

PARTICULARITÉS HISTO-FONCTIONNELLES DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR FEMELLE DE LA GERBOISE DU DÉSERT *JACUCLUS JACULUS* L. : ÉTAT DE L'ACTIVITÉ OVARIENNE AU COURS DE LA PÉRIODE PRINTANIÈRE

DJAZOULI-ALIM Fatma Zohra^{1,2*}, HAMDANI Karima¹, AMAR Khadoudja¹, HAROUZ Djamilia^{1,2}, ZIDANI Asma^{3,2} et LEBAILI Nemcha^{3,2}

1. Département des Biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Saad Dahleb Blida 1, B.P. 270, route de Soumaa, Blida Algérie
2. Laboratoire d'Éco-Biologie Animale, École Normale Supérieure de Kouba Bachir El Ibrahim, B.P. 92, Alger 6050, Algérie
3. Département des Sciences Naturelles, École Normale Supérieure de Kouba Bachir El Ibrahim, B.P. 92, Alger 6050, Algérie

Reçu le 02/08/2018, Révisé le 19/11/2018, Accepté le 22/11/2018

Résumé

Description du sujet : Cette étude décrit la structure de l'appareil reproducteur femelle (ovaire et tractus génital) de la gerboise du désert appartenant à la famille des Dipodidae *Jaculus jaculus* (Linnaeus, 1758), vivant dans le Sahara sud-est de l'Algérie.

Objectifs : Étude des caractéristiques anatomique et histologique de l'appareil reproducteur femelle et estimation de l'activité gonadique des femelles.

Méthodes : Étude histologiques par des colorations topographiques classiques des différentes parties de l'appareil reproducteur femelle : ovaire et tractus génital (oviducte, corne utérine, conduit vaginal); technique immunohistochimique (immunomarquage de l'œstrogène au niveau de l'ovaire) et morphométrie des follicules ovariens.

Résultats : Les follicules ovariens sont présents à différents tailles et stades et se répartissent de manière hétérogène au niveau du parenchyme ovarien, ils ont été classés selon leur diamètre en follicules de : 20,44µm, de 80,57µm, de 130,37µm et de 300,64µm de diamètre. Présence de l'œstrogène dans certaines cellules parenchymateuses interstitielles, au niveau de la thèque folliculaire et au niveau de la granulosa. Des cils très développés au niveau de l'infundibulum de l'oviducte. Muqueuses utérine et vaginal riche en glandes.

Conclusion : L'aspect histologique de l'ovaire et du tractus génital de la gerboise déserticole, ainsi que l'immunomarquage positif de l'œstrogène, sont en faveur d'un état de préparation de l'animal à l'activité de reproduction.

Mots clés : *Jaculus jaculus*, ovaire, tractus génital, stades folliculaires, histologie, activité ovarienne.

HISTO-FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE DESERT GERBOA *JACUCLUS JACULUS* L. REPRODUCTIVE SYSTEM: STATUS OF OVARIAN ACTIVITY DURING SPRING PERIOD

Abstract

Description of the subject: This study describes the structure of the female reproductive system (ovary and genital tract) of the desert jerboa belonging to Dipodidae family *Jaculus jaculus* (Linnaeus, 1758), living in the southeastern Sahara of Algeria.

Objective: Study of the anatomical and histological characteristics of the female reproductive system and estimation of the gonadal activity of females.

Methods: Histological study by staining of different parts of the female reproductive system: ovary and genital tract (oviducts, uterine horn; vaginal duct). Immunohistochemical technique (immunostaining of ovary by antibodies anti-estrogen) and morphometry of ovarian follicles.

Results: The ovarian follicles were present at different sizes and stages and were distributed heterogeneously in ovarian parenchyma; they were been classified according to their diameter into follicles of: 20.44µm, 80.57µm, and 130.37µm; and 300.64µm. The positive immunolabelling of estrogen in some interstitial parenchymal cells, follicular theca and granulosa. Oviduct infundibular cilia were developed. Several glands were found in uterine horn and vaginal mucosa.

Conclusion: The histological appearance of the desert gerboa ovary and genital tract as well as the positive immunolabelling of estrogen, may indicate a beginning of a reproductive activity.

Keywords: *Jaculus jaculus*, ovary, genital tract, follicular stages, histology, ovarian activity.

*Auteur correspondant : DJAZOULI-ALIM Fatma Zohra, E-mail : zahrolim@yahoo.com.

INTRODUCTION

La persistance d'un animal dépend de son pouvoir d'adaptation aux conditions environnementales et le maintien de son activité de reproduction. Il est bien connu que les conditions du milieu ambiant et le statut nutritionnel, influence de façon importante le cycle de la reproduction. En effet, les animaux vivant dans les régions arides entre autres les rongeurs, synchronisent leur activité reproductrice en détournant leur physiologie vers l'économie de l'énergie et de l'eau et la production de leur descendance au moment des conditions environnementales optimales [1]. *Jaculus jaculus*, est un rongeur déserticole nocturne, de petite taille appelé "la gerboise du désert" ou "la petite gerboise de l'Égypte" comparée à la grande gerboise (*Jaculus orientalis*) de la famille des Dipodidae. Son équivalent écologique en nord de l'Amérique est le rat Kangourou de la famille des Heteromyidae. La petite gerboise est distribuée en Afrique du nord (dont le Sahara de l'Algérie), l'ouest de l'Iran et dans le Sahara de l'Arabie [2]. Peu de travaux ont été rapportés sur l'anatomie, l'histophysiologie de l'appareil reproducteur femelle ainsi que le cycle de son activité au cours des différentes périodes de l'année.

Une ancienne étude sur le *Jaculus jaculus* du Sudan [3], avait enregistré un faible taux (22,2%) de naissance à la période avril-mars et un taux important (85,7%) en septembre-novembre. Happold [4], avait observé des gestations essentiellement à la période octobre-février. Par ailleurs, une autre étude suggère, une importante augmentation de la densité populationnelle en hiver (février 2015) à la région du Sahara atlantique [5]. Dans cette étude, les particularités de l'appareil reproducteur femelle de *Jaculus jaculus* sont présentées ainsi que leur relation histo-fonctionnelle qui pourrait nous renseigner sur le cycle d'activité gonadique à la période de leur capture.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le modèle animal de cette étude est un rongeur appartenant à la famille des Dipodidae du genre et espèce *Jaculus jaculus* (Linnaeus, 1758) [6] (Fig. 1), capturé au sud-est du Sahara Algérien. Des femelles adultes pesant entre 55-60g, alimentées en grains d'orge, de blé ou de maïs durant quatre semaines. Après anesthésie avec le chloroforme par inhalation, les animaux ont été sacrifiés, l'appareil reproducteur était rapidement disséqué et fixé dans le paraformaldehyde 4% (dans le tampon phosphate, pH=7,4).



Figure 1. La petite gerboise d'Égypte
الجربوع المصري الصغير
Lesser egyptian jerboa

Famille : Dipodidae , Genre: *Jaculus*. Ce rongeur est caractérisé par un peulage de la couleur de sable, de longues pattes postérieures et d'une longue queue pourvue d'une touffe de poils à son extrémité.

1. Etude histologique

Les tissus des différentes parties de l'appareil génital femelle à savoir : les gonades et le tractus génital (oviductes, cornes, col, conduit vaginale) ont été mis dans des blocs de paraffine, selon les techniques histologiques classiques (déshydratation dans des bains d'alcool à titre croissant, imprégnation et inclusion à la paraffine). Des coupes de 3µm ont été réalisées au microtome puis réhydratées et colorées par les colorations d'hématoxyline et éosine et le trichrome de Masson (fuchsine-ponceau et vert lumière). La coloration Papanicolaou est polychrome, elle est employée sur un frottis vaginal pour différencier les cellules épithéliales de la couche profonde des cellules épithéliales de la couche superficielle. Les frottis vaginaux ont été traités par l'hématoxyline de Harris (colorant nucléaire) et à l'orange G (OG6) et l'éosine-azure (EA50) qui colore le cytoplasme.

2. Immunomarquage de l'œstrogène

Dans cette étude le kit de marquage utilisé est (Novolink™ Polymer Detection System). Les coupes de 3µm réhydratées et lavées au tampon, ont subi un prétraitement de démasquage enzymatique des épitopes puis ont été incubées avec la solution "Peroxidase Block", pour bloquer la peroxydase endogène. Cette étape est suivie par l'incubation avec le "Protein Block" pour éviter les liaisons non spécifiques de l'anticorps primaire et secondaire. Après des lavages, les coupes ont été mises à réaction avec l'anticorps primaire (anti-œstrogène), un post-primaire (anti-corps secondaire), était utilisé pour détecter l'anticorps primaire. Le polymère Novolink™ reconnaît les deux anticorps. Les coupes ont été ensuite incubées avec le substrat chromogène, le 3,3'-diaminobenzidine (DAB), préparé à partir du "DAB Chromogen" et du "Novolink™ DAB Substrate" Buffer (Polymer). La réaction du DAB avec la peroxydase produit un précipité brun au niveau du site antigénique. Les coupes ont été par la suite contre colorées à l'hématoxyline.

