

## VARIATIONS SAISONNIÈRES COMPARÉES DES ACTIVITÉS TESTICULAIRE ET THYROÏDIENNE CHEZ DEUX ESPÈCES DE RONGEURS DÉSERTICOLES : LA GERBILLE (*Gerbillus gerbillus*) ET LE RAT DES SABLES (*Psammomys obesus*)

Reçu le 13/03/2015 – Accepté le 04/09/2016

R. BOUFERMES, Z. AMIRAT\*, F. KHAMMAR

\* : USTHB FSB, Laboratoire de physiologie et d'Endocrinologie Animale. Laboratoire de Recherche sur les Zones Arides / B.P 44 Alger gare Alger 16000 - Algérie

### Résumé

Une étude comparative des variations saisonnières des activités testiculaire et thyroïdienne a été réalisée sur deux espèces de rongeurs déserticoles de la famille des gerbillidés : *Gerbillus gerbillus* (nocturne granivore) et *Psammomys obesus* (diurne herbivore). Pour l'espèce nocturne, la fonction testiculaire est caractérisée par un minimum en automne, une reprise en hiver, un maximum au début du printemps et une régression en été. Pour l'espèce diurne, il existe un cycle saisonnier de la fonction endocrine du testicule, faible au printemps-été et élevé en automne-hiver. La fonction thyroïdienne de l'espèce nocturne varie dans des proportions faibles et semble active tout au long de l'année alors que celle du rat du sable, espèce diurne, est de moindre activité au printemps et en été. Chez le rat des sables, les variations saisonnières de la fonction thyroïdienne semblent plus nettes.

**Mots clés :** Variations saisonnières - Testicule - Thyroïde - Rongeurs déserticoles.

### Abstract

A comparative study of the seasonal variations of thyroid and testicular activities was carried out on two species of desert rodents (Rodentia, Gerbillinae): *Gerbillus gerbillus* (nocturnal, granivore) and *Psammomys obesus* (diurnal herbivore). In nocturnal species, testicular function was characterized by a minimum in autumn, a recovery in winter, a maximum at the beginning of spring and a regression in summer. At the diurnal one, there is a seasonal cycle of the endocrine function of testis, weak with spring- and raised in autumn-winter. The thyroid function of nocturnal species varies in small proportions and seems to be active throughout the year. However the thyroid activity of the sand rat, diurnal species, was less in spring and in summer. In the sand rat, seasonal variations of the thyroid function seem clearer.

**Keywords:** Seasonal variations- Testis- Thyroid – desert rodents

### ملخص

محاولة مقارنة النشاط الفصلي للغضتين الدرقيّة و التناسلية عند صنفين من الفأران الصحراوية : الفأر البيوضي والجردة. عند الجردة تكون كمية الهرمون أنسلي فصلية فهي مرتفعة نسبيا ربيعا و ضعيفة ربيعا على عكس ذلك عند الفأر البيوضي تكون كمية الهرمون أنسلي مرتفعة نسبيا ربيعا و ضعيفة خريفا. أما عن نشاط هرموني للغضة الدرقيّة، فهو على عكس النشاط الهرموني أنسلي عند الجردة أي مرتفعة نسبيا ربيعا و ضعيف خريفا. إن النشاط هرموني للغضة الدرقيّة عند فأر البيوضي يبدو مستقرا و ليس فصلي فهو نشيطا طوال فصول السنة. هذه النتائج البيوكيميائية (كمية الهرمون النسلي والذريقي) قد أكدت بدراسة الغضتين من الناحية النسيجية عند الصنفين.

**الكلمات المفتاحية :** النشاط الفصلي ، الغضة التناسلية ، الغضة الدرقيّة ، القوارض الصحراوية .

Les manifestations cycliques endocrines chez les animaux sauvages sont en compétition avec des besoins énergétiques importants relatifs à la survie de l'individu (thermorégulation et alimentation). Les cycles saisonniers de la fonction testiculaire endocrine et exocrine ont été bien étudiés chez les rongeurs déserticoles [20,21,22], [1], [38], [10], [3]. Par contre, les travaux entrepris sur la fonction thyroïdienne chez ces espèces restent limités. Aussi, la recherche de la causalité des relations thyroïde-testicule a été surtout étudiée chez les oiseaux [12]; plutard, ces corrélations sont mises en évidence chez les mammifères hibernants et non hibernants [30], [24], [6]. Des recherches effectuées sur des modèles expérimentaux de laboratoire ont pu mettre en évidence ces interrelations pendant le développement de l'individu et ont montré le rôle de la thyroïde dans la croissance et par conséquent, le déclenchement de la puberté chez le mâle et ont souligné la présence des récepteurs thyroïdiens au niveau des cellules de Sertoli du testicule, ce qui implique le rôle joué par la thyroïde dans la régulation de la fonction sexuelle mâle. [9], [25,26,27], [14] et [17]. Afin de mieux comprendre la nature des relations unissant les cycles saisonniers thyroïdiens et testiculaire, des auteurs ont pratiqué soit des castrations soit des thyroïdectomies [24], [30], [12], [2]. Notre travail consiste, par une étude systématique, à mettre en évidence chez deux espèces de rongeurs déserticoles, le caractère cyclique des fonctions testiculaire et thyroïdienne et surtout de comparer leur évolution au cours des saisons.

