

UNE APPROCHE ECOPHYSIOLOGIQUE
DU DETERMINISME DU CYCLE D'ABONDANCE DES RONGEURS NUISIBLES
SOUDANO-SAHELIENS

Rapport d'élève de
Bruno SICARD.

le 26/09/84

SOMMAIRE

AVANT PROPOS:	

INTRODUCTION:	

A: DETERMINISME DU CYCLE D'ABONDANCE DES RONGEURS:	p: 3
B: COMPOSANTES DU CYCLE D'ABONDANCE:	p: 4
C: FACTEURS DU CYCLE D'ABONDANCE:	p: 10
D: CONCLUSIONS:	p: 14
MATERIEL ET METHODES:	

A: TECHNIQUES D'ETUDE DES COMPOSANTES:	
A.1: PRELEVEMENTS SANGUINS:	p: 18
A.2: DOSAGES RADIOIMMUNOLOGIQUES:	p: 26
B: TECHNIQUES D'ETUDE DES FACTEURS:	
B.1: MISES AU POINTS EN LABORATOIRE:	p: 38
B.2: MILIEUX ET ESPECES ETUDIEES:	p: 46
RESULTATS, DISCUSSION:	

A: LES HORMONES DE LA REPRODUCTION:	p: 53
B: LES FACTEURS DU CYCLE:	
B.1: PRECISION DES METHODES ISOTOPIQUES:	p: 72
B.2: METABOLISME HYDRIQUE ET DISPONIBILITES EN EAU:	p: 83
B.3: ETUDE IN NATURA DU METABOLISME HYDRIQUE DE QUELQUES GENRES DE RONGEURS SOUDANO-SAHELIENS:	p: 94
CONCLUSIONS	p: 107

RESUME	p: 111

AVANT-PROPOS

Compte tenu de ma formation en physiologie, il m'a été demandé d'étudier la partie écophysio-logique des recherches entreprises par les mammalogistes de l'ORSTOM en Afrique de l'Ouest. Dans ce but, j'ai effectué de nombreux stages de formation durant ma première année d'élève, sous la responsabilité de Monsieur A.R. Poulet:

- Au MNHN j'ai pu étudier les rongeurs africains sous la direction de Monsieur F. Petter (OCT/NOV 82).

- Au laboratoire de Mr. F. Lachiver j'ai acquis une technique d'évaluation du métabolisme hydrique (teneur en eau corporelle de l'animal, flux entrant et sortant) des petits rongeurs (DEC/JAN 83).

- Au cours d'une mission au Sénégal (FEV 83), en vue de mon implantation ultérieure, j'ai appliqué cette technique sur une population de Iaterillus du Ferlo sénégalais.

- Au laboratoire de M. Crozet (MAR/AVR 83) j'ai également appliqué cette technique sur une population de Mus musculus domesticus et de Mus spretus. Cette dernière expérience compte tenu du nombre élevé des animaux, m'a permis d'acquérir les techniques d'analyse des données sur Sirius 1. Dans la perspective d'une étude plus générale une base de données a été formatée au moyen du logiciel DBase II qui présente l'avantage de posséder un langage de dialogue avec d'autres logiciels ou des programmes de traitement.

- Au laboratoire de Mr. I. Assenmacher j'ai testé avec l'aide de Mr. G. Ixart les kits de dosages radioimmunologiques (Hormones de la reproduction et du métabolisme) sur des Arvicanthis et des Mastomys originaires du Sénégal (MAI/JUN/JUI 83).

Suite à une modification d'affectation, j'ai été placé sous la direction de Mr J.C. Gautun pour ma deuxième année d'élève.

- Au CEA de Cadarache, sous la responsabilité de Mr. Valleri et Mr. Buscarlet, j'ai réalisé une expérience de triple marquage sur trois espèces de rongeurs soudano-sahéliens. Cette expérience permettait de comparer les résultats obtenus par mesure directe et par marquage isotopique, dans l'évaluation des échanges d'eau et de la consommation alimentaire. D'autre part, elle permettait d'évaluer un indice de l'activité métabolique: la quantité de CO₂ consommée (OCT 83 / JAN 84).

- J'ai également suivi un stage de radioprotection au CEN de Saclay (DEC 83).

- Affecté au laboratoire de mammalogie de Ouagadougou en février 84 j'ai participé à une mission de prospection ORSTOM-MUSEUM en compagnie de Mr. M. Tranier. Durant cette mission nous avons effectué des opérations de piégeage aux environs de Bamako, de Mopti et d'Hombori.

- De retour à Ouagadougou, j'ai pu grâce à l'aide de J.C. Gautun, organiser mes recherches sur le terrain et au laboratoire. Je tiens à remercier tout particulièrement J. C. Gautun pour sa grande compréhension et son appui efficace.

Ce rapport est donc la synthèse d'un ensemble d'expériences réalisées aussi bien dans ces différents laboratoires français que durant cinq mois sur le terrain, au Sénégal et au Burkina Fasso (Haute Volta).

INTRODUCTION

Ce travail est une étude préliminaire initiant, sur le plan technique et bibliographique, un programme de recherche plus général sur les mécanismes et le déterminisme des cycles d'abondance des rongeurs nuisibles en milieu soudano-sahélien. La présente introduction précise les grandes orientations d'un tel programme, et indique, parmi les protocoles expérimentaux indispensables, ceux déjà mis en place au cours de ce travail.

Le chapitre matériel et méthodes développe les adaptations des techniques écophysiologicals aux animaux étudiés et aux conditions de travail sur le terrain.

Quant aux résultats, nous les présenterons en deux parties. La première partie exposera les expériences relatives à l'étude de la reproduction, alors que la deuxième partie reprendra les résultats des expériences utilisant les marquages isotopiques pour étudier les métabolismes hydrique et énergétique des animaux.

Quels sont les liens entre le déterminisme des cycles d'abondance et l'étude de la reproduction et du métabolisme des rongeurs nuisibles ? Comme nous le verrons ci dessous, l'étude du déterminisme du cycle nous amènera à distinguer des composantes et des facteurs du cycle d'abondance. La reproduction et le métabolisme hydrique sont justement la composante principale et un facteur essentiel du cycle.

A: LE DETERMINISME DU CYCLE D'ABONDANCE DES NUISIBLES:

les mammalogistes de l'ORSTOM à Dakar et Abidjan ont mis en évidence les cycles annuels d'abondance des rongeurs tropicaux ravageurs de cultures ou vecteurs de maladies transmissibles à l'homme, ainsi que les phénomènes de pullulation parfois associés à ces cycles. Il est apparu par exemple dans le domaine

Précision

de la protection des cultures que la lutte contre les rongeurs nuisibles, pour être efficace doit surtout être préventive; d'où l'importance de savoir localiser la lutte au cours du cycle annuel (Gautun, 1977), ou d'essayer de prévoir une éventuelle pullulation (Hubert, 1982). Il est nécessaire pour cela d'être en mesure de procéder à une simulation de l'évolution des densités de rongeurs à partir des densités mesurées en début de cycle. La connaissance d'une telle simulation dépend directement de la connaissance des contributions respectives des facteurs internes et de l'environnement agissant sur ces densités. Elle dépend donc finalement de la connaissance du déterminisme même du cycle d'abondance. En ce sens, les expériences réalisées sur quadrats suralimentés (Hubert, 1981; Poulet, 1981) attestent de la volonté de dépasser la phase descriptive de ces cycles pour analyser leur déterminisme. De même, le modèle de simulation envisagé par Hubert (1978) même s'il n'est pas prévisionnel, montre bien les principaux facteurs à prendre en considération, en faisant ressortir le rôle particulier de la reproduction.

Nous distinguerons par la suite composantes et facteurs du cycle d'abondance. Les composantes forment une sorte de base descriptive permettant d'évaluer l'avancée et l'importance du cycle. Quant aux facteurs internes ou externes, ils agissent sur une ou plusieurs des composantes.

Après avoir identifié les composantes du cycle d'abondance nous chercherons des indicateurs permettant de les évaluer quantitativement. Après avoir sélectionné les principaux facteurs internes et externes agissant sur ces composantes, nous chercherons des indicateurs permettant de les évaluer qualitativement ou quantitativement. A plus long terme, une expérimentation en laboratoire sera nécessaire pour vérifier les relations de cause à effet entre les facteurs et les composantes du cycle d'abondance. La possibilité de confronter les deux évaluations (composantes/facteurs) permettra alors de modéliser l'action des facteurs sur les composantes du cycle d'abondance.

B: COMPOSANTES DU CYCLE D'ABONDANCE:

B.1: IDENTIFICATION DES COMPOSANTES DU CYCLE D'ABONDANCE:

La mise en évidence des cycles annuels d'abondance des rongeurs étudiés repose sur l'estimation des densités à partir de piégeages mensuels. La technique de captures-recaptures permet de plus d'évaluer la dynamique de ces populations de rongeurs. Il a ainsi été montré que l'augmentation des densités résulte d'une reprise de l'activité reproductrice des animaux, alors que le retour des densités à un niveau basal correspond à un arrêt de la reproduction. L'évolution cyclique des densités résulte donc en amont d'une cyclicité de la reproduction qui apparaît comme le moteur essentiel du cycle annuel d'abondance. La Mortalité par prédation, maladies, carences alimentaires ou insuffisances physiologiques, et la Mobilité (déplacements supérieurs aux dimensions des quadrats) masquent plus ou moins l'effet positif de la Reproduction sur les densités en exerçant une pression plus ou moins importante et essentiellement négative.

La cyclicité des pullulations de *Microtus californicus* (Krebs, 1964) et du Leming (Krebs, 1966) plus que les pullulations elles mêmes, a incité de nombreux auteurs à impliquer un processus d'autorégulation. Il est difficile de procéder à une comparaison directe avec les espèces soudano-sahéliennes que nous étudions. Il semble que des pullulations du type de celles de 1972 au Sénégal puissent s'expliquer par l'abondance des ressources alimentaires et par une réduction de la prédation, pour ce qui est des facteurs extérieurs à l'animal. Pour ce qui est des facteurs internes il y aurait eu un blocage de la reproduction au maximum de la pullulation (Poulet, 1982). Si on admet comme le fait l'auteur qu'une telle pullulation résulte d'une amplification progressive des extrêmes des cycles annuels (les densités atteignent un maximum annuel d'autant plus élevé que le niveau de départ, le minimum annuel, est élevé), on peut admettre d'une part sa prévisibilité et d'autre part l'identité de nature entre les facteurs mis en jeu et ceux qui déterminent le cycle annuel lui même. Ont souvent été cités comme facteurs susceptibles d'influencer les variations pluriannuelles des cycles d'abondance des rongeurs, les densités elles même, les épidémies, la prédation, la modification (voire la dégradation) des milieux anthropisés, les phénomènes d'autorégulation génétique (Chitty, 1960, 1964), ou phénotypique (Christian et Davis, 1964). Même si une implication complexe de plusieurs facteurs est possible, ils agissent pour la plupart par des voies physiologiques ou comportementales sur les composantes essentielles du cycle annuel d'abondance. Parmi toutes les combinaisons possibles de ces facteurs, celles qui ont la plus forte capacité régulatrice des densités sont celles qui agissent sur des composantes capables de varier en intensité et en durée selon les conditions, les tranches d'âge ou le sexe. La reproduction, la mobilité et la mortalité peuvent présenter de telles caractéristiques.

