±0,03
Juillet	11,7±4,2	0,54±0,05
Aout	18,3±1,3	1,43±0,45
Septembre	21±4,6	4,06±0,79
Octobre	18,7±1,07	4,7±0,74
Novembre	16,6±3,75	5,33±0,78
Décembre	21,3 ±4,3	4,42±0,95

Tableau IV: variations annuelles en ACTH et en Aldostéronémie chez la chèvre bédouine de la zone aride.

Mois	Aldostéronémie (pg/ml)	ACTH (ng/ml)
Janvier	28,65±2,6	11,4±0,57
Février	50,8±5,8	14,89±3,4
Mars	7,8±2,5	30,5±11,79
Avril	10,8±1,4	17,31±2,38
Mai	31,8±7,4	21,31±3,85
Juin	12,6±0,5	11,57±0,98
Juillet	11,7±4,2	19,13±1,85
Aout	18,3±1,3	47,5±11,4
Septembre	21±4,6	37,7±11,6
Octobre	18,7±1,07	18,18±3,08
Novembre	16,6±3,75	13,0 ±1,17
Décembre	21,3 ±4,3	15,45±1,8

3- Résultats des électrolytes

Tableau VI: Evolution de la natrémie et la kaliémie (mmol/l) et du rapport Na⁺/K⁺ chez la chèvre native des zones arides.

Période	Dates des prélèvements	Na ⁺	K ⁺	Na ⁺ /K ⁺
Ancestrus	18/05/2003	139,5±1,5	4,6±0,9	31,7±5,6
	21/05/2003	142,7±1,7	4,2±0,6	35,1±4,5
	25/05/2003	141,7±3,2	3,4±5,0	42,7±5,0
	28/05/2003	145,0±8,3	4±0,9	38,4±5,8
	01/06/2003	153,7±8,8	3,9±0,2	39,2±1,9
	04/06/2003	142,3±5,7	4,1±0,1	35,1±1,9
	08/06/2003	150,7±3,2	3,9±0,2	38,8±1,7
	11/06/2003	142,7±8,8	4,1±0,6	36,6±6,7
	15/06/2003	139,7±5,9	4,2±0,5	34,7±5,0
	18/06/2003	143,0±2,1	4±0,3	36,4±2,7
	22/06/2003	142,5±7,5	3,6±0,0	39,6±2,1
	25/06/2003	148,5±12,5	5,1±1,1	30,2±3,8
	02/07/2003	139,7±5,6	4,6±0,8	31,2±3,6
	06/07/2003	149,3±6,4	4,6±0,6	33,4±3,6
	09/07/2003	140,5±4,5	4±0,6	36,4±4,9
	13/07/2003	142,3±3,0	3,8±0,4	38,1±4,5
		Moyenne	144±1,3	4,2±0,1
Activité sexuelle	03-06/08/2003	140±3,4	3,7±0,3	38,3±1,1
	10-13/08/2003	130,7±4,0	4,5±0,5	28,7±3,1
	17-20/08/2003	142±2,2	4,5±0,3	30±1,9
	24-27/08/2003	134,7±5,7	3,8±0,6	34,7±8,4
	03-07/9/2003	150,7±6,0	4,1±0,5	38,6±1,9
	10-14/09/2003	143,8±3,2	3,7±0,2	39,5±0,4
	17-21/09/2003	147,3±3,3	4,4±0,3	33,7±0,1
	04-08/09/2003	138,5±2,9	4±0,4	35,7±2,5
		Moyenne	144±1,6	4,1±0,1