## MATERIEL ET METHODES

**Animaux :** Notre étude porte sur deux espèces de rongeurs de la famille des gerbillidés : *Gerbillus gerbillus*, nocturne granivore et parfois insectivores, vivant dans la daya près des dunes ensablées et *Psammomys obesus* diurne herbivore, vivant dans les lits d'oued. Les animaux sont capturés dans le nord-ouest du Sahara, vallée de la Saoura (Béni-Abbès 30° 7'N, 2° 10'O). C'est une zone à climat désertique chaud, caractérisée par des précipitations rares, des températures extrêmes, une évaporation élevée et un ensoleillement permanent. Les animaux sont capturés à différentes saisons par piégeage entre octobre 1991 et juillet 1993. Après plusieurs heures de repos, isolés en cages individuelles, pour éviter le stress, les animaux sont sacrifiés par décapitation toujours à la même période de la journée afin d'éviter l'influence du rythme nycthéral.

**Tableau 1 :** Répartition saisonnière des lots constitués des espèces (*Gerbillus gerbillus* et *Psammomys obesus*)

Espèces	<i>Gerbillus gerbillus</i>		<i>Psammomys obesus</i>	
Nombre d'animaux	86		51	
Années	1992	1993	1992	1993
Nombre de lots	3	2	4	3
Période nombre animaux	janvier n = 15	janvier n = 15	janvier n = 15	janvier n = 5
	mars-avril n = 13	mars-avril n = 16	mars-avril n = 13	
	juin-juillet n = 15		juin-juillet n = 15	
	décembre n = 10		décembre n = 10	

**Méthodes :** Les organes sont rapidement prélevés et pesés (testicules, vésicules séminales et thyroïde). Le plasma est immédiatement congelé. La glande thyroïde est fixée au bouin-hollande en vue de l'étude histologique, le plasma et le testicule sont conservés à -25°C jusqu'au moment des dosages hormonaux. Les concentrations hormonales plasmatiques et glandulaires sont mesurées par radioimmunologie après extraction au cyclohexane et acétate d'éthyle (v/v) en utilisant un anticorps spécifique fabriqué au laboratoire [7].

La technique de dosage utilisée a été validée ; elle est fiable grâce à la spécificité de l'anticorps, sensible (le coefficient de corrélation se rapproche de 1) et les valeurs des blancs sont relativement faibles. Elle est aussi exacte (Coefficient de variations < 20%) et précise (coefficient de variation < 25%) Les HT T3 et T4 totales sont mesurées par RIA en utilisant des trouses CIS Bio International. Les méthodes utilisées pour les dosages des HT sont spécifiques et sensibles à 8ng pour la T4 et 0,1 ng pour la T3. la glande thyroïde fixée est alors emparaffinée, coupée en section de 5µm et colorée à l'huamalun éosine. Les hauteurs périphériques (hp) et centrales (hc) des cellules folliculaires sont mesurées en utilisant un microscope ZEISS à planimètre. Nos résultats sont exprimés en moyenne±ESM. L'analyse statistique a été réalisée par le test "t" de Student et par la lecture de la valeur "p".

## RESULTATS

Les résultats sont répartis en trois parties, qui concernent chacune la mise en évidence des variations saisonnières des activités testiculaire (données pondérales et hormonales glandulaire et plasmatiques en androgènes totaux) et thyroïdienne (histologie de la glande thyroïde et les teneurs hormonales en T3 et T4 totales). Chez chacune des espèces étudiée : *Gerbillus gerbillus* et *Psammomys obesus* suivie d'une étude comparative des deux fonctions. Nous comparons pour chaque paramètre l'espèce nocturne (*Gerbillus gerbillus*) à l'espèce diurne (*Psammomys obesus*).

**Tableau 2 :** Variations saisonnières (janvier 1992 à avril 1993) des poids, absolus (mg) et relatifs (mg/100g de poids du corps), du testicule gauche et des vésicules séminales de la gerbille (*Gerbillus gerbillus*) mâle adulte, capturée dans la région de Béni-Abbès (Béchar-Algérie).

Périodes	Nombre d'animaux	Poids du corps (g)	Poids du testicule gauche		Poids des vésicules séminales	
			Absolu (mg)	Relatif (mg/100g de poids du corps)	Absolu (mg)	Relatif (mg/100g de poids du corps)
janvier 1992	07	33±02	151±15	455±40	76±21	220±56
mars-avril 1992	13	40±02	278±26	682±53	474±44	1146±70
juin-juillet 1992	15	27±02	131±25	456±80	169±46	539±124
	Nr (9) r (6)	(30±03) (23±02)	(186±18) (45±18)	(622±81) (206±92)	(303±47) (18±03)	(841±128) 85±13)
octobre 1992	10	26±02	19±04	69±12	20±06	75±19
janvier 1993	17	29±02	161±16	566±49	96±26	440±108

- Nr : non régressés ; - r : régressé

### 1. Activité testiculaire: (tableau 1,2, 3,4, 5)

Le poids absolu (PA) moyen du testicule (tableau 2) de la gerbille, varie entre 19±04mg et 278±26mg et celui du rat des sables entre (115±14mg) et (198±25mg) au cours de l'année (tableau 2, 3).

Le poids absolu des vésicules séminales de la gerbille, varie respectivement de (20±06mg) à (474±44mg); (tableau 2) et il est de (40±03mg) à (215±18mg) chez le rat des sables, animal diurne. Bien que de poids de corps élevé, le rat des sables, a des poids testiculaire et vésiculaire 3 à 4 fois inférieurs à ceux observés chez la gerbille (tableau 2).

**Tableau 3** : Variations saisonnières (Janvier 1992 à Juin 1993) des poids, absolu (mg) et relatif (mg/100 de poids du corps), du testicule gauche et des vésicules séminales du Rat des sables (*Psammomys obesus*) mâle adulte, capturée dans la région de Béni-Abbès (Béchar-Algérie).