Tant au niveau des cycles annuels d'abondance qu'à celui de leur variations pluriannuelles, Reproduction, mobilité et mortalité des animaux apparaissent comme des composantes principales. Ces trois composantes ont des indicateurs physiologiques qui doivent permettre de les évaluer afin d'en préciser la place et l'importance au sein d'un modèle prévisionnel des variations d'effectifs des populations de rongeurs nuisibles. Le présent travail, et le programme de recherche qu'il initie proposent d'étudier *in natura* ces trois composantes du cycle d'abondance, chez quelques espèces importantes de rongeurs soudano-sahéliens.

B.2: EVALUATION DES COMPOSANTES DU CYCLE D'ABONDANCE:

B.2.1: LA REPRODUCTION:

La reproduction est généralement évaluée indirectement par l'observation des variations des caractères sexuels primaires et secondaires. On mesure le pourcentage de mâles à testicules en position scrotale et les pourcentages de femelles présentant une perforation vaginale, gestantes ou à glandes mammaires développées. On peu en sacrifiant l'animal observer le poids et le contenu des testicules et des vésicules séminales, ou compter le nombre de cicatrices embryonnaires chez les femelles.

Krebs, étudiant la reproduction de Microtus californicus (1964), montre que chez les adultes de populations en pleine expansion, 97% à 98% des mâles ont des testicules en position scrotale (87% à 93% des femelles ayant une perforation vaginale), alors que ces pourcentages tombent entre 84% et 96% (67% à 86% chez les femelles) pour les populations en déclin. L'écart des pourcentages entre les populations en expansion et en déclin est donc toujours faible car les pourcentages annoncés pour les populations en déclin sont toujours élevés. Ceci indique soit que la période de reproduction connaît une très forte variabilité individuelle, soit, ce qui est plus probable, que les critères retenus sont peu discriminatifs. En effet, une fois les accouplements réalisés, les régressions testiculaires et les modifications de l'état vaginal se font de façon lente et variable selon les individus; j'ai souvent observé en animalerie des mâles à testicules en position scrotale sans activité sexuelle à l'inverse d'autres individus à testicules également développés. Les raisons données ci dessus ainsi que celles qui viendront plus loin, montrent que les critères habituellement utilisés en écologie pour quantifier la reproduction n'offrent pas une précision suffisante pour dissocier les trois composantes de la reproduction (déclenchement, intensité et durée) qui pour être positionnées et quantifiées au sein d'un modèle, doivent justement être avant tout, dissociées les unes des autres. Nous étudierons ces trois composantes de la reproduction à partir de critères physiologiques plus précis.

B.2.1.1: Déclenchement de la reproduction:

Le déclenchement de la reproduction se produit lorsque certaines conditions internes et environnementales sont réalisées. Il apparaît alors une action gonadotrope de la LH et de la FSH hypophysaires qui entraîne après une latence spécifique un développement des activités endocrine et exocrine des testicules du mâle et des ovaires de la femelle. La mesure précise des variations saisonnières des teneurs plasmatiques en LH et FSH doit permettre de localiser dans le cycle annuel, le moment pendant lequel l'organisme est sensible (facteur interne) à un ou plusieurs synchroniseurs de la reproduction (facteurs externes). Il faut pour cela caractériser en laboratoire l'évolution des concentrations plasmatiques en LH et en FSH au moment du déclenchement de la reproduction dans les deux sexes. Ceci afin de reconnaître à partir des échantillons prélevés chez l'animal sauvage, le moment précis du déclenchement in natura. On peut alors y associer certaines modifications de l'environnement (données climatiques régionales: photopériode, température, humidité, barométrie, et données microenvironnementales: microclimatologie, alimentation, densités), qui peuvent jouer un rôle synchroniseur, comme nous le verrons par la suite, et qui seront enregistrées tout au long de ce travail. Une expérimentation en laboratoire devrait par la suite permettre de vérifier les relations de cause à effet entre les synchroniseurs présumés et le déclenchement de la reproduction. Réalisée pour les deux sexes, cette étude permettrait d'évaluer les écarts de correspondance entre les déclenchements de la reproduction chez mâles et femelle, qui peuvent avoir une signification adaptative.

B.2.1.2: Durée de la reproduction:

Une fois déclenchée, l'activité reproductrice se met en place, et la durée de la reproduction va dépendre de l'importance du recouvrement des durées respectives des activités reproductrices dans les deux sexes. Très étudiée chez le mâle, l'agressivité est liée à la notion de territorialisme (Lorenz, 1963). L'endocrino-dépendance de cette agressivité aux androgènes, et en particulier à la testostérone a été bien démontrée chez les rongeurs comme le rat et la souris (Tollman et King, 1956; Bevan et al., 1958; Barkte et al., 1973; Ieshnert, 1975). D'autre part, les variations de l'activité territoriale sont en phase avec les fluctuations de la testostéronémie chez la gerboise (Thiessen et al., 1968), la souris domestique (Maruniak et al., 1977) ou le hamster (Johnston, 1981). Enfin, Aud y (1976) montre que l'activité exocrine testiculaire est manifeste alors que les taux de testostérone ne permettent pas encore de comportement reproducteur. On comprend alors pourquoi nous pouvons avoir des mâles inactifs malgré des testicules en position scrotale; ces mâles n'auraient pas un niveau suffisant de testostérone plasmatique. Chez le mâle, la production exocrine de spermatozoïdes, et l'aspect ou le poids des testicules, ne sont donc significatifs du point de vue de l'activité reproductrice qu'à partir du moment où la production endocrine de testostérone aura atteint un seuil permettant les réactions comportementales spécifiques associées à la reproduction (agressivité, territorialité et accouplement). La mesure des variations saisonnières des teneurs plasmatiques en testostérone chez le mâle et en oestrogènes et progestérone chez la femelle, doit permettre de déterminer la latence spécifique entre le déclenchement de la reproduction et les accouplements, ainsi que l'arrêt de la reproduction. Ces données permettent de déterminer la période des accouplements effectifs, durée effective de la reproduction. Il nous faut pour cela caractériser en laboratoire l'évolution des concentrations plasmatiques des hormones sexuelles dans les deux sexes, depuis le déclenchement de l'activité reproductrice jusqu'à la régression afin de pouvoir interpréter les résultats obtenus in natura.

B.2.1.3: Intensité de la reproduction:

L'intensité de la reproduction (en termes de densités) correspond à la sommation des fécondités des femelles restantes de la génération parentale, et des premières femelles qui en dérivent (génération annuelle). Le pourcentage de femelles fécondes est multiplié par la fécondité moyenne des femelles fécondées. Le comptage des cicatrices embryonnaires ne peut être envisagé car il faut tuer l'animal. Quant à l'évaluation du pourcentage de femelles gestantes par palpation elle ne permet pas de préciser la fécondité des femelles. L'étalonnage en laboratoire des quantités d'Hcg d'origine placentaire retrouvées dans le sang des femelles gestantes en fonction du nombre de placentas (d'embryons) permettrait de valider cette évaluation in natura.