3. Etude morphométrique

Les diamètres des follicules ovariens de trois femelles (n=3) ont été mesurés par le logiciel UTHSCSA Image Tool, version 3.00 à partir d'images microscopiques numérisées.

RÉSULTATS

1. Organisation anatomique de l'appareil reproducteur femelle

L'appareil reproducteur femelle, de la gerboise déserticole, comprend les gonades et le tractus génital (Fig. 2A et 2B). Les ovaires d'environ 3 mm de longueur à aspect superficiel rugueux, sont logés dans la cavité pelvienne de l'animal, ils sont recouverts par une masse importante de tissu adipeux (Fig. 2A). Dégagés de leur emplacement et du tissu adipeux (Fig. 2B), ils sont de couleur blanchâtre à l'état fraie. Ils prennent la forme d'un haricot ayant des fentes profondes au niveau du hile (Fig. 2C et 2D). De nombreuses saillies hétérogènes et de différentes tailles, remplies de liquide, sont repoussées à l'extérieure de l'ovaire, ces formations correspondent aux follicules ovariens matures (Fig.2D). Au niveau du hile, s'attache le premier segment du tractus génital : l'oviducte qui est très sinueux (Fig.2C). L'utérus est bicornu en forme de "Y", contenant deux longues cornes, qui occupent une partie importante du tractus génital (Fig. 2B).

2. Microanatomie de la partie proximal de l'appareil génital femelle

L'ovaire de la gerboise déserticole a été exploré à différents plans et par différentes colorations composées et simples, à savoir le trichrome de Masson (Fig. 3A et 3C), la fuchsine ponceau (Fig. 3B) et l'hématoxyline (Fig. 3D). Les coupes ont permis de mettre en évidence les particularités microanatomiques et les composants cellulaires. En effet, le nombre important de follicules aux différents stades de maturation est l'élément le plus remarquable. Un plan ne passant pas par le hile traité par la coloration de trichrome, mis en évidence la région médullaire et corticale (Fig. 3A). L'ovaire à la région du hile montre la présence de fentes, qui prennent leur origine profondément dans la partie médiane de l'ovaire (Fig. 3B, 3C et 3D). Des follicules à différents stades, peuplent l'ovaire et présentent une distribution homogène pour les follicules primordiaux, ayant des tailles rapprochées (Fig. 3A), et parfois hétérogènes différentes (Fig. 3C). Des structures ligamenteuses sont retrouvées à proximité de l'ovaire (Fig. 4), notamment le tissu adipeux qui semble une structure importante dans ces zones de contact avec le début du tractus génital (Fig. 4A et 4C).

Au plus fort grossissement, le parenchyme ovarien est caractérisé par la présence de populations hétérogènes de follicules (Fig. 5A). Ces derniers sont retrouvés dispersés dans le parenchyme et bordent l'épithélium germinatif (EP.g) qui enveloppe l'ovaire notamment au

niveau des fentes ovariennes (Fig. 5B et 5C). Les franges (se trouvant à l'extrémité de l'infundibulum) sont rapprochées de l'EP.g (Fig. 5C et 5D), ce dernier est de type pavimenteux stratifié (Fig. 5E), celui des franges est cylindrique pseudostratifié cilié (Fig. 5E et 5F).

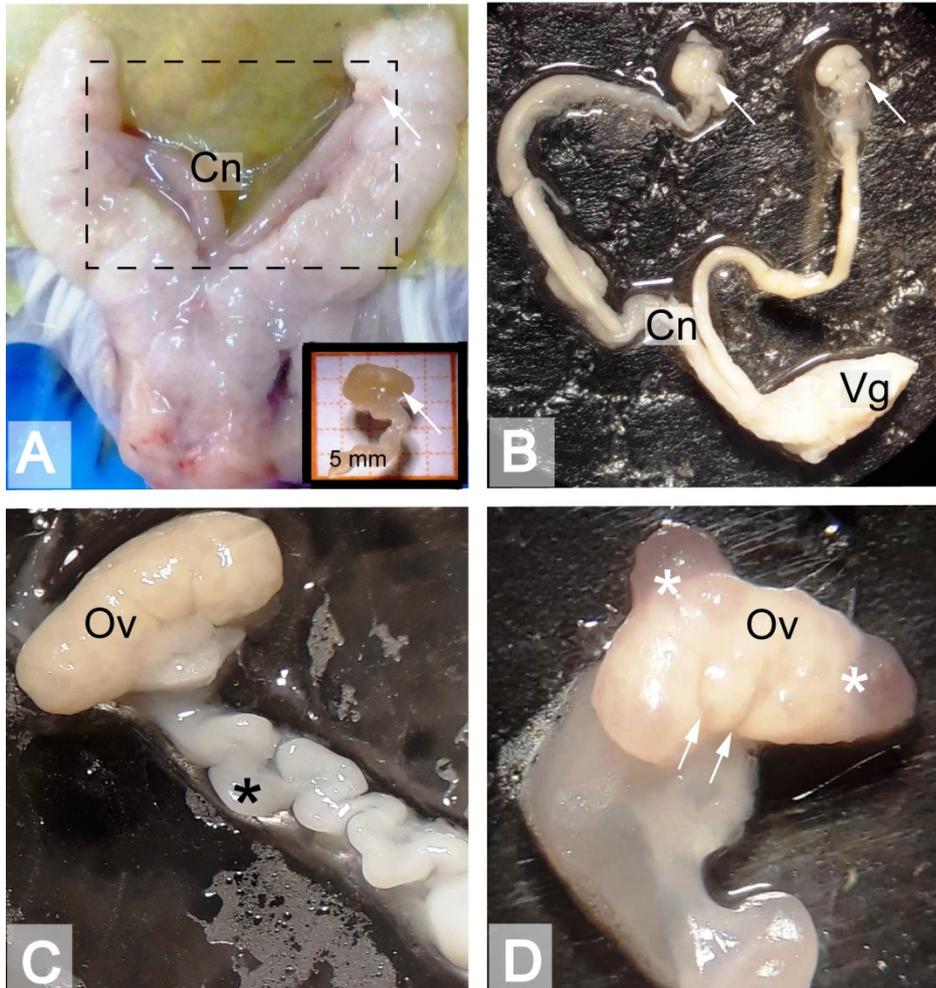


Figure 2. Anatomie de l'appareil génital femelle de la gerboise déserticole

A. Appareil génital (rectangle) retiré de la cavité pelvienne de la femelle; l'ovaire (flèche) (dans le carré environ de 3 mm de diamètre) et la cornes utérine (Cn), sont bordés par le tissu graisseux et les structures ligamenteuses. B, C, D. Appareil génital après dissection. Les flèches en B indiquent les ovaires. A noter en C, l'aspect contourné de l'oviducte (astérisque). D. Follicules saillants remplis de liquide (astérisques) et les fentes (flèches). Ov: ovaire; Vg: vagin.