Périodes	Nombre d'animaux	Poids du corps. (g)	Poids du testicule gauche		Poids des vésicules séminales	
			absolu (mg)	Relatif (mg/100g de poids du corps)	absolu (mg)	Relatif (mg/100g de poids du corps)
18 au 27 janvier 1992	13	128 ± 03	196 ± 14	150 ± 13	215 ± 18	168 ± 14
23 Mars - 15 Avril 1992	12	128 ± 03	163 ± 20	128 ± 14	134 ± 23	104 ± 16
28 Juin au 10 Juillet 1992	6	126 ± 04	124 ± 16	107 ± 14	41 ± 03	35 ± 04
Déc 92 /Jan 93	8	116 ± 03	198 ± 25	138 ± 23	190 ± 06	183 ± 09
22 Mars au 10 Avril 1993	6 Nr (2) r (4)	94 ± 11 (127 ± 05) 77 ± 03)	135 ± 58 (318 ± 21) (47 ± 17)	125 ± 43 (252 ± 26) (62 ± 23)	104 ± 50 (258 ± 45) (26 ± 20)	91 ± 38 (205 ± 43) (34 ± 03)
Juin 1993	6	98 ± 09	115 ± 14	122 ± 19	65 ± 13	72 ± 18

non régressés (Nr) et régressés (r)

Le testiculaire (PR) à 100g de PC de la gerbille évolue de façon identique à celui du poids absolu; le minimum est situé en octobre 1992, une augmentation très significative est obtenue en janvier 1993 (+720% ;  $p < 0,001$ ) et atteint un maximum en avril. La différence entre le minimum d'octobre 1992 et le maximum d'avril 1993 est très significative (+963 % ;  $0,001 < p < 0,01$ ) en 1992 (Tableau 3).

Le testiculaire PR à 100g du PC du rat des sables (*Psammomys obesus*) varie dans des limites très faibles et évolue de manière comparable à celui du PA (tableau 3). Les valeurs faibles se situent en été (juin-juillet 1993 ; juin 1993), les valeurs les plus fortes sont observées en hiver (janvier 1992 et en décembre – janvier 1993).

L'évolution du PR à 100g du PC des vésicules séminales est parallèle au PA et varie entre (35±04 mg/100g du PC) et (183±19 mg/100g du PC). Les valeurs les plus faibles se situent en été et l'hiver est la saison où les valeurs sont les plus élevées.

La saison du printemps est marquée par une régression pondérale entre le maximum de l'hiver et le minimum de l'été et la diminution est de (-79%,  $p < 0,001$ ) en 1992 et de (-61% ;  $0,001 < p < 0,01$ ) en 1993.

Les teneurs hormonales glandulaires en androgènes totaux varient dans des proportions comparables chez les deux espèces entre 02 et 03 ng/ml en relatives/ 100g du PC testiculaire et suivent le même profil que les données pondérales testiculaire et vésiculaire (tableau 4,5).

Chez la gerbille, les teneurs absolues moyennes en androgènes totaux varient entre 0,15±0,05 ng/2 testicules et 14,34±3,51ng/2testicules); après une nette et significative diminution dès l'été (juin-juillet); -64%;  $p = 0,02$ , les valeurs minimales sont obtenues en automne (octobre). Elles augmentent d'une manière importante et significative, se poursuit jusqu'au maximum au printemps et l'automne est hautement significative (+9480% en avril 1993 ;  $p > 0,001$ ).

Les teneurs relatives 100 mg de poids testiculaire varient en moyenne entre  $0,19 \pm 0,04$  ng/ml et  $2,65 \pm 0,60$  ng/ml ces teneurs sont plus atténuées et évoluent d'une manière comparable à celles des valeurs absolues.

Chez le rat des sables, les teneurs testiculaires absolues varient entre  $2,22 \pm 1,37$  ng/2testicules et  $10,65 \pm 1,87$  ng/2testicules. Ces teneurs sont faibles au printemps et en été (avril 1992-1993; juin-juillet 1993). Elles sont élevées en hiver (janvier 1992, bien que moindre en janvier 1993) et suivie d'une diminution importante et significative au printemps  $-68\%$ ,  $0,001 < p < 0,01$  en avril 1992 et  $(-62\% ; 0,05 < p < 0,02)$  en avril 1993.

Les teneurs testiculaires relatives varient entre  $1,02 \pm 0,38$  ng/ 100g de poids testiculaire et  $3,00 \pm 1,00$  ng/100mg de poids testiculaire. Ces teneurs relatives varient parallèlement aux valeurs absolues mais dans des proportions faibles. De plus, les différences entre les lots ne sont pas statistiquement significatives. Les teneurs plasmatiques en androgènes totaux sont exprimés en pg/ml et varient entre 800 et 3000 pg/ml chez *Gerbillus gerbillus* et entre 250 et 400 pg/ml chez *Psammomys obesus*. Ces teneurs plasmatiques sont faibles chez le rat de sables par rapport à celles de la gerbille et suivent le même profil saisonnier que celui des teneurs glandulaires.

**Tableau 4 :** Variations saisonnières (Octobre 1991 à Avril 1993) des teneurs plasmatiques et glandulaires, absolue (ng/2 testicules) et relatives (ng/100 mg de poids testiculaire) en androgènes totaux de la Gerbille (*Gerbillus gerbillus*) mâle adulte, capturée dans la région de Béni-Abbès (Béchar-Algérie).