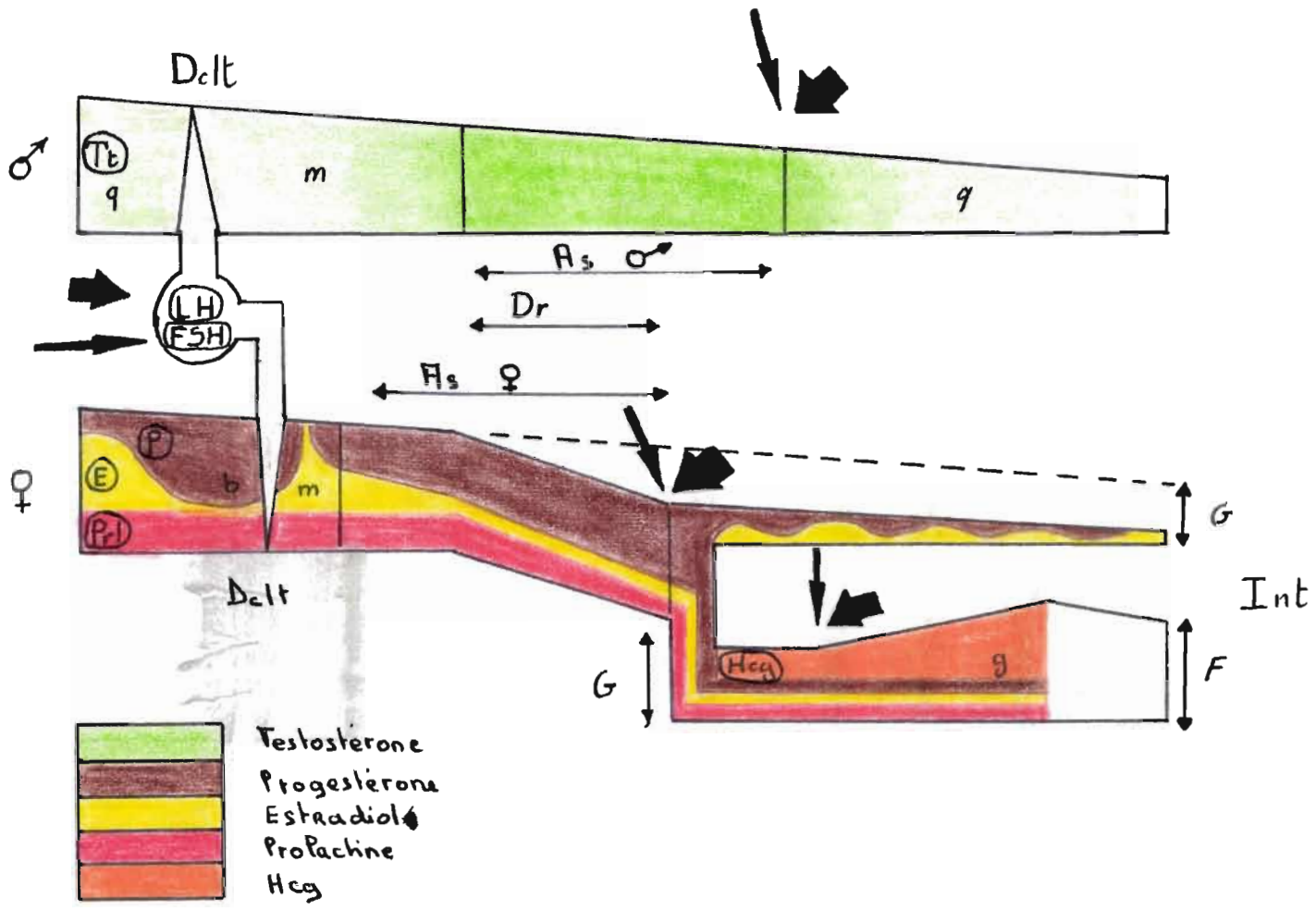


Figure 1 : Présentation des trois composantes de la reproduction : déclanchement (Dclt), intensité (Int) et durée (Dr).
 Chez le mâle, l'évolution de LH et de FSH permet de déterminer le déclanchement de la maturation sexuelle:des juvéniles (m) ou du redémarrage de l'activité sexuelle:des adultes quiescents (q) de l'année précédente. Les activités exocrines et endocrines du testicule se mettent en place et on déterminera un seuil de concentration en testostérone pour lequel l'activité sexuelle mâle A_s est effective (comportement territoriale et accouplement).
 Chez la femelle, l'évolution de LH et FSH permet de déterminer le déclanchement de la maturation des juvéniles et des adultes, qui peut correspondre à un déblocage du cycle oestrien. L'évolution ultérieure du rapport E/P permet de suivre les évènements ovariens, utérins et vaginaux, en particulier, de déterminer le pourcentage de femelles gestantes (G). Après fécondation,et implantation des œufs, l'Hcg permet de déterminer la fécondité (F).
 La durée de la reproduction (Dr) est déduite des durées respective de l'activité sexuelle dans les deux sexes.
 Les actions des facteurs internes et externes sont symbolisés par des flèches.

B.2.1.4: Conclusion:

La figure 1 montre les trois composantes de la reproduction ainsi que les indicateurs plasmatiques utilisables pour leur évaluation respective. L'impact des facteurs internes et externes est également représenté par des flèches. L'étude de la reproduction *in natura* par la mesure des concentrations plasmatiques des hormones sexuelles repose sur l'évaluation des concentrations plasmatiques des différentes hormones indiquées dans cette figure 1. Ces résultats obtenus à partir des ponctions (et des décapitations) opérées sur le terrain sont comparés aux résultats de référence obtenus en laboratoire par prélèvement d'échantillons de sang tout au long du cycle reproductif de couples d'animaux placés sous des conditions d'élevage bien déterminées.

B.2.2: LA MOBILITE:

La stratégie démographique de type r des *Arvicantis* s'explique par un important pouvoir reproducteur associé à des capacités d'occupation rapide des biotopes libres en période de hautes densités. Les *Taterillus* par contre peu mobiles ne connaissent qu'une dispersion juvénile qui affecte essentiellement les individus de la deuxième génération annuelle et conduit à une répartition en tâches ou en nappes (Poulet, 1982). La mobilité apparaît donc comme la deuxième composante des cycles annuels d'abondance. Si ces phénomènes de dispersion peuvent avoir chez les microtidés un support génétique, ils n'en sont pas moins conditionnés par l'état physiologique de l'animal. Il a été démontré en effet chez le rat (Story et Griffith, 1974) que l'augmentation de l'activité locomotrice provoquait un hyperfonctionnement de l'activité thyroïdienne, et qu'inversement, l'hypoactivité thyroïdienne réduisait les performances physiques. La glande thyroïde joue un rôle essentiel dans la régulation des métabolismes organiques. Les activités qu'on lui reconnaît dans la régulation des processus oxydatifs et les actions lipolytiques ou anaboliques doivent être considérés en relation avec les cycles annuels de l'activité locomotrice et des variations pondérales. L'évaluation de la thyroxine plasmatique, associée à la mesure éventuelle du poids de la thyroïde, devrait permettre de préciser en fonction du sexe et de la classe d'âge, quel sont les individus potentiellement les plus aptes à de telles activités locomotrices. Là encore il serait important de distinguer déclenchement et intensité de l'activité locomotrice. Une étude en laboratoire est nécessaire qui doit permettre de caractériser le fonctionnement basal de la glande thyroïde, et le niveau des cortico-stéroïdes en fonction de l'activité des animaux.

B.2.3: LA MORTALITE:

L'étude de la mortalité par une approche écophysiologique est rendue difficile du fait de l'inexistence de paramètres physiologiques spécifiques de la mortalité. Cependant, il a été montré chez le dingo australien que les individus dont les taux de corticostéroïdes étaient les plus proches de la réparti-

tion moyenne avaient la meilleure espérance de vie, à l'inverse des individus proches des extrémums. Notons qu'il s'agit plutôt là d'une étude sur la vitalité des individus. On pourrait envisager de considérer deux sous composantes dans la mortalité. Une composante externe essentiellement représentée par la prédation qui regroupe toutes les causes de mortalité accidentelles, et une composante interne représentant la vitalité des individus. On pourrait envisager la constitution d'un indice de l'état physiologique de l'animal en fonction de son âge, de son poids, de son métabolisme général et de son taux circulant de cortico-stéroïdes qui serait évalué en fonction de l'espérance de vie de l'animal.

B.3: CONCLUSION A L'ETUDE DES COMPOSANTES:

Les trois composantes du cycle d'abondance des rongeurs: reproduction, mobilité et mortalité ont des indicateurs physiologiques (concentrations hormonales plasmatiques) permettant d'évaluer *in natura* leur importance respective. La précision de ces indicateurs, l'exactitude de cette évaluation semblent bien meilleures à priori pour les deux premières composantes que pour la mortalité. Très généralement, cette évaluation repose sur la comparaison des résultats obtenus sur le terrain aux résultats de référence évalués en laboratoire.

Ces trois composantes du cycle d'abondance des rongeurs sont soumises à l'action des facteurs internes et externes que nous allons étudier.

C: FACTEURS DU CYCLE D'ABONDANCE:

C.1: IDENTIFICATION DES FACTEURS:

C.1.1: DIFFERENTS TYPES DE FACTEURS:

C.1.1.1: Facteurs internes et facteurs externes:

Ont été cités comme facteurs de la reproduction, la teneur en toxine de certaines plantes sur la mortalité des souris, l'importance des phéromones qui régissent, sous le contrôle des hormones sexuelles, les activités comportementales du marquage territorial et de l'accouplement, l'action des densités sur le stress et l'agressivité via les corticostéroïdes, la prédation qui selon Poulet (1982) est le principal facteur de la mortalité. Parmi les nombreux facteurs du cycle d'abondance cités dans la bibliographie, nous distinguerons entre facteurs internes et externes. Les premiers présentent des indicateurs physiologiques directement mesurables sur l'animal, alors que les autres font appel à la connaissance écologique de l'environnement (nécessité de travailler à proximité d'une station météorologique) et des populations de l'espèce étudiée. La reproduction apparaissant comme la plus grande cible de ces facteurs, cet impact sera plus particulièrement étudié.

C.1.1.2: Facteurs synchroniseurs et facteurs facilitants:

Nous devons encore distinguer entre facteurs synchroniseurs et facteurs facilitants, même si certains facteurs jouent les deux rôles, car leur impact sur le cycle d'abondance n'est pas de même nature. La connaissance du ou des synchroniseurs de la reproduction permet par exemple une localisation du déclenchement de la reproduction, alors que la connaissance des facteurs facilitants permet une évaluation quantitative de la reproduction.

C.1.2: FACTEURS AGISSANT SUR LA REPRODUCTION:

C.1.2.1: L'eau un facteur facilitant agissant essentiellement sur l'intensité et la durée de l'activité reproductrice des femelles:

Selon Poulet (1982), il y a une corrélation entre le total annuel des précipitations et la durée de la reproduction. Notons que dans le cas étudié par cet auteur, la reproduction connaissait une variabilité de 2 à 8 mois pour une saison des pluies limitée à 2 ou 3 mois, c'est à dire essentiellement en dehors de la période de reproduction. Il peut donc s'agir d'une action directe à court terme, ou d'une action indirecte à plus long terme. L'activité reproductrice de nombreuses espèces sub désertiques ou désertiques est corrélée positivement avec la pluie ou la production primaire qui en résulte (Beatley, 69, 76; French et al. 74; Mc Culloch et Inglis, 61; Reynolds, 58, 60). Chez de nombreux rongeurs occupant ces régions, la consommation alimentaire de plantes vertes augmente beaucoup avec la pluie. Bradley et Mauer (71), Reichman et Van de Graff (75), Van de Graff et Balda (73) ont montré une bonne corrélation entre la reproduction et les changements alimentaires. Selon Beatley (69, 76) et Bradley et Mauer (71), la réponse reproductive à l'ingestion de plantes vertes est due à l'augmentation des entrées d'eau qui résultent de cette ingestion, ou à l'effet stimulateur de certaines substances trouvées dans les plantes en germination (Printer et Negus, 65; Negus et Berger, 77; Negus et al., 77). Selon Gautun (communication personnelle), l'alimentation jouerait un rôle certain dans la reproduction de Lemniscomys du fait d'un changement de son régime alimentaire qui passe d'un type granivore à un type herbivore. Chez cette espèce, une alimentation en graine au laboratoire favorise la formation de réserves de graisses, alors qu'une alimentation en herbe favorise la reproduction. Enfin, French et al. (74) pensent que la reproduction résulte de l'augmentation de l'énergie disponible, lorsque cette dernière dépasse l'énergie de maintenance. Parmi ces nombreuses hypothèses, celles qui font intervenir les métabolismes hydrique et énergétique présentent l'avantage d'être générales, de ne pas faire référence à un type de plante précis ou à un biotope particulier. On sait d'autre part que l'eau est un élément essentiel d'une bonne organogénèse embryonnaire. Les femelles gestantes ou en lactation voient donc leurs besoins en eau augmenter. Plusieurs études ont montré le rôle primordial de l'eau dans la reproduction au niveau de la physiologie des femelles (Baverstock

et Wall, 75; Breeds, 75; Smith et Mc Manus, 75; Sobolt, 78; Lohr et Kessler, 75). Le problème de savoir si l'eau joue là un rôle plus ou moins indirect de déclencheur de la reproduction, ou s'il s'agit d'une action sur l'intensité ou la durée de la reproduction reste cependant posé. Les différents travaux cités ne distinguant pas nettement les trois composantes de la reproduction, ils ne peuvent dissocier un rôle déclencheur joué par l'eau d'une action facilitante ou limitante de la reproduction en fonction des capacités physiologiques de l'espèce étudiée à l'utilisation de cette eau. Les rares études expérimentales visant à étudier les relations de causalité entre les disponibilités en eau du milieu et l'activité reproductrice ont montré qu'un supplément en eau entraîne souvent une augmentation des pourcentages de mâles à testicules en position scrotale et de femelles gestantes. Parfois, on note une prolongation de la période reproductive à l'intérieur de la saison sèche. L'eau aurait donc au moins comme rôle de faciliter la reproduction, rôle que l'on peut juger essentiel pour les femelles. Compte tenu de la latence importante nécessaire à la maturation endocrine et exocrine des testicules, l'eau ne semble pas pouvoir jouer là le rôle d'un déclencheur qui doit toujours agir par anticipation. La maturation cyclique des femelles étant plus rapide, l'eau peut à ce niveau jouer le rôle d'un synchroniseur de la reproduction. Pour résumer toutes ces remarques, l'eau joue certainement un rôle essentiel chez les femelles par une action facilitante, et peut être aussi un effet déclencheur.