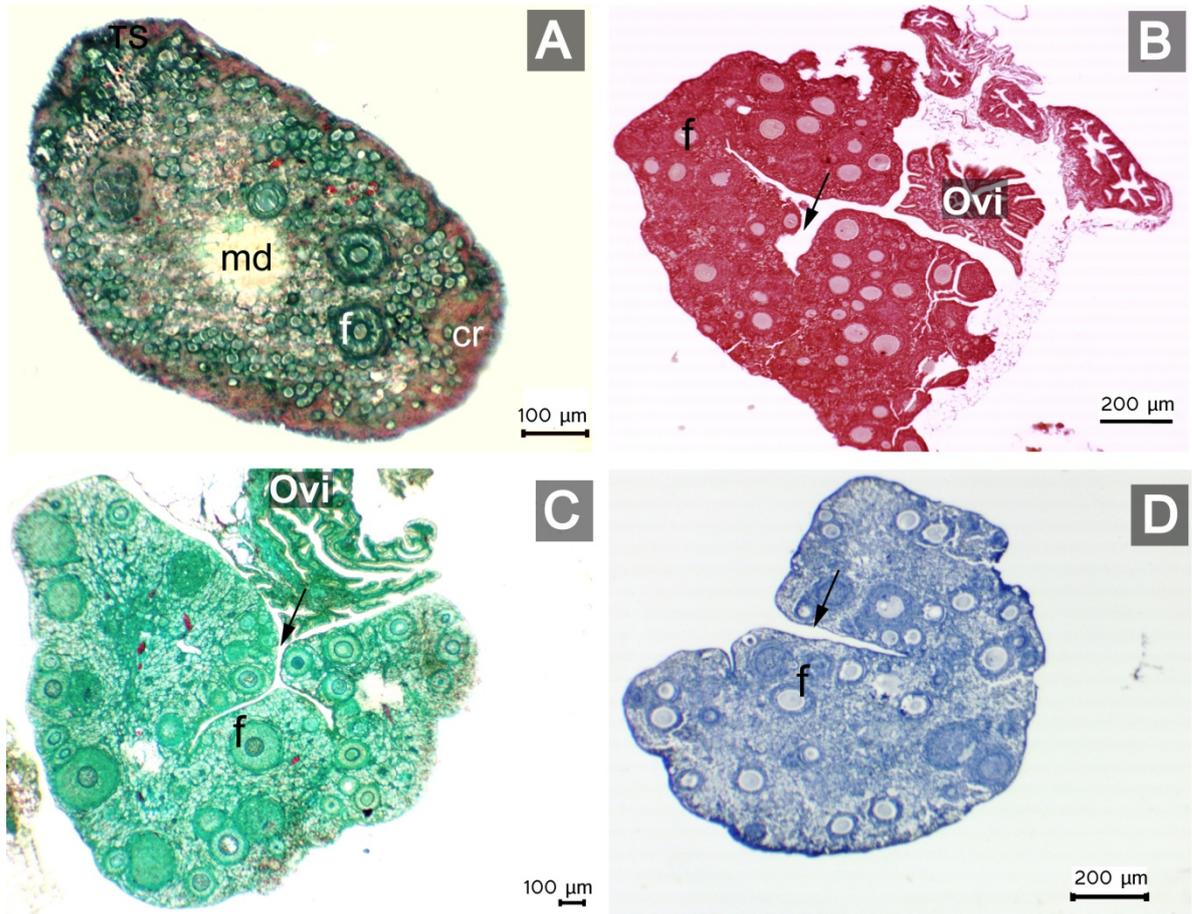


Figure 3. Microanatomie de l'ovaire de la gerboise déserticole

A. Aspect histologique en faible grossissement, partie médullaire (md) et corticale (cr).
 B, C, D. Ovaire à la partie médiane avec différentes colorations, noter la présence d'une fente centrale (flèches) et la répartition hétérogène des follicules ovariens. Ovi: oviducte.
 A -C: Coloration trichrome de Masson; B: Fuschine ponceau; D: Hématoxyline.

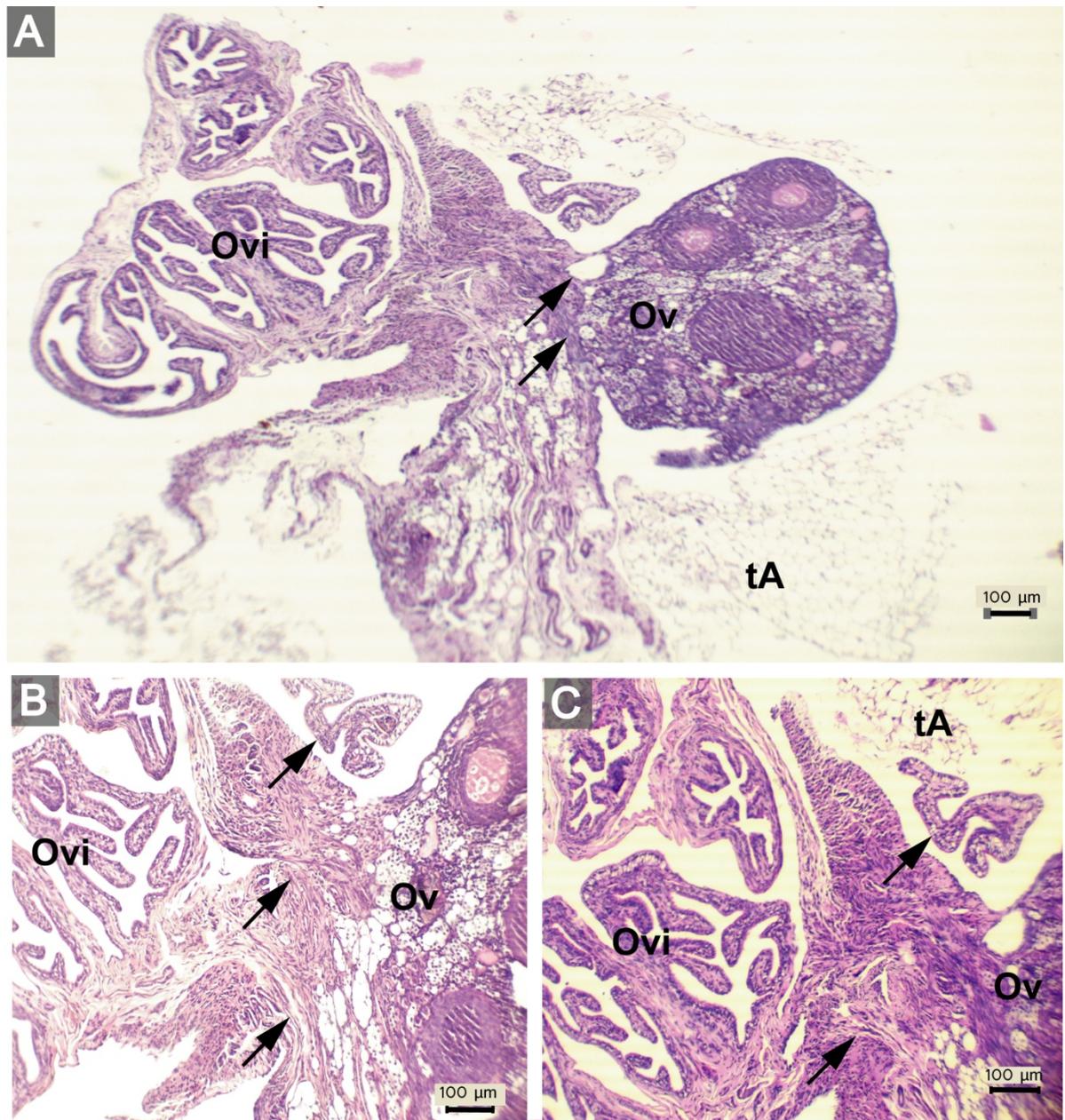


Figure 4. Zones de contact entre l'ovaire et le début du tractus génital femelle de la gerboise déserticole

A. Points de contact entre le tractus et l'ovaire (flèches). Ovi: oviducte; tA: tissu adipeux.
 B, C. Fort grossissement des parties de l'oviducte proches de l'ovaire (franges et infundibulum) à différents points (flèches). Coloration hématoxyline & éosine.