Périodes	Nombre d'animaux	Androgènes totaux		
		Teneurs testiculaires		
		Absolu (ng/2testicules)	Relatif (ng/100mg de poids testiculaire)	Teneurs plasmatiques (pg/ml)
18 au 27 Janvier 1992	7	$0,55 \pm 0,15$	$0,19 \pm 0,04$	$610 \pm 65$ n = 5
23 Mars au 15 Avril 1992	12	$10,10 \pm 2,50$	$2,03 \pm 0,38$	$2134 \pm 514,$ n = 7
28 Juin - 10 Juillet 1992	15 Nr (9) R (7)	$3,63 \pm 1,09$ ( $5,75 \pm 1,50$ ) ( $0,18 \pm 0,07$ )	$1,20 \pm 0,30$ ( $1,69 \pm 0,39$ ) ( $0,25 \pm 0,09$ )	$1022,4 \pm 205,$ n = 13
11 au 19 Octobre 1992	9	$0,15 \pm 0,05$	$0,22 \pm 0,04$ n = 8	$866 \pm 102,$
6 au 18 Janvier 1993	11 Nr (6) r (5)	$1,35 \pm 0,30$ ( $2,02 \pm 0,35$ ) ( $0,54 \pm 0,12$ )	$0,44 \pm 0,11$ ( $0,64 \pm 0,44$ ) ( $0,20 \pm 0,05$ )	$1215 \pm 123,$ n = 17 ( $1559,8 \pm 136$ ) n = 9 ( $829,0 \pm 111$ ) n = 8
22 Mars au 10 Avril 1993	3	$14,37 \pm 3,51$	$2,65 \pm 0,60$	$1752 \pm 221$ n = 13

Non régressés (Nr) et régressés (r)

Chez la gerbille les concentrations plasmatiques en androgènes totaux varient dans de larges proportions entre  $866 \pm 102 \text{ pg/ml}$  et  $2134 \pm 514 \text{ pg/ml}$ , et suit le même profil saisonnier que les teneurs glandulaires. Les valeurs basses sont obtenues en automne -hiver, et les valeurs les plus élevées au printemps, avec de légères variations d'une année à l'autre ( $+102\%$  ;  $0,05 < p < 0,10$ ) en avril 1993.

Chez *Psammomys obesus*, les variations ne sont pas statistiquement significatives; les valeurs moyennes se rapprochent les unes des autres. On note cependant, de légères diminutions en avril 1992 ( $-34\%$ ) et en avril 1993 ( $-31\%$ ) par rapport aux valeurs du cycle. Aussi, une augmentation observée en juillet 1992 ( $+64$ ;  $0,001 < p < 0,01$ ) et en juin 1993 par rapport aux autres animaux non régressés du printemps ( $+130\%$ ;  $0,02 < p < 0,05$ ).

**Tableau 5 :** Variations saisonnières (Janvier 1992 à Juin 1993) des teneurs plasmatiques et glandulaires, absolus (ng/2 testicules) et relatives (ng/100mg de poids testiculaire) en androgènes totaux du Rat des sables (*Psammomys obesus*) mâle adulte, capturé dans la région de Béni-Abbès (Béchar-Algérie).

Périodes	Nombre d'animaux	Androgènes totaux		
		Teneurs testiculaire		Teneurs plasmatiques (pg/ml)
		Absolu (ng/2testicules)	Relatif (ng/100mg de poids testiculaire)	
18 au 27 Janvier 1992	13	$10,65 \pm 1,87$	$03 \pm 01$	$360 \pm 95$ n = 5
23 Mars - 13 Avril 1992	Nr (8) r (4)	$3,38 \pm 0,47$ ( $4,29 \pm 0,39$ ) ( $1,54 \pm 0,14$ )	$1,28 \pm 0,18$ ( $1,10 \pm 0,11$ ) ( $1,63 \pm 0,42$ )	$238 \pm 21$
29 Juin - 8 Juillet 1992	6	$4,79 \pm 0,73$	$2,48 \pm 0,64$	$389 \pm 51$
Décembre 92/ Janvier 93	7	$5,89 \pm 1,06$	$1,52 \pm 0,35$	$359 \pm 78,$
Avril 1993	5 Nr (2) r (3)	$2,22 \pm 1,37$ ( $4,94 \pm 2,50$ ) ( $0,47 \pm 0,21$ )	$1,02 \pm 0,38$ ( $1,33 \pm 0,25$ ) ( $0,81 \pm 0,49$ )	$248 \pm 51$ ( $131 \pm 43$ ) ( $326 \pm 74$ )
Avril 1993	6	$2,62 \pm 0,29$	$1,15 \pm 0,18$	$301 \pm 38$

**Tableau 6 :** Variations saisonnières (Janvier 1992 à Juin 1993) des poids, absolu (mg) et relatif (mg/100g de poids de la thyroïde) et des concentrations plasmatiques en Thyroxine (T4) totale (ng/ml) de la Gerbille (*Gerbillus gerbilles*) mâle adulte, capturée dans la région de Béni-Abbès (Béchar - Algérie).

Saisons	Nombre d'animaux	Poids du corps	Poids thyroïdien		Thyroxine(T4) (ng/ml)
			Absolu (mg)	Relatif (mg/100g de poids corporel)	
19 Janvier 1992	5	$33 \pm 00$	$02,26 \pm 0,29$	$06,65 \pm 0,78$	$30,40 \pm 9,81$
8 - 13 Avril 1992	10	$40 \pm 02$	$03,26 \pm 0,40$	$08,30 \pm 1,05$	$30,71 \pm 2,49$
Mai 1992	15	$27 \pm 02$	$03,11 \pm 0,38$	$13,60 \pm 2,47$	$31,36 \pm 7,84$
29 Juin - 8 Juillet 1992	10	$26 \pm 02$	$02,97 \pm 0,35$	$11,99 \pm 1,68$	$29,77 \pm 2,61$
Déc 92/ 10 - 14 Janvier 1993	17	$29 \pm 02$	$02,31 \pm 0,25$	$11,25 \pm 3,26$	$33,33 \pm 3,19$
Mars-Avril 1993	13	$38 \pm 02$	$02,91 \pm 0,26$	$07,95 \pm 0,75$	$23,38 \pm 3,19$

## 2 - Activité thyroïdienne

L'activité thyroïdienne porte d'une part sur une étude sur une étude histophysiologique de la glande thyroïde et d'autre part sur une étude biochimique (teneurs en T3 et T4 totales).