C.1.2.2: La photopériode, un déclencheur possible de l'activité reproductrice du mâle:

Un facteur de l'environnement synchroniseur ou déclencheur d'une activité physiologique doit être perçu par un mécanisme spécifique qui doit permettre au cycle biologique considéré de conserver une relation de phase avec les cycles de l'environnement. Si le synchroniseur est perçu par l'organisme selon un mécanisme spécifique, cela suppose la validité du mécanisme sur toute l'aire de répartition géographique de l'espèce. Cela suppose donc que le synchroniseur perçu comme tel par ce mécanisme soit une composante générale de l'environnement, et non une caractéristique locale qui ne pourrait que jouer un rôle de facilitation. Conserver une relation de phase avec l'environnement c'est pouvoir anticiper sur les variations annuelles des conditions de vie. Dans le cas par exemple de la fonction de reproduction des grands herbivores, cette anticipation permet généralement aux nouveaux nés de connaître des conditions nutritives favorables. Seules les variations saisonnières stables (donc fiables) de certaines composantes climatiques (donc générales) présentent les caractères d'un bon synchroniseur. De tous les facteurs climatiques, la photopériode a les variations saisonnières les plus stables, viennent ensuite les variations annuelles de la température, de l'humidité relative, et de la pression barométrique. Nous étudierons essentiellement le rôle possible de la photopériode dans le déclenchement de la reproduction. La lumière joue un rôle déclencheur de la reproduction de nombreuses espèces invertébrées ou vertébrées, rôle bien

démonstré dans les régions tempérées où les variations photopériodiques sont de grande amplitude. Cette action de la photopériode peut être potentialisée ou non selon le régime alimentaire chez le campagnol des champs (Martinet, 66, 69, 71). La plupart des connaissances sur le photopériodisme mammalien se rapportent pourtant essentiellement à son implication dans le cycle sexuel d'espèces domestiques. On connaît ainsi des espèces de type "jour court" comme le mouton, les chèvres, les cervidés, et des espèces de type "jour long" comme le furet (forme domestique du putois) ou le campagnol agreste (*Microtus agrestis*). Enfin, on sait que la photopériode influence le temps de nidation différée chez la plupart des espèces qui présentent cette propriété. Les études de ce genre sur les animaux des régions tropicales sont rares, peut être aussi compte tenu justement de la forte corrélation entre les disponibilités locales en eau et l'importance de la reproduction. La mise en doute du rôle synchroniseur de la photopériode en région tropicale tient aux faibles variations annuelles de la photopériode. On doit considérer que lorsque les études des espèces photosensibles ont été poussées très avant, la grande précision du mécanisme même de la photoréception a été constatée. On admet en effet que l'induction photo-périodique résulte d'un rythme circadien de photosensibilité que Follet et Sharp (1969) étudient en utilisant des fragments lumineux de 15 minutes. Des variations photopériodiques, même de faible amplitude, pourraient donc être inductrices chez les rongeurs tropicaux des régions sub-désertiques ou désertiques. Les études sur la photosensibilité ont souvent porté sur les durées respectives du jour et de la nuit soit sur les variations annuelles de la photophase. Outre cet aspect quantitatif, il existe un aspect qualitatif selon les variations annuelles de la composition spectrale de l'éclairement. Il a ainsi été montré chez la caille *Coturnix coturnix japonica* une plus grande efficacité des radiations rouges dans l'induction photopériodique du développement des gonades (Sicard B., Oliver J. et Baylé J.D., 1982). Même si chez le rat il n'existe pas de photoréception profonde directe, la rétine "végétative" peut être discriminative quant aux longueurs d'ondes des radiations incidentes. Notons enfin que les rongeurs sont essentiellement nocturnes et vivent à l'intérieur de leurs terriers à l'abri de la lumière dans la journée. En réalité, la limite nocturne-diurne est assez floue pour certaines espèces comme *Arvicanthis niloticus* qui sont crépusculaires, et la vie en terrier n'est pas un véritable isolement vis à vis de la lumière car la taupe commune, un insectivore souterrain a pourtant une reproduction dépendante de la photopériode.

C.1.3: FACTEURS AGISSANT SUR LA MOBILITE ET LA MORTALITE:

L'état métabolique général ainsi que l'adaptation de l'animal quant à l'utilisation des disponibilités en eau du milieu, sont des facteurs dont l'influence est sûrement déterminante sur l'activité locomotrice. Le déclenchement d'éventuels mouvements de migration peut dépendre de certains facteurs externes comme les densités de rongeurs ou de facteurs internes (stress engendré par les densités). La prédation comme nous l'avons vu est une cause essentiel de la mortalité.

Nous avons posé pour hypothèses principales, d'une part, que les métabolismes hydrique et énergétique sont les facteurs internes essentiels de la reproduction et de la mobilité, d'autre part, que les variations saisonnières de certaines données climatologiques (photopériode et température essentiellement) ou biologiques (prédation) de l'environnement sont les facteurs externes principaux du cycle d'abondance. Alors que les facteurs internes cités jouent un rôle surtout facilitant, les facteurs externes seraient pour la plupart des synchroniseurs. Nous allons voir maintenant comment envisager l'évaluation des principaux facteurs mis en évidence, afin de mettre en place les protocoles expérimentaux permettant cette évaluation.

C.2: EVALUATION DES FACTEURS DU CYCLE D'ABONDANCE:

L'utilisation de la technique du marquage isotopique permet selon le nombre des isotopes utilisés d'évaluer, *in natura* sur animal vivant et relâché en fin d'expérience, le bilan hydrique (teneur en eau corporelle de l'animal, flux entrant et sortant d'eau pendant une période donnée), le bilan énergétique et la quantité d'aliment ingérée. Cette technique utilisée en laboratoire permet d'étalonner en fonction de la qualité du régime alimentaire les performances de l'animal. Utilisée sur le terrain elle donne ainsi par comparaison une idée sur les performances adaptatives des individus et de l'espèce en général.

L'enregistrement systématique de l'évolution des données météorologiques permet d'évaluer la photopériode, l'évolution des températures, et de l'humidité relative. D'autre part toutes les expériences de laboratoire seront conduites sous conditions photopériodiques, température et humidité connues.

D: PLAN DU PRESENT RAPPORT:

Nous distinguons dans l'étude du déterminisme du cycle d'abondance, les études des composantes et des facteurs du cycle (figure 2). Composantes et facteurs sont étudiés *in natura* sur des animaux qui relâchés pourront être recapturés tout au long de l'année. Les résultats des mesures ainsi faites sur le terrain sont comparés aux valeurs de référence obtenues en laboratoire. Ce rapport se limite aux études de la reproduction et du métabolisme des trois principaux genres concernés par cette recherche *Arvicanthis*, *Mastomys* et *Taterillus*. Il présente les mises au point indispensables faites pour adapter les techniques utilisées à nos conditions de travail, ainsi que les premiers résultats obtenus sur le terrain (minoritaires compte tenu de mon affectation tardive à Ouagadougou en Février 1984).

D.1: ETUDE DES COMPOSANTES DU CYCLE:

Après avoir testé la précision des méthodes radioimmunologiques appliquées au dosage des hormones impliquées dans l'étude du déterminisme du cycle d'abondance de nos animaux, nous évaluons les influences du stress, et des modes de prélèvement des échantillons plasmatiques, mais aussi les variabilités intra-