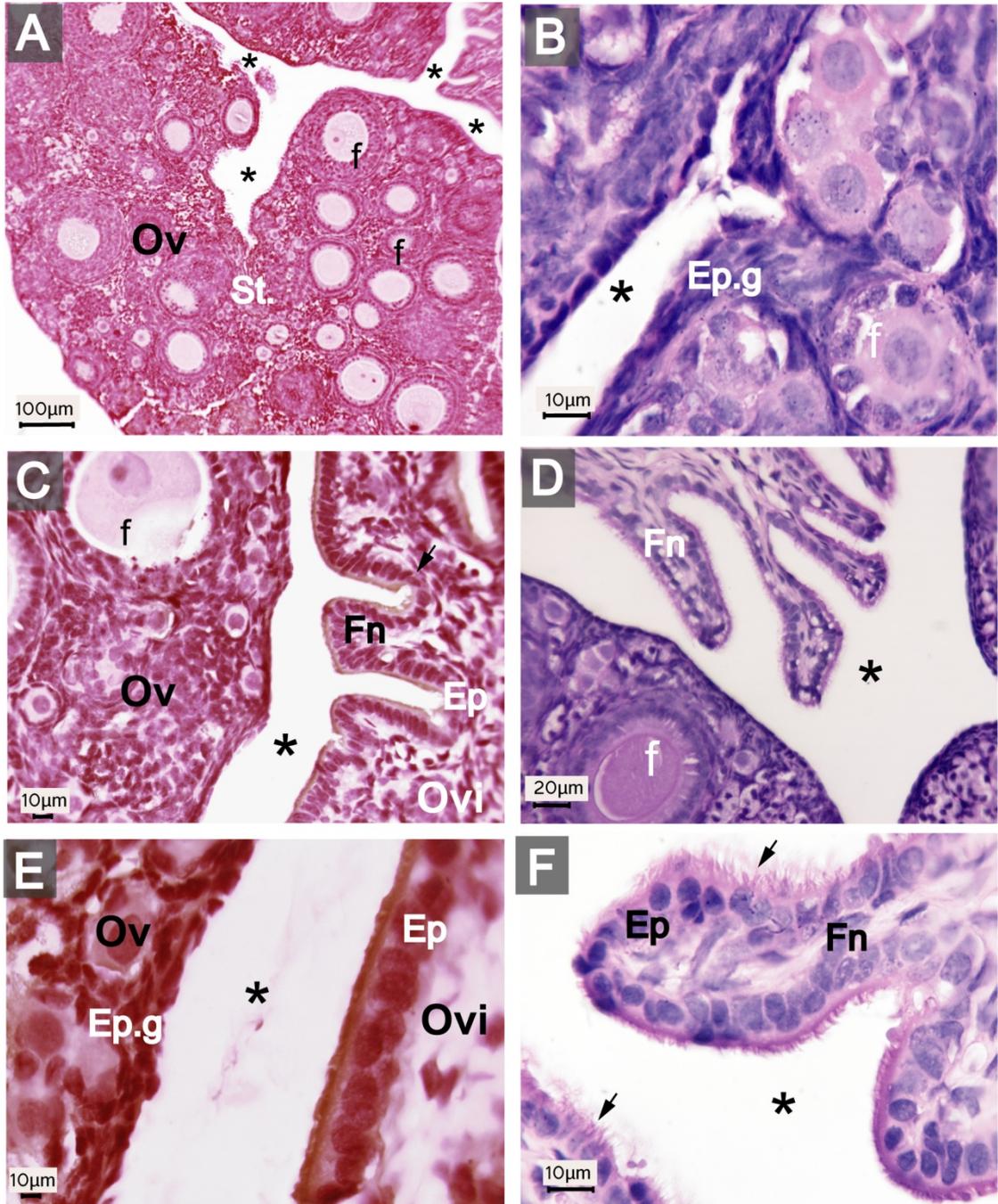


Figure 5. Interface entre l'ovaire et le début du segment supérieur du tractus génital

A. Stroma (St) ovarien (Ov) riche en follicules (f) en différents stades, les astérisques indiquent les fentes ovariennes. B. Des follicules primitifs bordent l'épithélium germinatif (Ep.g) au niveau des fentes ovariennes. C, D. Interface entre l'ovaire et l'oviducte (Ovi) dans sa partie initiale: les franges (Fn) sont constituées par des invaginations de couches tissulaires (muqueuse et un tissu conjonctif riche en cellules). E. L'épithélium germinatif est de type pavimenteux stratifié. F. L'épithélium de la frange (Fn) est de type cylindrique monostratifié cilié (flèches). A, C, E. Coloration en fuschine ponceau. B, D, E. Coloration hématoxyline & éosine.

2.1. Le parenchyme ovarien

Comme cité plus haut, les follicules ovariens sont présents à différents tailles et stades et se répartissent de manière hétérogène au niveau du parenchyme ovarien (Fig. 6). Il est bien évident de retrouver dans l'ovaire de la gerboise des follicules qui sont structurellement loin les uns aux autres et d'autres qui sont proches. En effet, nous avons observé des populations de follicules dans des stades de maturation différents (Fig. 6A et 6B). La population des follicules de faible taille est regroupée sous forme d'amas dans différentes zones de l'ovaire pour former la niche de cellules souches germinales. Ces amas sont retrouvés contre la zone corticale de l'ovaire (Fig. 6A) et entre des follicules à un stade plus mature et de plus grande taille (Fig. 6B). Ces amas établissent des relations structurales avec des cellules ovariennes retrouvées dans le parenchyme de l'ovaire et entre l'épithélium germinatif ovarien et les cellules parenchymateuses extra-folliculaires (Fig. 6C et 6D). Des follicules de faible taille sont retrouvés en étroite relation structural avec des follicules de plus grande taille (Fig. 6E) ou avec leurs thèques (Fig. 6F).

Le follicule de type secondaire est composé d'une à deux couches de nombreuses cellules de type cylindrique. Il est entouré par plusieurs couches de cellules aplaties, qui forment la thèque (Fig. 7A et 7B). Il renferme un ovocyte présentant un grand noyau, un nucléole évident et un cytoplasme accumulant des gouttelettes lipidiques (Fig. 7A). Des cellules parenchymateuses remplissent les espaces entre les follicules, elles sont regroupées en rosettes, leur cytoplasme présente un aspect granuleux (Fig. 7C).

2.2. Principaux groupes de follicules ovariens

L'étude morphométrique a permis de diviser les follicules selon la moyenne de leur diamètre en quatre groupes principaux (Fig. 8): (i) Follicules primordiaux d'une simple couche cellulaire aplatie (4 à 6 cellules) de 20,44µm (Fig. 8A), (ii) Follicules primaire d'une seule couche de plusieurs cellules cubiques 80,57µm (Fig. 8B et 8C), (iii) Follicules secondaire de deux couches de cellules cylindriques de 130,37µm (Fig. 8D et 8E), (iv) Follicules tertiaire de plusieurs cellules cubiques, ayant 300,64µm (Fig. 8F). La taille de l'ovocyte est de 12 à 18µm dans le follicule primordial, de 40 à 46µm dans le follicule primaire, de 55 à 76µm dans le follicule secondaire et de 65-73µm dans le follicule tertiaire précoce.

3. Microanatomie du tractus génital

3.1. L'oviducte

Comme mentionner plus haut, les oviductes sont sinueux et repliés, leur structure histologique est très complexe (Fig. 9). La muqueuse (endosalpinx) au niveau de l'infundibulum, s'invagine vers la lumière pour former des villosités ou des replis (Fig. 9A), qui sont bordées par un épithélium cylindrique monostratifié cilié au-dessus duquel un tissu conjonctif riche en fibrocytes est retrouvé (Fig. 9B).

3.2. La corne utérine

La corne utérine est composée de l'intérieur à l'extérieur d'une muqueuse, une musculuse et une séreuse (Fig. 10). Elle est épaisse grâce à la couche musculaire importante qui renforce la muqueuse. Vers l'intérieur, la muqueuse délimite une lumière ; son chorion renferme un nombre important de glandes exocrines (Fig. 10A, 10B et 10C). L'épithélium de la muqueuse est de type cylindrique simple (Fig. 10E). Certaines formations glandulaires prennent origine de l'épithélium de la muqueuse (Fig. 10D et 10E). Au niveau du chorion les glandes exocrines, sont organisées en acini (Fig. 10D) ou elles sont pelotonnées ou contournées (Fig. 10F).

3.3. Le conduit vaginal

Le dernier segment du tractus génital comprend le vagin, L'épithélium de la muqueuse est pavimenteux (à cellules aplaties) pluristratifié squameux (Fig. 11). Ce dernier, s'invagine au niveau du chorion pour délimiter des amas de cellules (glandes tubuleuses) (Fig. 11A et 11B). Les invaginations épithéliales peuvent être profondes (Fig. 11A et 11B) dans le chorion ou superficielles (Fig. 11C). Le chorion est riche en éléments cellulaires (Fig. 11). Le traitement du frottis vaginal avec la coloration de Papanicolaou, a permis de mettre en évidence deux types de cellules colorées différemment (Fig. 12) : les cellules épithéliales éosinophiles, dérivant de la couche épithéliale superficielle, colorées en rose orangé. Les cellules cynophiles, colorées en vert bleuté, dérivant de la couche épithéliale profonde.