### a) - *Gerbillus gerbillus* :

**En automne** : Les cellules sont hautes, à noyau clair ayant une chromatine décondensée, le cytoplasme est riche en granulations et la colloïde est peu abondante.

**En hiver** : Les cellules sont hautes ayant des hp et hc mesurant respectivement 7 et 10  $\mu\text{m}$ , la zone supranucléaire est importante. Il n'existe pas de modifications topographiques entre l'automne et l'hiver : la thyroïde est active.

**Au printemps** : Les cellules demeurent hautes ayant des hp et hc de 7 et 10  $\mu\text{m}$  respectivement; la zone supranucléaire est importante. On observe quelques vacuoles de résorption à la périphérie. La thyroïde est en phase d'élaboration active.

**En été** : L'épithélium est à cellules hautes (hp = 8 $\mu\text{m}$  et hc = 9 $\mu\text{m}$ ), la thyroïde a le même aspect qu'au printemps et elle est active. On note une diminution par rapport au printemps des hauteurs périphériques (-32%) et centrales (-28%) qui est statistiquement significative ( $p < 0,001$ ).

### b)- *Psammomys obesus* :

**En automne**: les hp et hc mesurent respectivement 5 et 4,5 $\mu\text{m}$ , les noyaux sont foncés à chromatine décondensée. La zone supranucléaire est assez réduite, la colloïde est abondante. La glande thyroïde est active.

**En hiver**: Les hauteurs périphériques et centrales mesurent respectivement 6 et 5 $\mu\text{m}$ ; le noyau est à chromatine décondensée, la zone supranucléaire est assez réduite et la colloïde est abondante. La glande thyroïde est en activité. On note une légère augmentation des hauteurs des moyennes périphériques (+27%) et centrales (+16%) statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) entre l'automne et l'hiver.

**Au printemps** : Les hauteurs périphériques et centrales sont de l'ordre de 12 et 15  $\mu\text{m}$ ; la zone supranucléaire est importante, le noyau est clair à chromatine décondensée, la colloïde est résorbée, reflet d'une stimulation hormonale intense. La glande thyroïde est en hyperactivité.

**En été** : Les hauteurs périphériques et centrales sont de l'ordre de 9 et 11  $\mu\text{m}$ , le noyau est clair, la zone supra nucléaire est importante, la colloïde est abondante. La

thyroïde est active. Une diminution par rapport au printemps des hp (-32%) et hc (-28%) statistiquement significative ( $p < 0,001$ ).

Chez la gerbille les concentrations plasmatiques en T4 totale se situent entre 19 et 38 ng/ml et varient très peu au cours des saisons. Les valeurs les plus élevées sont obtenues au printemps et en été (avril 1992 et juin 1992). Les différences entre les moyennes d'avril 92 et celle de déc.1992-janvier 1993 sont significatives (-40%;  $p = 0,05$ ). Par contre, la T3 varie entre 0,44 et 0,71 ng/ml et évolue d'une manière régressive entre déc.-1992-janvier 1993 et avril 1993. On note une opposition de phases très nette entre la T4 et la T3: lorsque la T4 est maximum, en été, la T3 est minimum. Aussi, la T4 augmente (+40%) entre l'été et l'hiver au moment où la T3 diminue (-47%).

Chez le rat des sables les concentrations plasmatiques en T4 totale varient entre 26 et 35ng/ml. Les variations sont faibles et statistiquement non significatives. Cependant, au printemps 1993, au moment où l'activité testiculaire augmente, on observe une diminution en T4 totale, statistiquement significative (-28%;  $0,01 < p < 0,02$ ).

## 3- Comparaison des deux fonctions testiculaire et thyroïdienne chez les deux espèces

L'étude comparative des deux fonctions testiculaire et thyroïdienne chez les deux espèces, montre que chez la gerbille, la fonction thyroïdienne est active tout au long de l'année, il n'existe pas de variations nettes entre les saisons. Par contre, la fonction testiculaire évaluée par les teneurs plasmatiques en androgènes totaux montre un cycle saisonnier avec un minimum en automne, une reprise en hiver, un maximum au printemps et la régression est obtenue en été. Notant que la fonction thyroïdienne devient réduite en avril, période de pleine activité sexuelle, inversement au moment de repos sexuel (automne- hiver), la fonction thyroïdienne s'active et augmente. Une diminution est observée entre l'été et le printemps; et qui est à la limite de la significativité.

Le rat des sables, animal diurne, présente des variations saisonnières, testiculaire et thyroïdienne qui évoluent en opposition de phase: au moment où l'activité sexuelle augmente (automne- hiver), la fonction thyroïdienne diminue (printemps -été).

En conclusion, l'étude comparative entre les et les deux fonctions, testiculaire et thyroïdienne, montre une évolution en opposition de phases, essentiellement aux périodes des activités maximales et minimales de la fonction testiculaire. Lorsque la fonction de reproduction est maximale, elle semble exercer une action inhibitrice sur la fonction thyroïdienne. Par ailleurs, ces corrélations semblent plus nettes chez l'animal diurne (*Psammomys obesus*) par rapport à l'animal nocturne (*Gerbillus gerbillus*).

Les teneurs en androgènes totaux sont légèrement différentes de celles précédemment décrites au laboratoire, chez *Psammomys obesus* [21] et *Gerbillus gerbillus* [20]. En effet, la séparation par chromatographie de la testostérone, de l'androsténédione a montré que les teneurs en testostérone sont plus faibles chez, la gerbille et le rat des sables mais restent nettement inférieures à celles des rongeurs de laboratoire. Le mode de capture et de sacrifice ne sont pas toujours identiques, ce qui pourrait changer légèrement les valeurs basales obtenues par différents auteurs surtout en cas de stress.