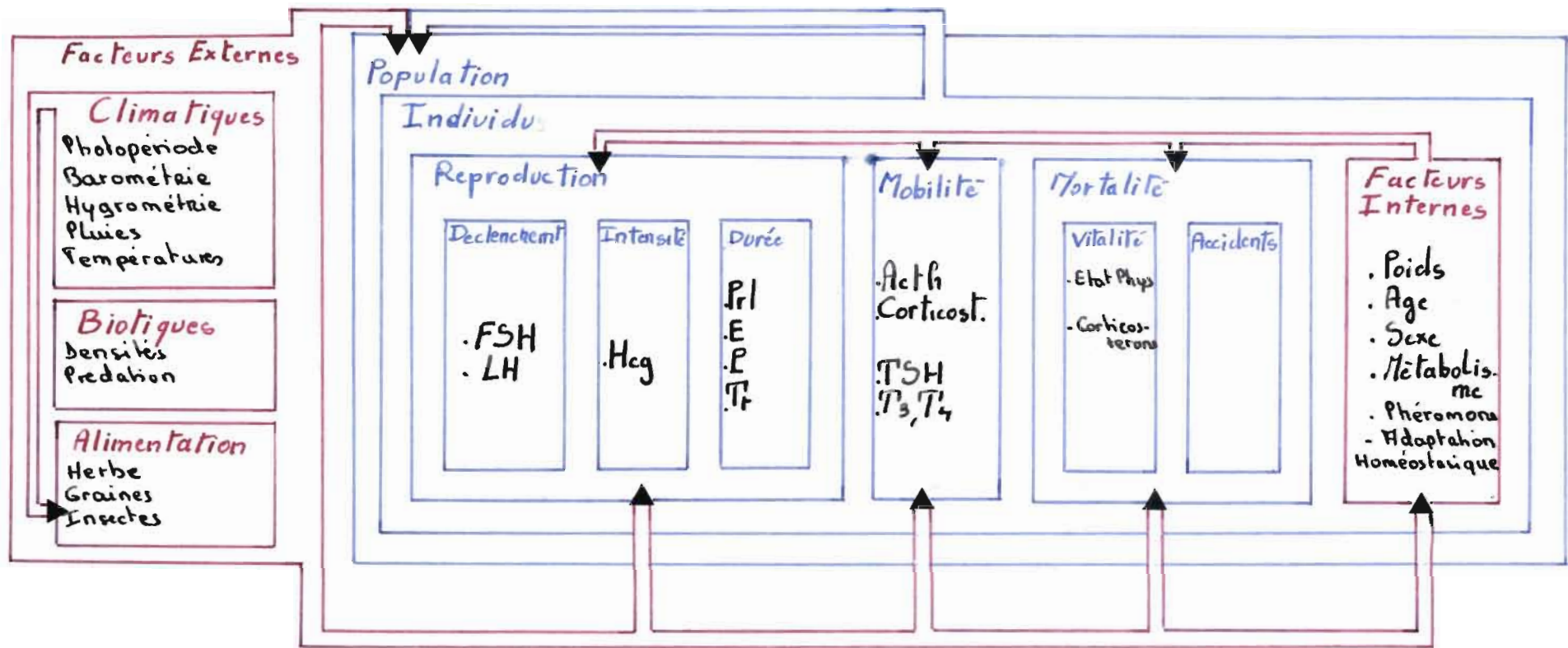


Figure 2: Présentation des niveaux hiérarchiques de composantes et des facteurs internes et externes du cycle d'abondance des rongeurs. Les facteurs internes ou externes apparaissent rouge. Les composantes et sous-composantes apparaissent en bleu. Les indicateurs permettant d'évaluer les facteurs et les composantes apparaissent en noir. Les niveaux d'influence des facteurs sur les composantes sont indiqués par des flèches globale. L'étude du déterminisme du cycle d'abondance nécessite de connaître plus finement ces relations.

spécifiques nycthémerales et les variabilités interspécifiques. Avant d'entreprendre une étude *in natura* des variations saisonnières des concentrations plasmatiques de ces hormones, il fallait vérifier leur significativité par rapport aux variabilités citées plus haut. Cette étude nous a permis de résoudre un certain nombre de problèmes liés à la conservation des échantillons plasmatiques et liés au stress (systémique et neurotrope) engendré par les anesthésiques ou la contention. Nous développons les mesures de précision dans le chapitre "matériel et méthode" et les premiers résultats de l'évaluation de la reproduction dans le chapitre "résultats et discussion".

D.2: ETUDE DES FACTEURS DU CYCLE:

Nous avons étudié la précision des méthodes isotopiques permettant d'évaluer sur le terrain les métabolismes hydrique et respiratoire, ainsi que de la quantité d'aliments ingérés par l'animal. Nous avons alors étudié plus précisément les variations du métabolisme de deux espèces de souris (ne disposant pas alors de rongeurs tropicaux) en réponse à des carences en eau. Nous avons enfin expérimenté la méthode à l'eau tritiée (simple marquage) sur le terrain au Sénégal et en Haute Volta, sur différentes espèces et selon différents protocoles de captures.

MATERIEL ET METHODES

Compte tenu des animaux étudiés et des conditions de travail sur le terrain, la mise en place d'une recherche écophysiologique demande des adaptations et des vérifications techniques qui sont l'objet principal du présent travail. Ce chapitre sera développé en conséquence en particulier la première partie qui traite des dosages radioimmunologiques. D'une manière générale, l'évaluation des composantes et des facteurs internes du cycle d'abondance fait appel à des techniques de terrain qui présentent assez de points communs pour être utilisées simultanément, sur des quadrats parfois différents comme nous le verrons. Elles supposent toutes deux une alternance des expériences de terrain et de laboratoire, ainsi qu'une réalisation en deux temps: prélèvement des échantillons de sang et conservation des plasmas correspondant en congélateur sur place à Ouagadougou, et dosage des radioactivités en France, au Laboratoire du professeur I. Assenmacher, équipé pour les comptages de la radioactivité en général et pour les dosages radioimmunologiques plus précisément. Alors que les expériences de terrain permettent de recueillir les échantillons en milieu naturel et fournissent les données significatives, celles de laboratoire permettent de tester certaines mises au point et apportent des valeurs de référence qui seront comparées aux résultats des expériences réalisées sur le terrain. Une animalerie dotée de portoirs mureaux et bientôt équipée d'un thermo-baro-hydrographe nous permet d'élever des animaux rapportés régulièrement des milieux étudiés sous diverses conditions expérimentales contrôlées. Quant à l'étude des facteurs externes, elle se limite en fait au dépouillement des données météorologiques fournies par les stations météo voisines des quadrats d'étude (en particulier la station de Djalafanka près de la mare d'Oursi).

Dans l'état actuel de nos connaissances il est certain que l'étude des facteurs internes du cycle d'abondance est plus avancée aux niveaux bibliographique et technique que l'étude des

composantes. La première partie de ce chapitre présente donc des mises au point techniques qu'il sera nécessaire de prolonger par une étude sur le terrain, alors que nous avons commencé les études *in natura* des facteurs du cycle d'abondance. Nous présentons les techniques d'étude des composantes et des facteurs du cycle d'abondance des rongeurs, puis les milieux et les espèces étudiés, ainsi que les dispositifs de piégeage adoptés.

A: TECHNIQUES D'ETUDE DES COMPOSANTES DU CYCLE D'ABONDANCE DES RONGEURS NUISIBLES:

Nous décrivons les méthodes de prélèvement des échantillons de sang, ainsi que le protocole de ponction que nous avons mis en place au Laboratoire de Ouagadougou. Nous précisons les points importants des dosages radioimmunologiques, en démontrant comment résoudre à ces différents niveaux les problèmes liés aux influences du stress sur les concentrations plasmatiques des hormones étudiées.

A.1: PRELEVEMENTS SANGUINS:

Différents modes de ponctions permettent d'obtenir du sang qui est centrifugé au plus vite. Les échantillons de plasma résultant sont conservés à -30°C dans les congélateurs du laboratoire jusqu'au moment du transfert des échantillons en France. Nous avons cherché à résoudre les problèmes liés au stress systémique et neurotrope, et liés à la conservation des plasmas dans le cas des expériences de terrain.

On a souvent montré que la contention de l'animal engendre un stress neurotrope, qu'il s'agisse de la contention dans le piège, dans la cage d'élevage ou dans la main. De même l'utilisation d'anesthésiques entraîne un stress systémique (via la voie sanguine ou lymphatique). On contourne ces deux problèmes en supprimant les causes du stress ou en supprimant le stress lui-même. On peut réduire le stress neurotrope dans le cas des expériences de laboratoire en habituant progressivement l'animal aux opérations de transferts de cage et à la contention manuelle, qui seront toujours effectuées par le même manipulateur. On peut également supprimer le stress systémique en opérant rapidement sans anesthésie selon une méthode de contention de l'animal particulière à chaque espèce. La suppression de l'anesthésie permet de limiter les incidents post opératoires, et de ramener le temps de manipulation de 15 minutes à 3 minutes ce qui est essentiel car les stress neurotrope et systémique demandent un temps de latence plus ou moins important avant de se manifester au niveau des taux circulants des hormones étudiées. L'impact du stress se manifeste différemment selon les hormones et les espèces, aussi nous avons cherché à savoir ce qu'il en est à ce niveau chez nos animaux. Sur le terrain, la méthode la plus sûre, mais la plus coûteuse en animaux, est de supprimer le stress lui-même en décapitant automatiquement l'animal à sa rentrée dans le piège. Le rongeur étant entré de son plein gré et la décapitation étant très rapide, aucun des stress neurotrope ou systémique n'a alors le temps d'agir. Il faut également, après décapitation, conserver le sang dans une atmosphère à environ 4°C et enregistrer l'heure de

capture. Deux types de pièges permettant ce genre d'opération ont été envisagés, et nous en préciserons les caractéristiques générales. Il est certain que la décapitation ne s'impose que pour l'étude de certaines hormones très sensibles au stress, que nous devons mettre en évidence. Les autres hormones pouvant être étudiées par de simples ponctions, l'animal sera relâché en vue de sa recapture.

A.1.1: LES TECHNIQUES DE PONCTION:

Nous utilisons trois techniques qui permettent d'obtenir du sang en modifiant le moins possible sa composition physico-chimique.

A.1.1.1: Canules carotidiennes:

Cette technique de laboratoire a été adaptée à partir des travaux de G. Ixart. Elle permet de suivre les modifications hormonales contemporaines d'événements particuliers (la maturation sexuelle des animaux par exemple). Il s'agit de mettre en place, sous anesthésie, une canule carotidienne qui doit permettre de prélever du sang pendant plusieurs semaines sans stresser l'animal. L'animal est anesthésié au nembutal, la pesée permettant de calculer la dose injectée en fonction du poids. Après un temps d'endormissement de quelques minutes l'animal est rasé sur 4 à 5 cm² au niveau de la nuque et du cou, puis fixé en décubitus dorsal sur une planche d'opération (figure 3). La peau est alors nettoyée au merphène puis incisée sur 2 cm au niveau du larynx, les plans musculaires sont dégagés de chaque côté jusqu'à la trachée. La carotide est dégagée de ses adhérences conjonctives et nerveuses à la pince, et deux fils préalablement lavés à l'alcool sont positionnés pour les ligatures céphalique et caudale. La ligature céphalique est serrée et de ce fait, la carotide se gorge de sang. On place un clamps très en arrière de la ligature caudale lâche et on incise en biseau la carotide au milieu de la portion dégagée. La canule (polyéthylène tubing; Clay Adams) est mise en place et la ligature caudale serrée en avant de l'olive. Il est essentiel de bien adapter la longueur entre l'olive (réalisée au moyen d'un fil métallique chauffant) de la canule et l'extrémité de cette canule qui doit déboucher à quelques millimètres du ventricule (Tableau 1). Le clamps est enlevé et l'on injecte au moyen de la canule mise en place une solution de sérum physiologique légèrement hépariné pour chasser le sang de la canule. L'extrémité libre de la canule est alors collée à la flamme et écrasée à la pince puis passée dans une aiguille afin d'être conduite au moyen d'un guide aiguille latéralement puis dorsalement sous la peau vers la nuque. Au moyen d'une petite incision, on fait ressortir l'extrémité de la canule au niveau de la nuque de l'animal. Placée dans cette position, il sera facile de recueillir le sang sans gêner l'animal (qui ne peut se gratter facilement à cet endroit). On évite les risques d'arrachement en fixant l'extrémité de la canule à l'os du crâne par une petite boule de ciment dentaire. On recueille le sang en coupant au ciseaux l'extrémité de la canule (qu'il faut prévoir assez longue).