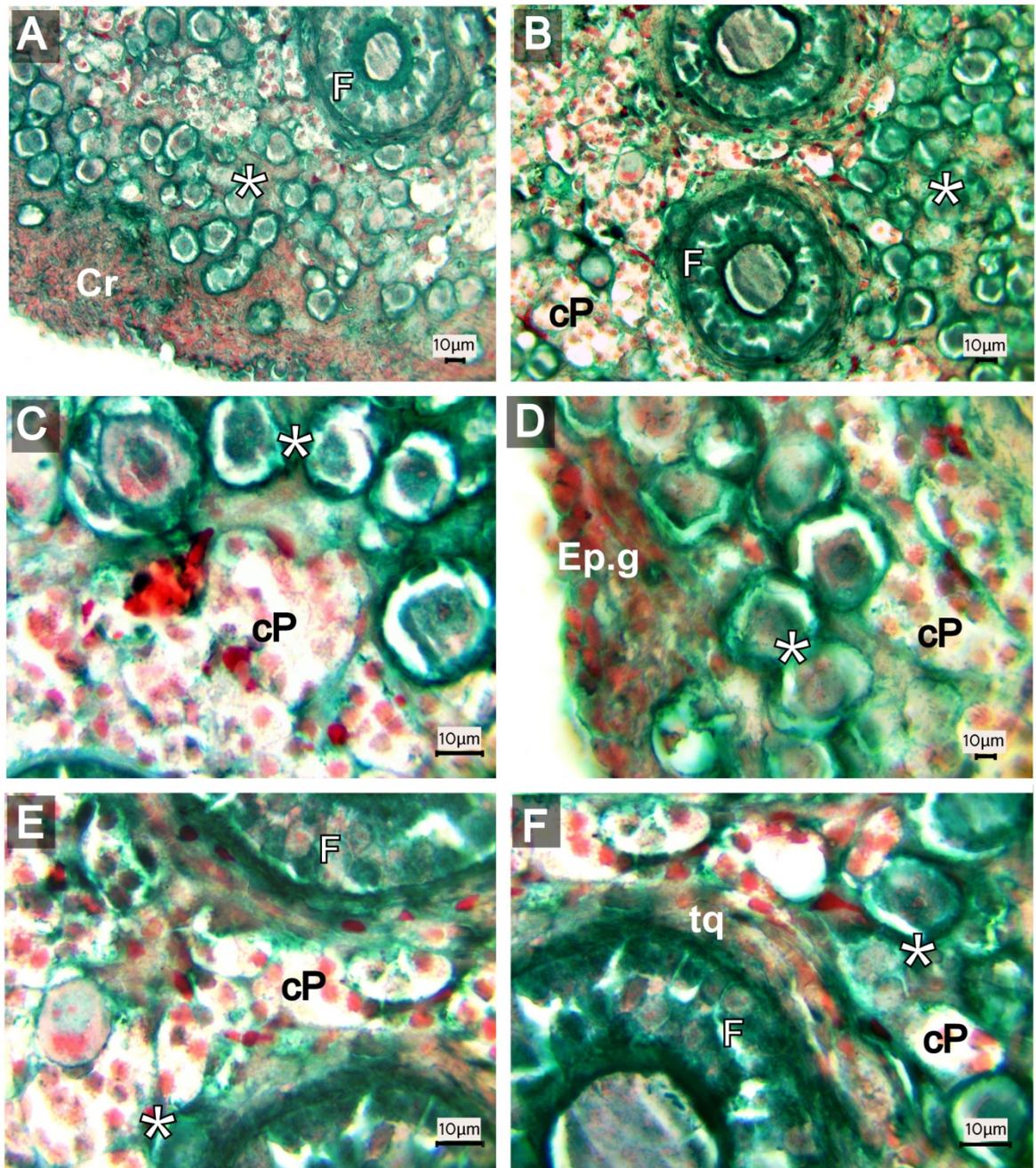


Figure 6. Répartition des follicules dans le parenchyme ovarien

A, B, C, D. Positionnement du pool de follicules primordiaux (astérisques) par rapport aux différents éléments qui constituent le parenchyme ovarien. En A, position dans la partie corticale de l'ovaire (Cr), en B entre les follicules en développement, en C entre les cellules parenchymateuses (cP), en D contre l'épithélium germinatif (Ep.g), en E et F contre le follicule ou sa théque (tq). F: follicule. Coloration trichrome de Masson.

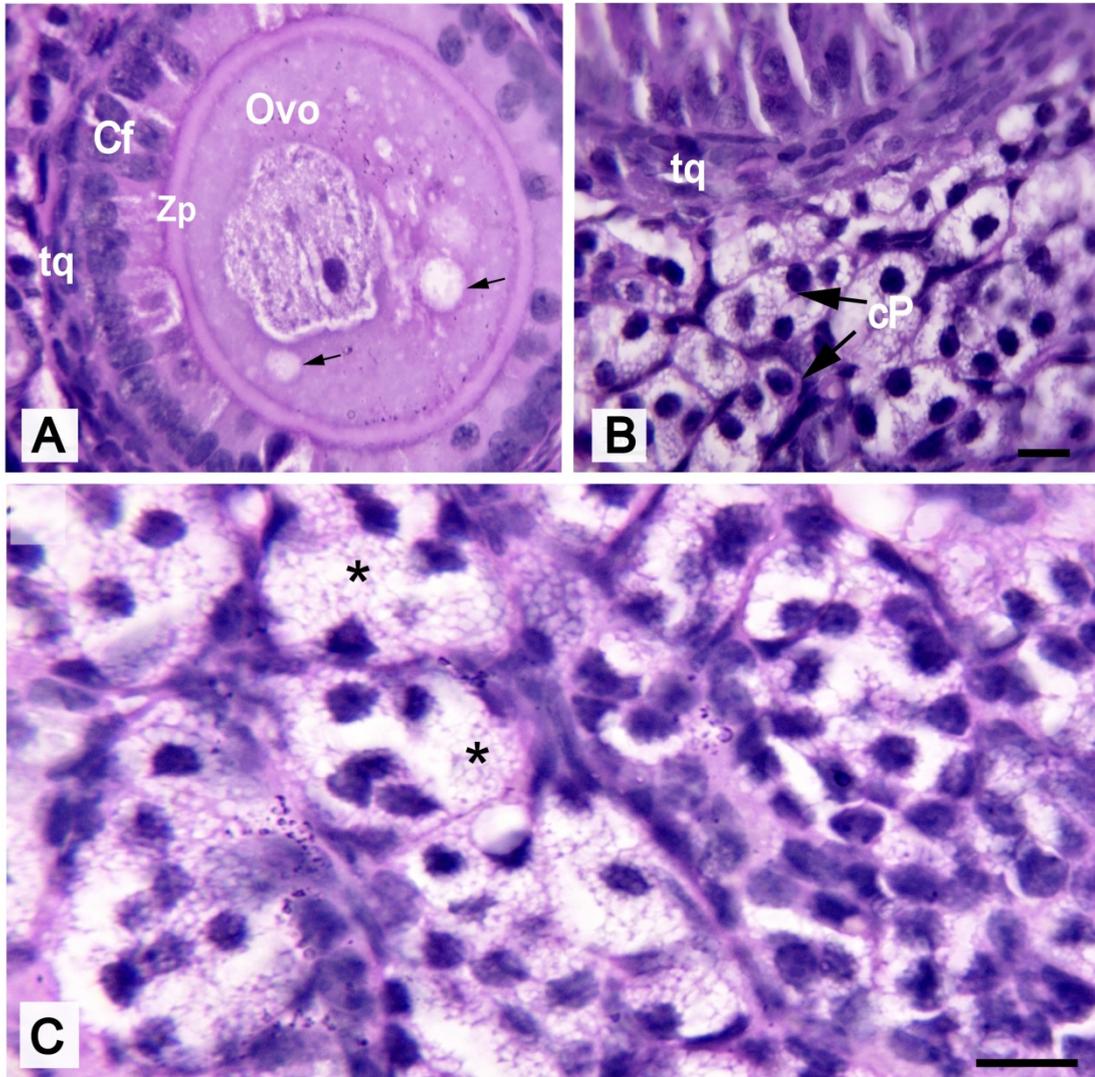


Figure 7. Histologie des éléments cellulaires retrouvés dans le parenchyme ovarien

A. Cellules composant un follicule en croissance, qui semble à la phase secondaire: tq: cellules thèques, Ovo: Ovocyte, noter la présence de gouttelettes lipidiques dans le cytoplasme.(flèches), Cf: cellules folliculaires. Zp: zone pellucide. B. Cellules parenchymateuses (cP) extrafolliculaire (cellules interstitielles) organisées en rosettes et ayant un cytoplasme granuleux (astérisques en D). Scale bar=10 μm. Coloration hématoxyline & éosine.