**Tableau 7 :** Variations saisonnières des poids, absolu (mg) et relatif (mg/100g de poids du corps) et des concentrations plasmatiques en Thyroxine (T4) et en triiodothyronine (T3) totales (ng/ml) du Rat des sables (*Psammomys obesus*) mâle adulte, capturée dans la région de Béni- Abbés (Béchar - Algérie).

Saisons	Nombre d'animaux	Poids du corps (g)	Poids thyroïdien		Thyroxine (T4) (ng/ml)	Triiodo-thyronine (T3) (ng/ml).
			Absolu (mg)	Relatif (mg/100g de poids du corps)		
19 Janvier 1992	14	128±03	10,26 ± 1,19	08,31 ± 0,96	21,35 ± 4,10	0,66 ± 0,05
8 - 13 Avril 1992	13	126±04	13,06 ± 1,47	10,49 ± 0,88	25,36 ± 3,16	0,51 ± 0,04
29 Juin - 8 Juillet 1992	6	116± 03	08,87 ± 1,32	07,94 ± 7,03	29,91 ± 7,57	0,35 ± 0,09
Déc 92/ 10 - 14 Janvier 1993	6	105±03	11,28 ± 0,25	10,81 ± 1,05	15,31 ± 4,00	0,48 ± 0,06
Juin 1993	6	98±09	13,33 ± 2,69	13,78 ± 2,45	13,86 ± 2,16	/

## DISCUSSION

Les résultats rapportés dans cette étude concernent les activités testiculaire et thyroïdienne saisonnières de deux espèces de rongeurs déserticoles vivant dans le même biotope mais de mœurs et de régime alimentaire différents. L'espèce nocturne a un poids testiculaire et vésiculaire supérieur à celui de l'espèce diurne, mais reste du même ordre de grandeur que celui du rat de laboratoire, mais inférieur à celui de certaines espèces de rongeurs déserticoles comme la gerboise [5] et le rat du Nil [11].

De plus, chez le rat des sables, l'activité testiculaire a été complétée par les données histologiques et électrophorétiques qui ont mis en évidence la présence des protéines androgéno-dépendantes [10]. Chez le Rat des sables, l'aspect histologique des vésicules séminales est aussi en relation avec les variations de ces protéines. Chez la gerbille, l'aspect histologique du testicule [18] présente d'importantes variations saisonnières qui confirment les résultats obtenus dans notre étude.



Le cycle saisonnier sexuel de l'espèce nocturne *Gerbillus gerbillus*, caractérisé par une période de régression nette en été, semble se poursuivre jusqu'à la fin de l'automne, redémarre en hiver, pour être au maximum au printemps.

Chez *Psammomys obesus*, l'activité endocrine du testicule suit un profil inverse. La régression a lieu au printemps, la reprise est en été, et le maximum est en automne; ceci nous permet de conclure que l'activité testiculaire endocrine de la gerbille redémarre après le solstice de l'hiver et régresse dès la fin du printemps; par contre, chez le rat des sables, cette activité redémarre après le solstice de l'été et elle persiste jusqu'au début du printemps et la régression pondérale testiculaire et vésiculaire traduit bien les variations saisonnières de la production hormonale. Le feedback des androgènes joue un rôle important dans la régulation hypothalamo-hypophysaire [22].

Les cycles saisonniers de la fonction testiculaire de nos espèces sont comparables à ceux obtenus chez les espèces voisines au Maroc et en Tunisie mais différentes de ceux des autres régions désertiques du globe. D'autres études similaires à nos résultats ont été effectuées au Maroc, sur le mérion de Shaw [38] et *Gerbillus nanus* [39] capturés dans la région de Marrakech; ainsi que dans la région Burkina-Faso sur *Arvicanthis niloticus* [32] et sur *Gerbillus nigeriae* et *Taterillus*. Dans le Negeve central d'Israël, *Gerbillus henleyi* présente le même cycle que nos espèces nocturnes [33] Concernant la fonction thyroïdienne, notons que les teneurs hormonales sont comparables chez les deux espèces; elles sont similaires à celles du mérion de Shaw et différentes de celles des autres espèces de rongeurs déserticoles.

Le caractère cyclique de la fonction thyroïdienne des rongeurs déserticoles est limité aux seuls travaux effectués chez le rat des sables *Psammomys obesus* en Algérie [20], le mérion de Shaw au Maroc [4] et en Tunisie [23]. D'autres travaux effectués sur des modèles non déserticoles ont aussi été réalisés sur le rat de laboratoire [36], le rat Wistar [15], le rat cotonnier [35], les Microtinées sauvages [28], l'écureuil d'Amérique [17], [8], la marmotte [37] et sur d'autres mammifères : Le cerf d'Amérique [34]. La stabilité de la T4 est due au fait qu'elle est considérée comme une prohormone de la T3 qui elle, est biologiquement active ([31] et [29]. Aussi la diminution du taux de la T3 est due soit aux diminutions des protéines de transport soit aux diminutions du métabolisme de base.

La comparaison des variations saisonnières des activités testiculaire et thyroïdienne a fait intervenir des connaissances de base sur des modèles de laboratoire et a pu mettre en évidence les interrelations entre les deux glandes endocrines, en l'occurrence, le testicule et la thyroïde, pendant le développement de l'individu et par conséquent le déclenchement de la puberté chez le mâle. Des travaux ont souligné la présence des récepteurs thyroïdiens au niveau des cellules de Sertoli du testicule, ce qui implique le rôle joué par la thyroïde dans la régulation de la fonction sexuelle mâle [9], [25, 26,27], [14], [16]. Aussi des recherches sur le plan biochimique, histologique sont décrites pour mieux comprendre ces interrelations; à cela s'ajoute l'influence des facteurs endogènes (castration et thyroïdectomie) et exogènes (influence des facteurs de l'environnement).