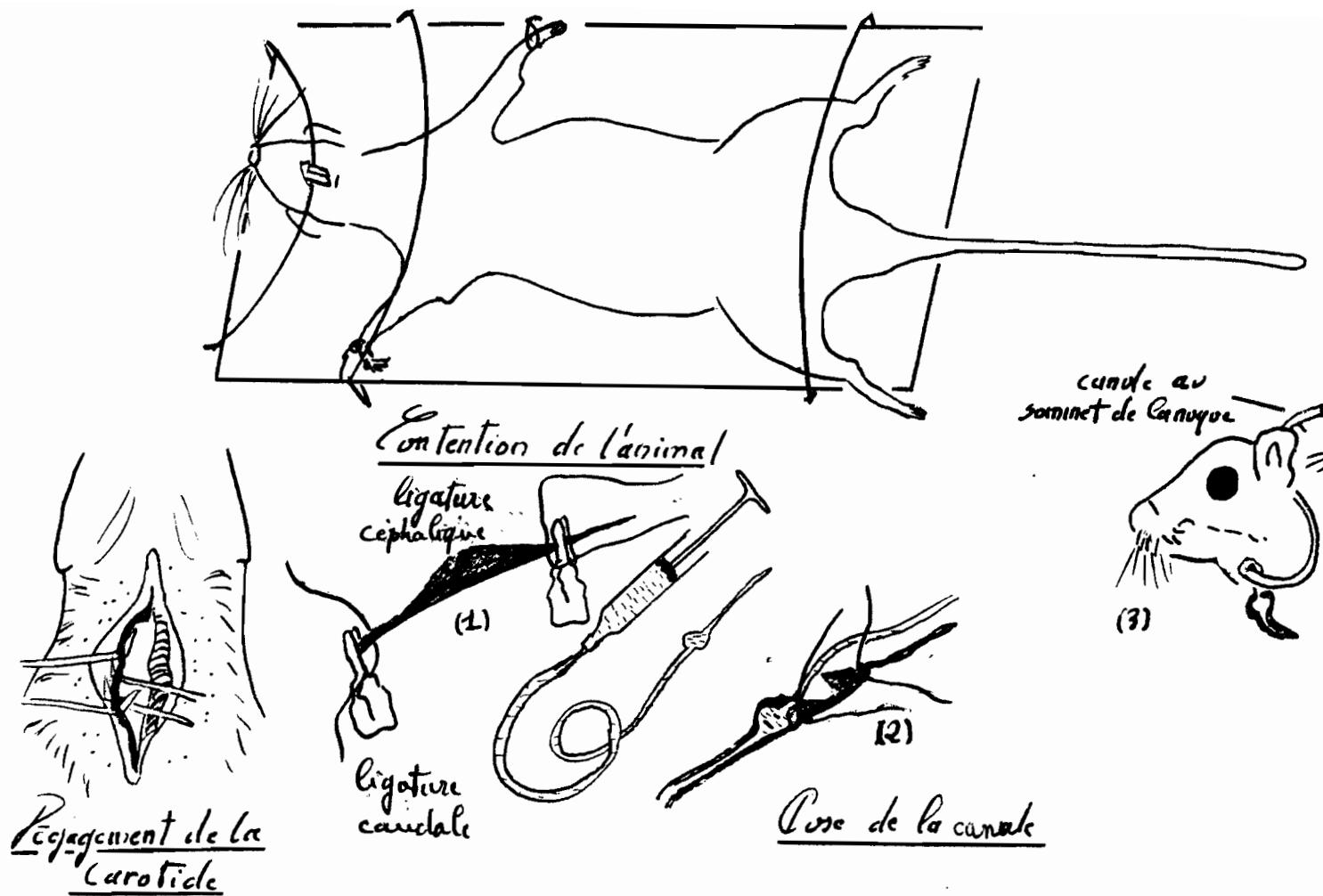


Figure 3 : Mise en place des canules. La fixation de l'extrémité céphalique de la canule (après retrait de la seringue contenant une solution légèrement héparinée), au sommet de la nuque, permet une accessibilité facile pendant les ponctions ultérieures sans gêner l'animal.

Arvicanthis		Mastomys		Taterillus	
poids	longueur	poids	longueur	poids	longueur
50	14	25	11		
100	18	50	16		
150	21	75	19		
200	24	-	-		
250	25	-	-		

Tableau | : Distances conseillées entre l'olive et l'extrémité de la canule en fonction du poids des animaux.

A.1.1.2: Ponctions intracardiaques:

Les ponctions intracardiaques se pratiquent sous anesthésie douce, comme le fait Monique Jallageas en faisant inhaler, au moyen d'un masque, à l'animal, un mélange réglable de nembutal et d'oxygène (figure 4-a). Cette méthode si elle est d'application facile, nécessite cependant une installation assez coûteuse. Une anesthésie dure à l'éther, facile de réalisation (on place l'animal dans un flacon contenant un coton imbibé d'éther), peut aussi être pratiquée. Après avoir testé ces méthodes nous avons essayé d'opérer les ponctions intra-cardiaques sans anesthésier l'animal. Cette technique demande surtout une grande rapidité d'exécution, et nous développons ci dessous la procédure à suivre.

A.1.1.2.1: Préparation du matériel et des animaux:

Préparer une solution d'héparine en mélangeant, sans faire mousser, une ampoule d'héparine injectable avec une ampoule de sérum physiologique. On peut ainsi hépariner, par simple aspiration et rejet, 200 à 300 seringues (1cc tuberculine jetables) qui seront placées dans un bocal à proximité.

Préparer un mélange d'eau et de glace pilée dans un bac contenant les portoirs où sont placés les tubes à hémolyse jetables destinés à recueillir le sang des ponctions.

Préparer, numéroté et conserver au réfrigérateur, les cryotubes (1.8 ml, Nunc) destinés à recueillir les plasmas après centrifugation du sang.

Préparer des tubes microhématocrites pour la mesure de l'hématocrite du sang ponctionné.

Préparer un bocal contenant du coton et de l'éther pour sacrifier l'animal en cas de problèmes, ou pour effectuer des ponctions comparatives sur le même individu, avec ou sans anesthésie.

Préparer une grande poubelle, et peser un sac plastique.

En règle générale les animaux doivent être déplacés le moins possible, aussi une partie de l'animalerie a-t-elle été aménagée dans ce but. Les animaux ont été habitués aux deux manipulateurs qui ont une tâche bien déterminée que nous précisons ci-dessous.

A.1.1.2.3: Protocole d'opération:

Le premier manipulateur pose la cage de l'animal sélectionné dans la poubelle à proximité de la table d'opération et enlève son couvercle. Il présente alors le sac plastique à l'animal et l'incite à y entrer. Il pèse l'ensemble sac-rongeur qu'il dépose sur la table bien à plat afin que le rongeur puisse se mettre sur ses pattes. Cela permet au deuxième manipulateur de plaquer le rongeur sur la table avec sa main droite, et de le saisir de sa main gauche à l'intérieur du sac. La saisie s'opère en serrant la peau du cou entre pouce et index, et la peau de la croupe entre la paume de la main et l'auriculaire. On peut ainsi étaler et présenter toute la face ventrale de l'animal, ce qui est essentiel pour le repérage des points de piqûre.

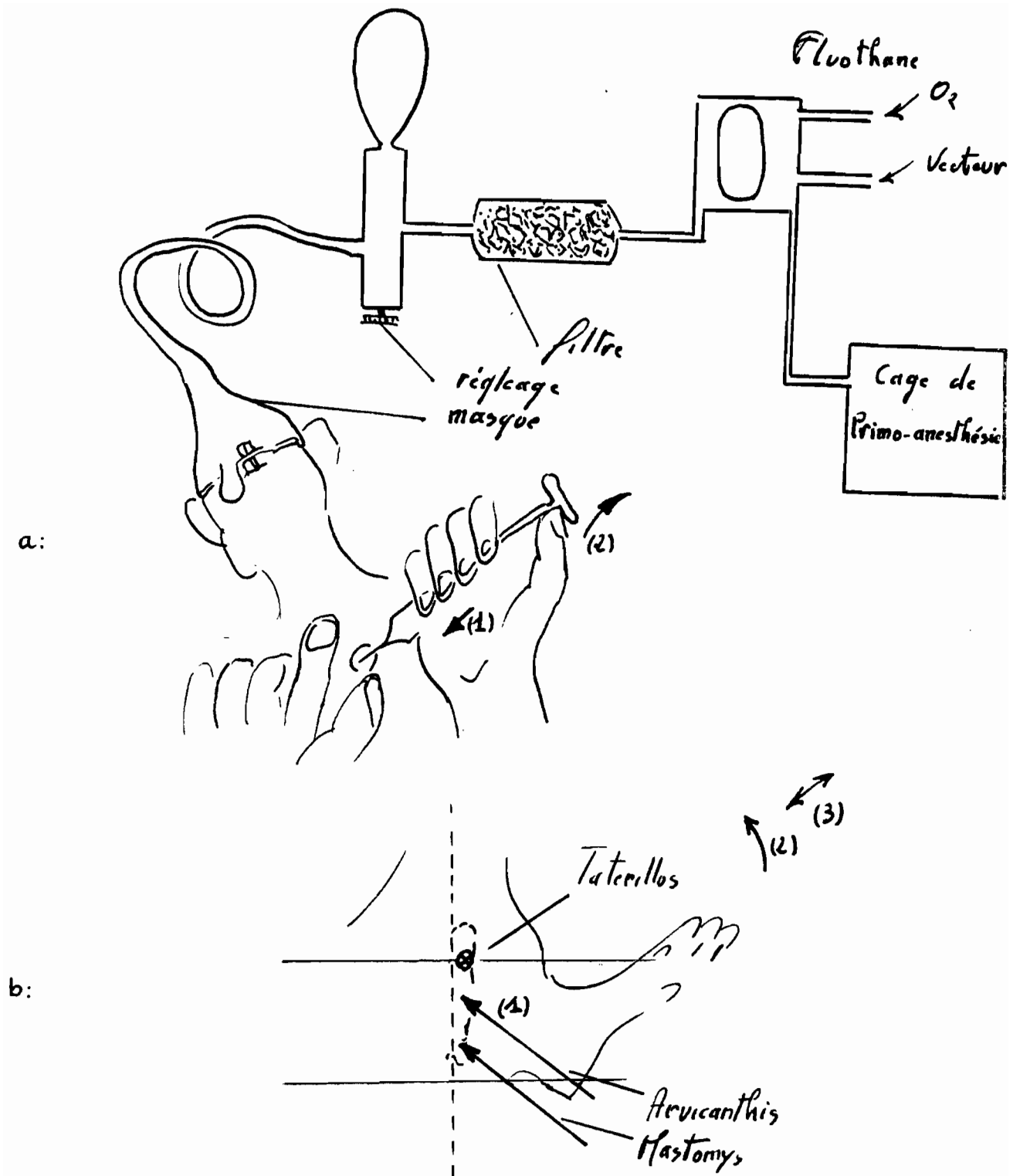


Figure 4 a: Dispositif des ponctions intra cardiaques avec anesthésie douce.
 b: Position des points de pique et mouvements ultérieurs éventuels selon les genres.