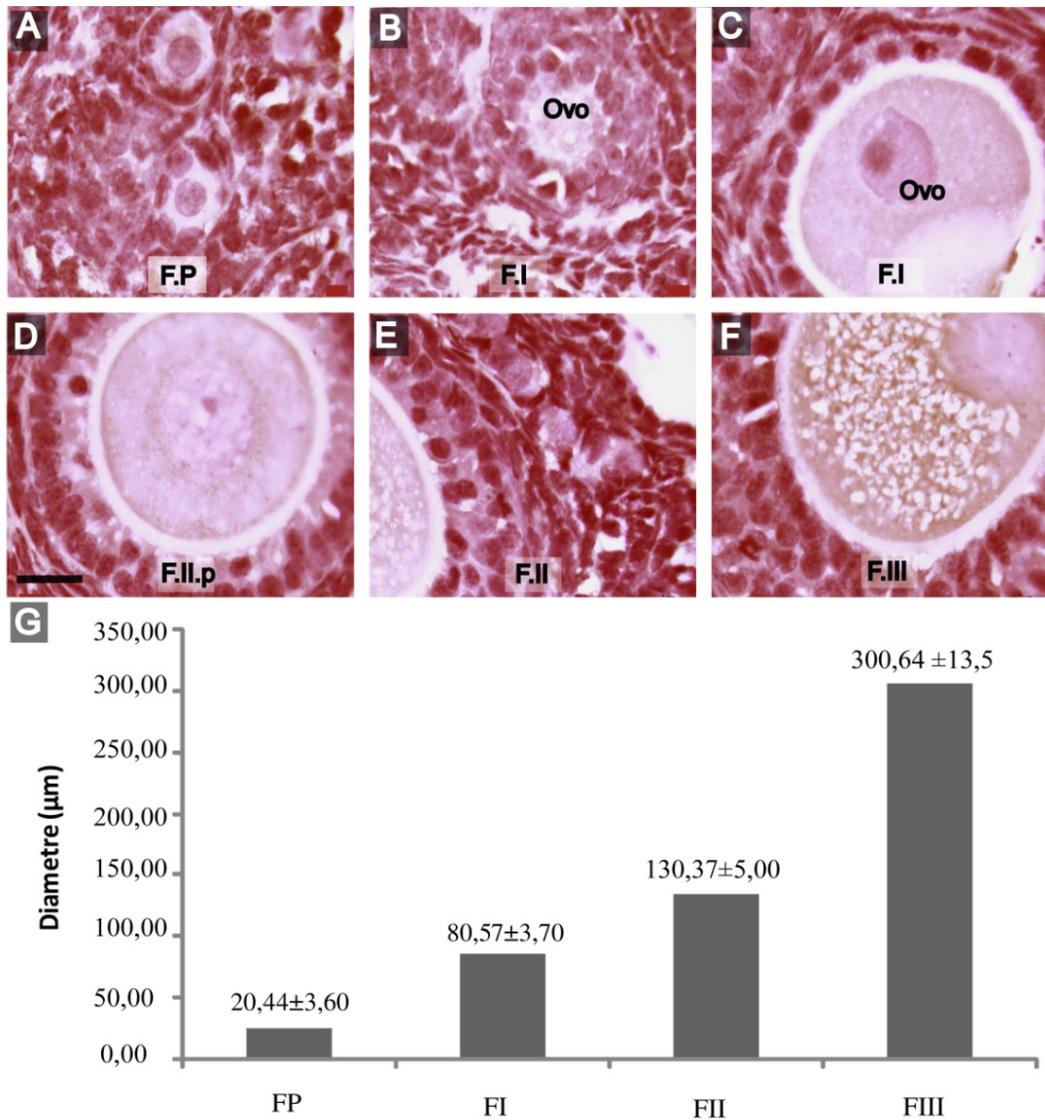


Figure 8. Différentes populations de follicules retrouvées dans l'ovaire de la gerboise déserticole

A. F.P: Follicule primordiaux. B, C. Follicules primaires précoce et tardif respectivement. D. Follicule secondaire précoce. E. Follicule secondaire. F. Follicule tertiaire. Ovo: ovocyte. Coloration avec la fuschine-ponceau. G. La morphométrie des diamètres des follicules a caractérisé 04 groupes principaux de follicules: FP: Follicules primordiaux. FI: Follicules primaires. FII. Follicules secondaires: FIII: Follicules tertiaires précoces. FIII: Follicules tertiaires. Scale bar=10 µm.

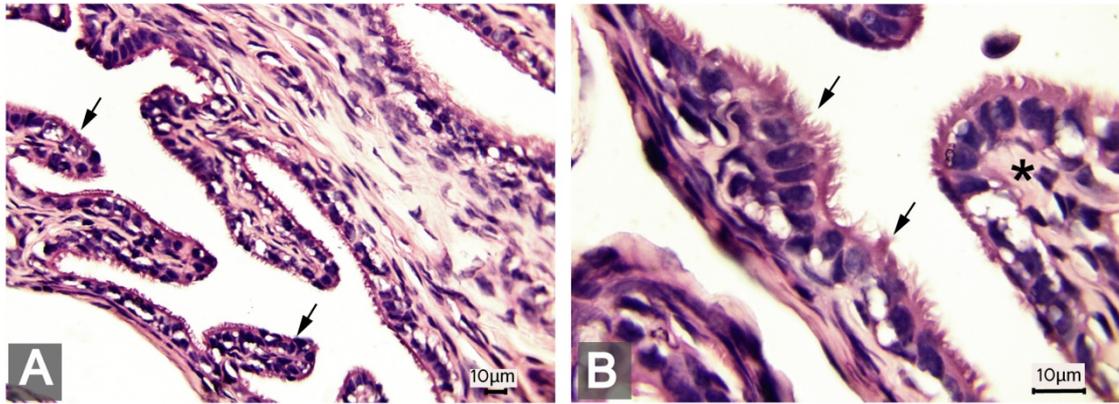


Figure 9. Structure histologique de l'oviducte région infundibulaire

A. L'épithélium de l'oviducte est très complexe, il présente de nombreuses invaginations (flèches) vers la lumière. B. L'épithélium de la muqueuse est de type cylindrique monostratifié cilié (flèches), le tissu conjonctif (astérisque) sous-épithélial est riche en cellules fibrocytaires. Coloration hématoxyline & eosine.

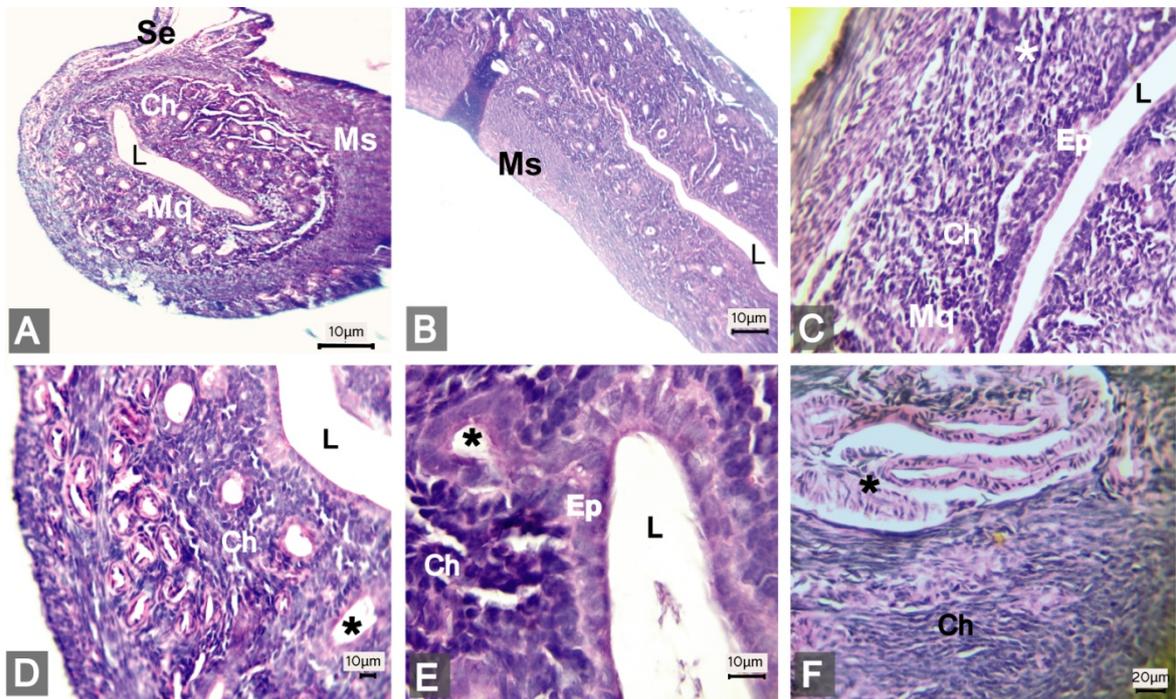


Figure 10. Microanatomie de la corne utérine

A, B. Coupe trasversal et longitudinal au niveau de la corne. Mq: muqueuse; Ms: muscleuse; Ch: chorion; Se: sereuse; L: lumière. C. Aspect en plus fort grossissement, les composants de la couche muqueuse avec son épithélium et le chorion. A noter en D, l'abondance des glandes acineuses (astérisque) dérivant d'un épithélium cylindrique unistratifié en E. Des glandes de forme contournée sont aussi retrouvées (astérisque en F). Coloration hématoxyline & éosine.

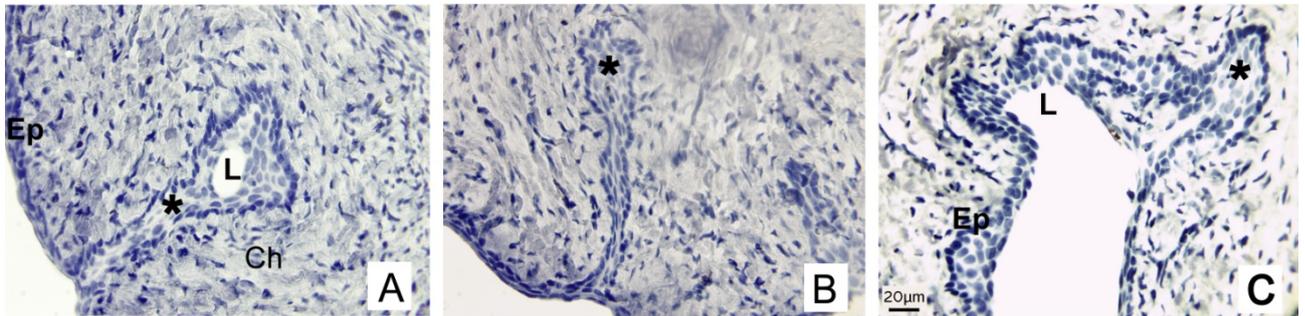


Figure 11. Muqueuse du conduit vaginal

A, B, C. L'épithélium du vagin (Ep) est de forme cellulaire aplatie de couches stratifiées. Des invaginations de l'épithélium sont observées vers le chorion (Ch) pour la formation de masses glandulaires (astérisques). Les invaginations sont de différentes formes en profondeur et en ramification. L: lumière. Coloration à l'hématoxyline.