Par analogie avec l'ensemble des données provenant d'autres espèces, il est tentant de faire jouer aux variations saisonnières de l'activité thyroïdienne un rôle dans le déterminisme endogène de celle de l'activité endocrine du testicule du rat des sables et de la gerbille. En effet, nous avons remarqué une augmentation de la thyroïdémie surtout, au moment des périodes de régression testiculaire chez nos deux espèces. Cependant, la triiodothyroninémie chez le rat des sables a suivie un profil inverse à celui de la thyroïdémie; ce point est à confirmer surtout lorsqu'on sait que la triiodothyronine est la véritable hormone active.

Les différents résultats montrent la complexité des relations unissant ces deux fonctions endocriniennes cycliques chez les mammifères sauvages. Aussi le maintien du caractère cyclique normal du fonctionnement thyroïdien chez les animaux castrés, implique que cette manifestation cyclique est probablement d'origine central ce point est important vu que le système nerveux est un centre de distribution et de régulation des informations transmises en réponse à des stimuli internes ou externes.

Enfin, ces études des interrelations glandulaires et méritent d'être approfondies en tenant compte des facteurs de l'environnement qui sont à la base de plusieurs hypothèses de travail et pourraient mieux expliquer les mécanismes adaptatifs de ces espèces vis-à-vis du climat aride.

## REFERENCES

- 1- Amirat Z., Khammar F et Brudieux R. 1975 – Variations pondérales saisonnières de l'appareil reproducteur, de la surrénale, et du rein chez le rat des sables (*Psammomys obesus*) – (Extrait du bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord. Tome 66 Fascicule 1 et 2 pp: 31-60
- 2- Ashok Khar A, Taverny-Bennardo T, Jutsz M. Effect of thyroid hormones on gonadotrophin release and biosynthesis using rat pituitary cell cultures. *J Endocrinol.* 1980 May; 85 (2):229-35
- 3- Belhocine M. et Gernigon, Spychalowicz, Th. (1984) - Histologie comparée des variations saisonnières de l'appareil reproducteur mâle de deux rongeurs sahariens *Psammomys obesus* et *Meriones crassus*. *Bul. Zool. France* 119 (4) : 325-333.
- 4-Benani K. (1988) - Etude des variations saisonnières des facteurs nutritionnels, hormonaux et métaboliques chez un rongeur désertique, le Mérion (*Meriones shawi*). Thèse d'état série E. Clermont-Férrant, 407pages.
- 5- Cheniti Lamine *et al*; 1974 – Cycle testiculaire chez la Gerboise (*Jaculus orientalis*). *C.R. Soc. Biol.*, 168, p. 428-4338
- 6- Damassa DA, Gustafson AW, Kwiecinski GG, Pratt RD. Control of plasma sex steroid-binding protein (SBP) in the little brown bat: effects of thyroidectomy and treatment with L- and D-thyroxine on the induction of SBP in adult males. *Biol Reprod.* 1985 Dec; 33(5):1138-46.
- 7- Darbeida H. et Brudieux (1982) – Seasonal variations in plasma testosterone and dihydrotestosterone levels and in metabolic clearance rate of testosterone in rams in Algeria. *J. Repr. Fert.*, 59, 229-235
- 8-Eleftheriou B.O. et Zarrow M.X. (1961) - A comparaison of body weight and thyroid gland in two subspecies of *Peromyscus maniculatus* as effected by age and season. *Anat. Rec.*, 139: 224.
- 9- Fugassa E., Palmero S. et Gallo G. (1987) - Triiodothyronine decreases the production of Androgen binding Protein by Rat Sertoli cells. *Biochem. and Biophys. Res. Communications*, 143: 241-247.
- 10- Gernigon Th., Berger M. et Lecher P. (1994) - Seasonal variations of the ultrastructural and production of androgen dependant protein in the seminal vesicles of Saharian rodent (*Psammomys obesus*). *J. Endocrinol.* 142 (1): 37-46
- 11 – Ghobrial L.I et Hodieb, 1982- seasonal variation in the breeding of the Nile rat (*Arvicanthis niloticus*). *Mammalia*, 46, 319-332
- 12- Jallageas M, Assenmacher I- 1974 Thyroid gonadal interactions in the male domestic duck in relationship with the sexual cycle. *Gen Comp Endocrinol.* Jan; 22(1):13-20
- 13- Jallageas, M. (1979) – Further evidence for reciprocal interactions between the annual sexual and thyroid cycles in male peking ducks. *Gen. Com. Endocrinol.*, 37, 44 – 51
- 14- Janini E.A., Olivierie M., Francavilla S., Gulino A., Ziparo E. et Darmiento M. (1990) - Ontogenesis of the nuclear 3,5,3'- Triiodothyronine Receptor in Rat testis. *Endocrinology* 126: 551- 2526.
- 15- Hermann F., Peschke E., Peil J., Hamsch K., Sorger D., Herzmann A. et Schmidt H.E. (1990) - Circannual oscillations of function compared with morphometric changes thyroid gland of the Wistar rat. *Exp. Clin. Endocrinol.* 96 (2): 157-167.
- 16- Hess, R. A. and Cook, P.S., (1992) - Total number of Sertoli cells in doubled in the neonatal hypothyroidism model for increased testis size. *Journal of andrology* 13, (suppl.): 47
- 17- Hoffmann R.A. et Kirkpatrick C.M., (1960) - Seasonal changes in thyroid gland morphology of male Gray Squirrels. *J. Wild. Mgmt*, 24 : 421-425
- 18- Kassir, L., Khammar, F et Brudieux, R. 1979 – Cycle annuel de l'activité endocrine du testicule chez un rongeur désertique (*Gerbillus gerbillus*). *J. Physiol. Paris II* : 29 A.
- 19- Khammar 1987, variations de l'activité endocrine du testicule de deux espèces de rongeurs désertiques Le rat des sables *Psammomys obesus* et la Gerbille *Gerbillus gerbillus* : Thèse D'Etat USTHB- pp 202.