Après palpation, pour localiser la position du coeur, on saisi une seringue héparinée et on pique d'un coup sec à l'endroit repéré (l'aiguille de courte longueur ne permet pas de traverser le coeur). On maintient une très légère dépression à l'intérieur de la seringue et on attend entre 1 et 15 secondes que le sang s'écoule. On notera l'origine du sang: héli-coeur droit (le sang est alors foncé) ou héli-coeur gauche (le sang est clair et on perçoit les à-coups de la pression intra ventriculaire). On notera également le sexe et les caractères sexuels visibles, ainsi que l'état post opératoire qui sera suivi une heure, 24 heures et 72 heures après la manipulation. On peut enfin observer le type de l'animal, car comme nous le verrons, certains Taterillus par exemple, provenant pourtant d'un même lieu de capture présentent quelques différences morphologiques assez nettes, d'autre part, certains Mastomys huberti présentent un sternum beaucoup plus grand que la norme. L'animal est numéroté, l'aiguille de la seringue enlevée (ce qui est essentiel pour éviter une hémolyse par bullage) avant de pousser lentement le sang dans le tube à hémolyse. Ce tube est placé au froid sur le portoir jusqu'au moment de la centrifugation. Les Taterillus sont les plus faciles à manipuler. Ils sont saisis directement à la main, et pesés sans passage dans le sac en plastique. Le point de pique est assez haut et vertical chez les Taterillus. Attention aux pattes arrières qu'il est parfois nécessaire de tenir. Les Arvicanthis sont difficiles à saisir car leurs poils gras se détachent facilement (il faut faire attention à ne pas en mettre dans les tubes). Il n'est pas nécessaire de saisir la peau du bas du dos car ils ne se débattent plus dès qu'ils sont saisis au cou et qu'ils n'ont plus d'appui sur les pattes arrières. Leur coeur est très facile à trouver, il faut les piquer plus bas que les Taterillus en dirigeant la seringue vers l'avant. Les Mastomys (surtout les Mastomys huberti) sont les plus difficiles à manipuler. Ils peuvent se retourner dans leur peau très souple que l'on ne peut tendre sans risque d'étranglement. Il faut les saisir par le haut du dos en laissant la nuque libre (attention aux morsures). Pour éviter de les exciter il est parfois nécessaire de les ponctionner directement à travers le sac plastique. Notons que chez ces animaux, il ne faut pas chercher à dépasser 400 microlitres de sang par ponction.

A.1.1.3: Pièges à décapitation:

Nous devons décapiter automatiquement l'animal piégé (avant que ne surviennent les effets du stress), quand l'hormone étudiée est très sensible au stress. Nous avons commencer la réalisation d'un piège aux caractéristiques suivantes: Le mécanisme du piège déclenche la décapitation de l'animal, mais aussi, l'enregistrement de l'heure de capture. Le sang est récupéré dans un tube hépariné placé dans une micro atmosphère froide (4°C environ). Les caractéristiques géométriques du piège doivent permettre de placer l'animal dans une position propice à la décapitation. Ce n'est pas le contact avec l'appât qui déclenche le dispositif, mais la position du rongeur. La gorge est maintenue plaquée contre une lame en déplacement. Une buttée permettant à la tête de ne pas être détachée complètement, le sang ne gicle

pas et s'écoule contre la lame vers un entonnoir non mouillable hépariné. Cet entonnoir conduit à un tube à hémolyse hépariné placé dans une enceinte froide enfoncée dans le sol non solidaire du piège. Un autre piège plus simple, une sorte de tapette à aiguilles a été testée sur le terrain, sans donner de résultats satisfaisants. D'autre part, le sang devra être centrifugé sur place, et le plasma conservé congelé. Nous avons pour cela envisagé l'établissement d'une chaîne de froid entre le laboratoire et le terrain. Un groupe électrogène permettrait l'alimentation d'une minicentrifugeuse portative, et une bouteille haute pression pour la conservation du CO2 permettrait d'obtenir des blocs de carboglace pour la conservation des plasmas. la mise au point du piège à décapitation, ainsi que l'acquisition des éléments permettant la constitution d'une chaîne de froid fiable reliant le terrain au laboratoire constituent les priorités actuelles de l'étude des composantes du cycle d'abondance.

A.1.2: LE PROTOCOLE DES PONCTIONS:

Nous avons défini un protocole de ponction au laboratoire de mammalogie de l'ORSTOM à Ouagadougou pour étudier les influences de l'anesthésie, de l'heure de ponction, et des variabilités inter et intra spécifiques sur les concentrations plasmatiques des hormones étudiées. Il est en effet indispensable de pouvoir distinguer les variations saisonnières des concentrations hormonales étudiées des leurs variations nycthémérales ou des variations induites par la technique de ponction elle même. D'autre part, cette étude nous permet de déterminer les volumes de sang nécessaires au dosage de chacune des hormones étudiées, compte tenu de l'hématocrite des animaux et des performances de la gamme du dosage. Nous avons sélectionné parmi les animaux sauvages ramenés du terrain, des groupes d'individus appartenant aux trois principaux genres concernés (*Arvicanthis*, *Mastomys* et *Taterillus*), selon des critères d'homogénéité de sexe et de poids (nous distinguons ainsi juvéniles, subadultes, et adultes).

N°	G	SEXE	HEURE	HEMATOCRITE	VOL. PONCT.	HEMOLYSE			ALICOTS			SANG	OBSERVATIONS	ETAT POST-OP			TYPES	
						0	f	F	1	2	3			I	1h	24h	72h	1

Figure 5 : Les feuilles de gestion des ponctions permettent de déterminer les influences du nycthémère, de l'âge, mais aussi de l'état du sang (artériel ou veineux, hémolysé ou non) sur les concentrations plasmatiques des hormones étudiées. On notera également le type de l'animal quand les déterminations d'espèces ne sont pas sans ambiguïtés. La colonne Observations permet de noter la position des testicules chez les mâles et l'état de l'orifice vaginal des femelles;

Après une adaptation aux conditions de laboratoire, les animaux des différents groupes sont ponctionnés par série de 4 individus au moins, à partir de certaines heures du jour et de la nuit (08h, 12h, 17h, 21h, 01h, 04h). On recouvre ainsi tout le nycthé- mère, mais il faut réaliser au moins 24 ponctions en moins d'une heure pour avoir le temps de procéder à la centrifugation et à la division des plasma résultants en aliquots de 200 microlitres. Les fiches de ponctions (figure 5), et les fiches de suivi de l'expérience (Tableau II) permettent de gérer l'utilisation des différents groupes d'animaux selon le protocole décrit. Certains animaux ponctionnés sont anesthésiés à l'éther puis reponctionnés de façon à tester l'influence de cette anesthésie. D'autres animaux sont tués par décapitation, pour comparer les résultats ainsi obtenus à ceux des ponctions sans anesthésie déjà réalisées à la même heure. Enfin, après une première ponction certain animaux sont sacrifiés, leur coeur est ouvert d'un coup de ciseau et le sang qui baigne les tissus aspiré à la seringue après une ou deux minutes, ceci afin de tester la validité du mode de prélèvement que nous utiliserons dans les pièges à déca- pitation.

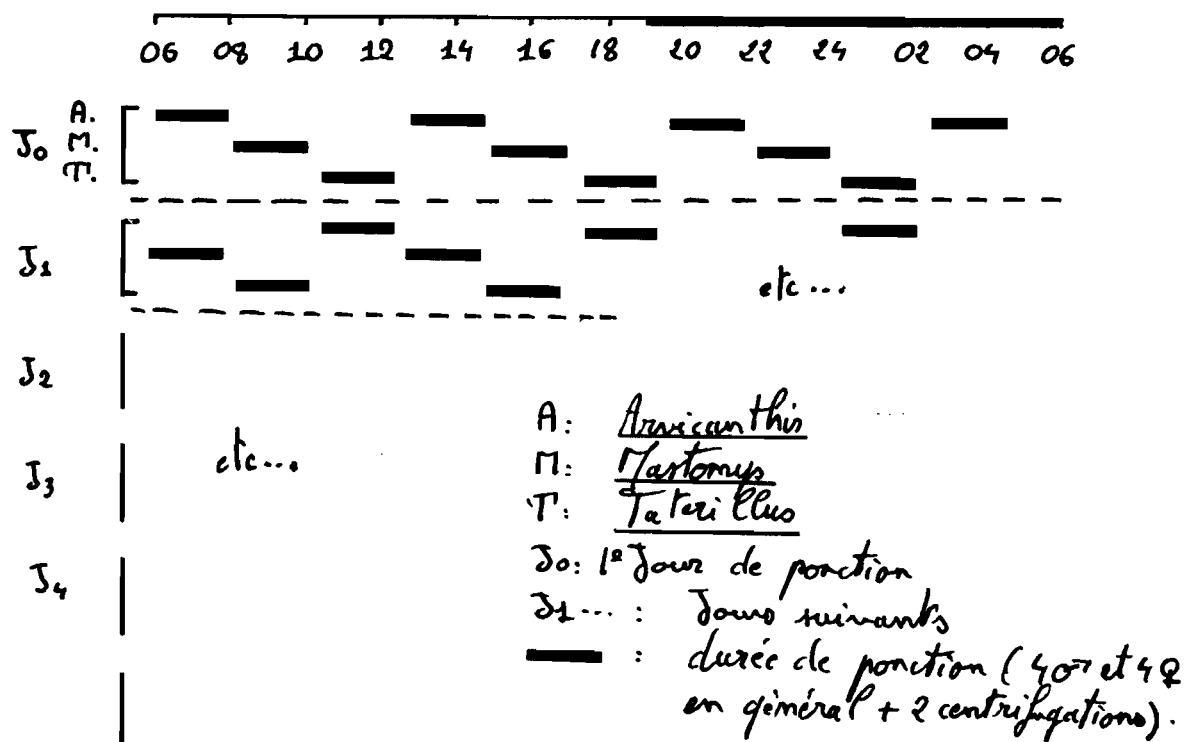


Tableau II: Protocole des ponctions. Suivi des groupes de ponction.