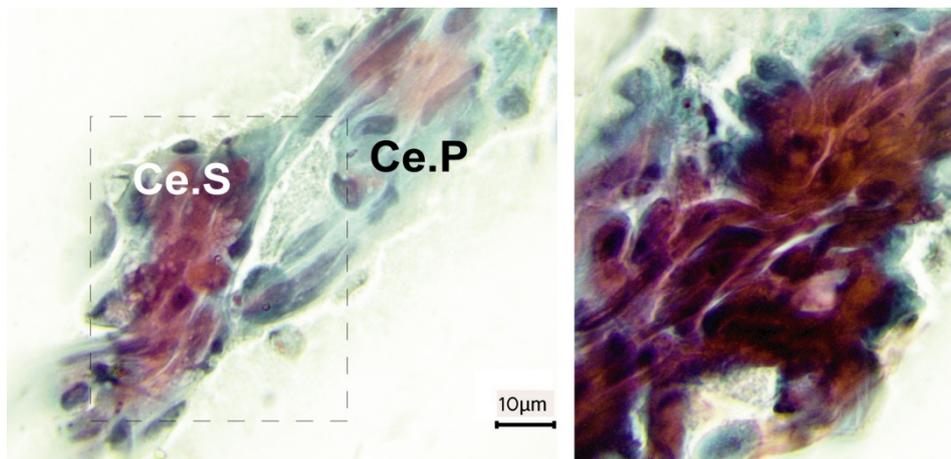


Figure 12. Frottis vaginal de la gerboise déserticole

Cellules épithéliales colorées par la technique de Papanicolaou. Les cellules superficielles (Ce.S) sont colorées en rose orangé (eosinophiles). Les cellules profondes (Ce.P) sont colorées en vert bleuté (cyanophiles). Carré agrandi à droite.

4. Mise en évidence de l'activité ovarienne par immunomarquage de l'œstrogène

La technique d'immunohistochimie a permis de mettre en évidence la présence de l'œstrogène au niveau de l'ovaire de la gerboise déserticole (Fig. 13). Présence du marquage positif au niveau de certaines

cellules extra-folliculaires parenchymateuses (Fig. 13A et 13B).

Par ailleurs, ce marquage a été retrouvé au niveau de la partie extérieure de la thèque folliculaire (Fig. 13C) et au niveau de la partie interne du follicule qui semble renfermer une collection liquidienne (Fig. 13D).

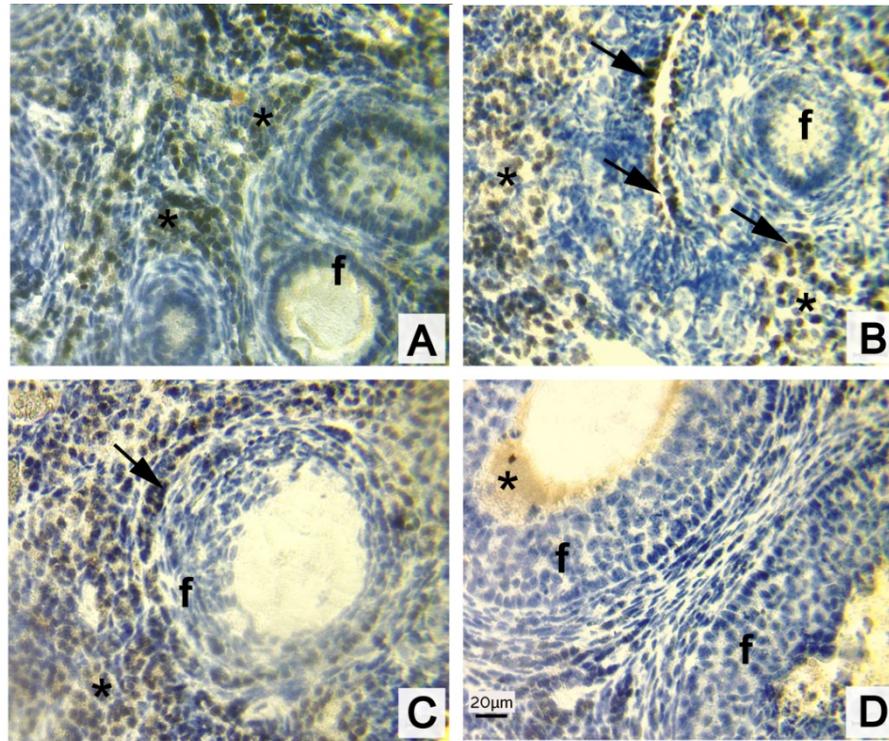


Figure 13. Immunomarquage de l'oestrogène au niveau de l'ovaire de la gerboise déserticole

- A. Plages d'immunomarquage positif dans les zones proches des follicules (astérisques).
 B, C. Au fort grossissement le marquage est présent dans des cellules extra-folliculaires (flèches). D. Noter, que le marquage semble être présent à l'intérieur du follicule (astérisque).
 f: follicule. Contre coloration à l'hématoxyline.

DISCUSSION

1. Les particularités anatomiques et histologiques de l'ovaire

L'ovaire de la gerboise est de petite taille entouré par le tissu adipeux est similaire à celui de certains rongeurs, comme le cobaye, le hamster, la souris et le rat [7]. Chez ce modèle, il prend la forme d'un haricot rugueux à la surface (Fig. 2), différente de celle de la ratte [8], le hamster [9] et la gerbille [10] qui est ovale. Les oviductes de même comme chez le hamster, le rat et le cobaye, sont longs, repliés et fermement enroulés [9]. L'utérus est en forme de "Y" comme celle de la souris et le rat, il est bicornis, c'est-à-dire, il se divise en deux cornes qui débouchent vers un col commun, en comparant avec celui de la souris qui est duplex (deux cornes chacune s'ouvre sur un col) [11].

2. L'ovaire et le développement folliculaire

L'ovaire de la gerboise est divisé en zone parenchymateuse corticale et une zone médullaire, comme il a été décrit pour la majorité des mammifères excepté la jument [12]. Cependant la zone corticale est plus large par rapport à la médullaire (Fig. 3). La zone corticale est entourée par un épithélium germinatif pavimenteux stratifié, décrit chez d'autres mammifères de type cubique simple. De très nombreuses cellules interstitielles sont retrouvées dans le stroma ovarien, établissant des contacts structuraux avec les follicules (Fig. 7) et dont le cytoplasme semble abondamment occupé par des gouttelettes lipidiques. En effet, il a été rapporté que le taux de ces gouttelettes varie en fonction de l'espèce et son état physiologique, ces cellules seraient spécialisées dans la synthèse de stéroïdes [13].

Certaines de ces cellules seraient aussi à l'origine des cellules de la thèque folliculaire [14]. Des études précédentes ont démontré l'abondance des cellules interstitielles chez le lapin, leur contenu est riche en cholestérol, en phospholipide et en résidus d'acides gras [13].

Les follicules ovariens soutiennent les fonctions physiologiques principales de l'ovaire, tel que la synthèse des hormones stéroïdiennes, la croissance de l'ovocyte, l'ovulation et le maintien de la gestation [15]. Chez la gerboise, différents stades folliculaires sont observés, allant du primordial au primaire, secondaire et tertiaire précoce préantraux (Fig. 8), les derniers sont les plus abondants. Une distribution hétérogène des follicules primordiaux est retrouvée. Ils se regroupent souvent sous formes d'amas dans différentes zones de l'ovaire. Ces amas établissent des relations structurales avec des cellules parenchymateuses et contre l'épithélium germinatif. Il est bien évident de retrouver des follicules qui s'éloignent les uns aux autres et d'autres qui rentrent en contact structural entre eux. Les stades folliculaires sont identifiés grâce au diamètre du follicule, la forme des cellules folliculaires, le nombre de couches cellulaires et la taille de l'ovocyte. Il est bien connu qu'il existe un développement folliculaire basal et terminal. Le premier se déroule indépendamment de la FSH et concerne les follicules jeunes (principalement primaires et secondaires) qui sont contrôlés par un mode paracrine [16]. Le développement folliculaire terminal est dépendant de l'action hormonale qui pourrait exercer son effet sur les follicules qui sont de l'ordre de 200 µm de diamètre chez les rongeurs, de 15 mm chez la jument et de 3 à 5 mm chez la femme [17].