- 20-** Khammar F, Brudieux R., 1987 – Seasonal changes in testicular contents and plasma concentrations of androgens in the desert gerbil (*Gerbillus gerbillus*). *J. Reprod. Fertil.*, 80 (2): 589-94
- 21-** Khammar F, Brudieux R., 1989- Seasonal changes in plasma testosterone concentrations in response to administration of hCG in a desert rodent, the sand rat (*Psammomys obesus*). *J. Reprod Fertil.* 85 (1): 171-5
- 22-** Khammar F., Brudieux R., 1991- Seasonal changes in plasma concentrations of gonadotropins and the responsiveness of the pituitary and testis to GnRH in a desert rodent, the sand rat (*Psammomys obesus*). *Reprod Nutr. Dev.*; 31 (6) 675-82
- 23-** Lachiver, F., Cheniti, T., Bradshaw, D., Berthier, J. L. et Petter, F., (1978) – Field studies in southern Tunisia water turnover and thyroid activity in two species of meriones. In *environmental Endocrinology Assenmacher I., Farner D.S. Eds Spring verlag*: 81-84.
- 24-** Maurel D. 1981-Variations saisonnières des fonctions testiculaire et thyroïdienne en relation avec l'utilisation de l'espace et du temps chez le Blaireau européen (*Meles meles L.*) et le Renard roux (*Vulpes vulpes L.*). *Thèse Doct. ès. Science, Université de Montpeullier, 302p.*
- 25-** Palméro, S., Prati M. Barreca, A., Munito, F. Riordano, G., Fugassa, E., (1988) - *Molecular and cellular Endocrinology* 58: 253-256. Cité par Panno, ML *et al.*, (1994).
- 26-** Palmero S, Prati, M., Barreca, A, Munito, F., Riordano, G. Fugassa, E. (1990)- Thyroid hormone stimulates the production of insulin-like growth factor I. (IGFI) by immature rat Sertoli cell. *Mol. Cell. Endocrinol*, 68 (1): 61-05.
- 27-** Palmero S., Prati, M., Marco, P., Trucchi, P., Fugassa, E. (1993) -Thyroid regulation of nuclear tri-iodothyronine receptors in the developing rat testis. *J. Endocr.* 136: 277-282
- 28-** Rigaudière, N. (1969) - Les variations saisonnières du métabolisme de base et de la thyroïde chez les Microtinés. *Arch. Sci. Physiol.*, 23: 215-242.
- 29-** Robbin, J. (1981) - Factors altering thyroid hormone metabolism. *Environ. Health*, 38 : 65-70.
- 30-** Saboureau, M., (1979) - Cycle annuel du fonctionnement testiculaire du hérisson (*Erinaceus europaeus L.*). Sa régulation par les facteurs externes et internes. *Thèse Doct. Es. Science, Université Tours: 198p.*
- 31-** Seal, U.S.L., Verme and Ozoga, J.J. (1978) – Dietary protein and energy effects in deer fawn metabolic patterns. *J. Wild manage.* 42 : 776-790.
- 32-** Sicard B. Fminier F. 1994- Relations entre les variations saisonnières du métabolisme hydrique, l'estivation et la reproduction chez *Gerbillus nigeria* et *Taterillus petteri* (Rodentia, Gerbillidae). In the Neveg Highland Israel. *Mammalia.* 58 n° 4:581-589
- 33-** Shenbort, TG., Krasnov N. and Khokhlova I. 1994 - On the biology of *Gerbillus henleyi* (Rodentia Gerbillidae) in Neveg Highlands, Israel. *Mammalia*, t, 58,4 : 581-589
- 34-** Timisjarvi, I., Ojut Kangas, V. O. (1994) – Annual variations in serum TSH and thyroid hormones and their responses to TRH in the Reindeer. *J. Endocri.*, 141, 3: 525-533.
- 35-** Tomassi T. E., Mitchell, D. A. (1994) –Seasonal shifts in thyroid function in the cotton Rat (*Sigmodon hispidus*). *J. mammal.*, 75, 2: 520-528.
- 36-** Wong, C. C., Dohler, K.D., Atkinson, M.J., Gerlings, H., Hesch, R.D. et Vonzur Muhlen A. (1983) – Influence of age strain and season on diurnal periodicity of thyroid stimulating hormone, T4, T3 and Parathyroid hormone in the serum male laboratory rats. *Acta Endocrinologica (Copenhag)*, 102: 377-785.
- 37-** Young RA., rajatanavin R. Braverman LE. And Tannant BC. 1986- Seasonal changes in serum thyroid hormone binding protein in the woodchuck *Marmota mmax*. *Endocr.*, 119: 967-97138-41
- 38-** Zaime, A., Laraki, M., Gautier, J.Y. and Garnier, D. H. (1992) – Seasonal variation of androgens and several sexual parameters in male *Meriones shawi* in southern Morocco. *Gen. and Comp. Endocrinology.* 86: 289-296.

- 39-** Zaime, A., and Gautier, J.Y. (1993) – Comparative seasonal variations of sexual and reproductive activity in gerbil (*Meriones shawi*, *Meriones libycus*, *Psammomys obesus* and *Gerbillus nanus*). In *Rodents and space Eds. Zaime p: 125-128*