Il semble que dans ce travail (Fig. 8) qu'une vague de follicules se situe dans sa phase terminale, puisque nous avons dénombré des follicules préantraux de l'ordre de 300,64 µm et des ovocytes de l'ordre de 65-73 µm. Les ovocytes dans ce stade accumulaient des réserves lipidiques dans leur cytoplasme. En effet, les ovocytes selon les espèces terminent leur croissance à un diamètre de 80 à 125µm [17]. L'importance du nombre des follicules préantraux, serait lié au fait que comme c'est un animal rongeur, il est polyovulatoire. Chez le *Psammomys obesus*, les follicules se développent progressivement du stade primordial de 17-15µm à un stade de 192-225µm; le follicule préovulatoire atteint 500µm de diamètre [18], des valeurs proches de ce qui a été observé dans cette étude.

3. Particularités du tractus génital

L'extrémité de l'infundibulum proche de l'ovaire forme les franges qui présentent un épithélium cylindrique pseudostratifié cilié (Fig. 5). L'oviducte dans sa partie infundibulaire est formé par un épithélium prismatique simple cilié (Fig. 9), de même type épithélial que pour la femme et le singe et presque la majorité des espèces, excepté pour la vache et la truie dont il est du type de celui des franges de notre modèle animal. En effet, l'oviducte se divise en trois parties l'infundibulum, l'ampoule et l'isthme, il est impliqué dans la maturation finale des gamètes, couvrent la fécondation et la progression de l'embryon (précoce) jusqu'au sein de la cavité utérine, grâce à son environnement essentiellement assuré par les cellules sécrétrices et ciliés [19].

La corne utérine est composée de l'intérieur à l'extérieur d'une muqueuse, une musculuse et une séreuse (Fig. 10). Elle est épaisse grâce à la couche musculaire importante qui renforce la muqueuse. Vers l'intérieur, la muqueuse délimite une lumière et possède un épithélium cylindrique simple. Le chorion renferme un nombre important de glandes exocrines qui sont en général simples branchées ou pelotonnées, comme ce qui a été observé chez beaucoup d'espèces [20].

La muqueuse du conduit vaginal possède un épithélium pavimenteux (à cellules aplaties) pluristratifié squameux (Fig. 11). Des glandes sont formées à partir des extensions épithéliales vers le tissu conjonctif. Il a été rapporté que cette muqueuse est souvent non glandulaire, chez la gazelle des glandes intraépithéliales ont été observées durant l'œstrus. De plus la muqueuse vaginale se renouvelle chaque cycle œstral, la détection de cellules pourrait nous renseigner sur l'étape du cycle [20], probablement la présence de cellules dans le frottis, pourrait être un signe d'un proœstrus.

La technique d'immunohistochimie a permis de mettre en évidence la présence de l'œstrogène au niveau de l'ovaire de la gerboise déserticole (Fig. 13).

Le marquage semble être positif au niveau de certaines cellules extra-folliculaires parenchymateuses, au niveau de la partie extérieure de la thèque folliculaire et au niveau de la partie interne du follicule préantral. Par ailleurs, l'immunomarquage de l'œstrogène au niveau de l'ovaire de la gerboise déserticole était observé au niveau de certaines cellules extra-folliculaires parenchymateuses,

au niveau de la partie extérieure de la thèque folliculaire et au niveau de la partie interne du follicule préantral.

Des stéroïdes sont exprimés dans les cellules de la granulosa à partir du début de stade antral avant de décliner lors de la phase pré-ovulatoire [21].

Chez *Psammomys obesus*, l'immonomarcage de l'œstradiol était faible et diffus dans les follicules préantraux puis s'intensifie dans les follicules antraux et dans la granulosa [18]. En effet, les œstrogènes permettent le développement folliculaire en stimulant l'expression des récepteurs des gonadotrophines par les cellules de la granulosa, renforcent ces cellules. Ils sont aussi impliqués dans le maintien du corps jaune [22]. Par ailleurs, l'œstrogène est impliqué dans la ciliogenèse au niveau des oviductes [20], l'accélération des battements des cils, l'augmentation des contractions de myosalpinx et de sécrétions muqueuses.

CONCLUSION

L'aspect structural de l'ovaire et du tractus génital femelle de la gerboise déserticole, étudié en période printanière, montre la préparation ou la reprise de l'appareil reproducteur de son cycle œstral. L'observation de quelques follicules saillants à la surface de l'ovaire ainsi que d'autres préantraux (les plus fréquents) exprimant l'œstrogène, les cils très développés au niveau de l'épithélium de l'infundibulum des oviductes, la richesse de l'endomètre en glandes ainsi que leur présence au niveau de la muqueuse vaginale seraient des témoins d'une activation physiologique de l'appareil reproducteur femelle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Reid J.T., Loosli J.K., Trimmer G.W., Turk K.T., Asdell S.A. and Smith S.E. (1964). Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. *Bull. Cornell Univ. agric. Exp. Stn.* 987: 3-31.
- [2]. Qumsiyeh M.B. (1996). *Mammals of the Holy Land*, Texas Tech University Press, Lubbock, TX., 389 p.
- [3]. Abdelatif E.K. Hodeib B. (1973). Biology of reproduction of in some rodents in Sudan. Thèse of M.Sc. University of science and technology khartoum, Sudan. 214 p.
- [4]. Happold C.D. (1967). Biology of the jerboa, *Jaculus jaculus butleri* (Rodentia, Dipodidae), in the Sudan. *J. Zool., Lond.*, 151: 257-275.
- [5]. Moutinho F., Qninba A.D., Harrington A., FORBES K., Mediani M., Sérén N., Mappes T. and Boratyński Z. (2015). Winter breeding of the Lesser Egyptian Jerboa *Jaculus jaculus* (Linnaeus, 1758) in Southern Morocco. *Go-South Bull.*, 12: 24-27.
- [6]. Linnaeus C. (1758). *Systema Naturae. Editio decima. I. Regnum Animale Holmiae, Laurentii Salvii.* 824p.
- [7]. Gayrard V. (2015). Physiologie de la Reproduction des mammifères domestiques, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse-ENVT, 356p.
- [8]. Luksenberg M. (2004). Anatomie de la souris : Création d'un CD-Rom, thèse Med. Vet. Alfort, 30 p.
- [9]. Popesko P., Rajtová V. and Horák J. (1992). A colour atlas of anatomy of small laboratory animals: Volume 1: rabbit – Guinea pig. London : Wolfe Pub. Ltd. 255 p.
- [10]. Hegelen M. and Thiriet A. (2012). Atlas photographique de l'anatomie clinique des NAC (petits mammifères à l'exception du furet). Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil, 186 p.
- [11]. Pprier M.T., Dintzis S.M., Frevert C.W., Liggitt D. and Montine K.S. (2012). Comparative Anatomy and Histology A Mouse and Human Atlas. 1st ed. Library of Congress. USA. ISBN 978-0-12-381361-9.
- [12]. Aughey E. and Frye F.L. (2001). Comparative Veterinary Histology: With Clinical Correlates. Manson Publishing Ltd ISBN 1-874545-66-9.
- [13]. Motta P. and Hafez E.S. (2012). *Biology of ovary.* Springer Science & Business Media, 344 p.
- [14]. Parrott J.A. and Skinner M.K. (2000). Kit Ligand Actions on Ovarian Stromal Cells: Effects on Theca Cell Recruitment and Steroid Production JEFF. *MolRepro Dev.*, 55: 55-64.
- [15]. Thibault C. and Lévasseur M.-C. (2001). *La Reproduction chez les mammifères et l'homme*, Editions Quae, 928 p.
- [16]. Kumar T.R., Wang Y., Lu N. and Matzuk M.M. (1997). Follicle stimulating hormone is required for ovarian follicle maturation but not male fertility. *Nat. Genet.*, 15: 201-204.
- [17]. Monniaux D.A. Caraty-Clément F., Dalbiès-tran R., Dupont J., Fabre S., Gérard N., Mermillod P., Monget P. et Uzbekova, S. (2009). Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. *Inra Prod. Anim.*, 22 (2): 59-76.
- [18]. Boubekri A., Gernigon-Spychalowicz T., Khammar F., Exbrayat J.M. (2009). Morphometry and immunohistochemistry of follicles growth and steroidogenesis in saharian wild sand rat, *Psammomys obesus*, ovary. *Folia histochem Cytobiol.*, 47(5): 59-66.

- [19].Halter S., Reynaud K., Tahir Z., Thoumire S., Chastant-Maillard S. and Saint-Dizier M. (2011). L'oviducte de mammifère : un organe revisité. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*, 39 625–629.
- [20].Banks WJ. (1992). Female reproductive system. In : *Applied veterinary histology*. 3rd ed. St Louis :: Mosby 3rd Edition. USA.512 p.
- [21].Hillier S.G. (2001). Gonadotropic control of ovarian follicular growth and development. *Mol. Cell. Endocrinol.*, 179 : 39-46.
- [22].Rosenfeld C.S., Wagner J.S., Roberts R.M. and Lubahn D.B. (2001). Intraovarian actions of oestrogen. *Reproduction*, 122: 215-26.