A.2: DOSAGES RADIOIMMUNOLOGIQUES:

Nous avons testé la validité des méthodes radioimmunologiques, pour les dosages de l'ACTH, de la Corticostérone et des stéroïdes sexuels essentiels (Testostérone, Estradiol et Progesterone). Un dosage de la Prolactine et de la LH est en cours. Des plasmas appartenant aux trois genres étudiés sont conservés pour être intégrés dans les dosages à venir de TSH, T3 et T4 (sur le rat blanc) au laboratoire du prof. I. Assenmacher. Nous présentons rapidement les particularités des dosages de ces différentes hormones, en précisant les résultats des tests effectués permettant leur adaptation technique aux plasmas des rongeurs sauvages.

A.2.1: LES TROIS ETAPES DES DOSAGES RADIOIMMUNOLOGIQUES:

Très généralement, les dosages radioimmunologiques ou par radiocompétition, des hormones précitées se réalisent en trois temps. L'hormone à doser est extraite des échantillons en une ou plusieurs fois. Elle est mise ensuite en compétition avec une quantité donnée d'hormone marquée vis à vis des sites de liaisons d'un anticorps ou d'une protéine vectrice. On compte alors les radioactivités liée ou libre, résultant de cette réaction de compétition, que l'on compare aux résultats d'une courbe étalon (gamme) réalisée avec des quantités croissantes connues d'hormone froide mises également en compétition avec la même quantité d'hormone marquée et dans les mêmes conditions. On peut utiliser des kits de dosage livrés avec un protocole d'opération précis, ou commander les différents produits (hormone, marqueur, anticorps et produits non spécifiques), mais il faut alors mettre au point le protocole du dosage. Nous utiliserons des Kits du CEA et des kits Biomérieux pour les dosages des hormones suivantes: Testostérone, Estradiol, Progesterone, Prolactine (éventuellement si les anti-Prolactine humaine sont efficaces pour la prolactine rat), ACTH. Nous appliquerons les techniques du laboratoire du Pr. I. Assenmacher pour les dosages de la LH de la Corticostérone et des hormones de l'axe thyroïdien (TSH, T3 et T4).

A.2.1.1: Extraction de l'hormone des plasmas:

On place dans des tubes à hémolyse en verre un certain volume de plasma (volume pour lequel les quantités d'hormones détectées sont centrées par rapport à la gamme de référence). Le test de dilution étudie les quantités d'hormone dosées selon des volumes croissants de plasma soumis à l'extraction. On utilisera un mélange de plasma d'animaux aux caractéristiques (sexe, âge et poids) identiques. Les résultats de ce test permettent de déterminer le volume optimal de plasma à extraire pour chaque hormone. Ils permettent également d'estimer la spécificité du dosage qui est d'autant meilleur que les résultats ont une répartition proche du type $Y = a * X$. Nous développons à titre d'exemple, les résultats obtenus pour l'ACTH (figure 6 et tableau III). La moyenne des écarts obtenus entre la répartition

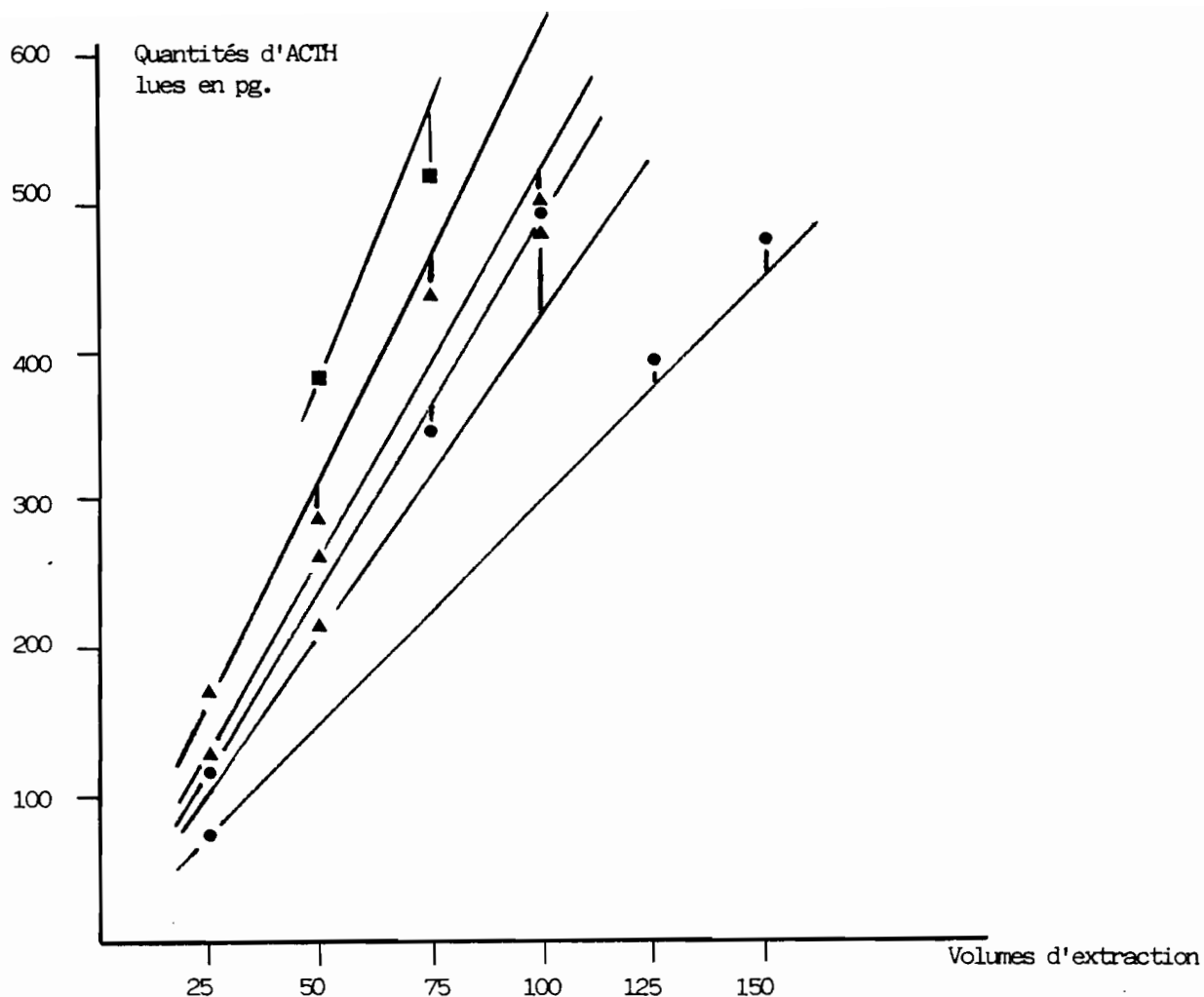


Figure 6 : Test de dilution. On mesure les quantités d'ACTH obtenues chez le même animal (arvicantis(●), Mastomys(▲), Taterillus(■)), en fonction de volumes d'extraction croissants.

Volumes d'extract.	Arvicantis		Mastomys.			Taterillus	
	pg. d'ACTH mesuré/calculé		pg. d'ACTH mesuré/calculé			pg. d'ACTH mesuré/calculé	
25	73	116	161	120			
50			279 / 322	262 / 240	209		383
75		347 / 348	431 / 483				
100		496 / 464		500 / 480	482 / 418		510 / 574
125	394 / 365	637 / 580					
150	478 / 438						
Écarts en %	0 %		7.3 %			5.9 %	
	3.3 %		4.4 %				
	3.9 %		5.6 %				
	4.6 %		2 %				
	4.3 %		7.1 %				
Moyenne des écarts	3.2 % (5)		5.3 % (5)			5.9 % (1)	

Tableau III: Écarts (en %) moyens entre les valeurs mesurées et calculées (à partir des droites $y = ax$).

mesurée et la répartition théorique (déduite du tracé des courbes $y = ax$) va de 3.2 % chez Arvicanthus à près de 6% chez Taterillus. On retrouve des résultats comparables pour les autres stéroïdes de 4% à 7%, et un peu plus importants pour les hormones peptidiques de 5% à 9% (Tableau IV). Dans tous les tests qui vont suivre (surcharge et reproductibilité) nous appellerons précision l'écart absolu maximal entre la moyenne et les valeurs d'une distribution de valeur.

Les volumes optimum de plasma à extraire déterminés à partir des tests de surcharge sont les suivants:

ACTH:	50 microlitres.
Corticostérone:	25 à 50 microlitres.
Testostérone:	100 microlitres.
Estradiol :	200 voir 250 microlitres.
Progestérone:	75 à 100 microlitres

On rajoute un excès (de 0.5 à 3ml) d'éthanol (Merck, art.983 pour analyse) pour les hormones suivantes: TSH, T3, T4, Corticostérone. On utilisera de l'éther pour les stéroïdes sexuels Testostérone, Progestérone et Estradiol . La LH, la FSH et l'ACTH sont directement mises en réaction de compétition sans extraction. L'éthanol mais surtout l'éther sont stockés toujours à 4°C ou en congélateur pour limiter l'évaporation. Il faut maintenir les tubes tout au long de l'expérience dans un bain d'eau et de glace. On agite les tubes au vortex deux fois 30 secondes. Quand l'extraction est faite à l'éthanol, on centrifuge 10 à 15 minutes dans une centrifugeuse réfrigérée à 4°C à 3000-3500 tours par minute et on prélève quantitativement la phase libre (contenant l'hormone). Quand l'extraction est faite à l'éther, on congèle les tubes à -40°C afin de séparer le culot congelé de la phase étherée libre contenant l'hormone. Dans les deux cas, les phases contenant l'hormone sont placées sous évaporation à l'azote dans un bain-marie à 30°C. Les extraits secs résultants sont conservés en congélateur jusqu'au moment de la phase suivante qui doit intervenir dans les trois jours au plus tard.

A.2.1.2: Réaction de compétition:

On prépare les gammes dans des tubes à hémolyse à partir des solutions mères achetées ou fournies dans les kits:

Selon l'hormone à doser les gammes n'auront pas la même étendue:
Testostérone: de 0 à 500 pg. Progestérone: de 0 à 1000 pg. Estradiol :de 0 à 400 pg. Prolactine: marqués sur les flacons des kits. ACTH: de 0 à 100 pg. Corticostérone: de 0 à 12 ng. T3, T4: de 0 à 1 ng. TSH: de 0 à 250 ng.

On réalise le mélange des réactifs de la réaction de compétition. Selon les hormones, cette réaction se déclenche et se déroule à température ambiante ou au froid. La réaction est généralement bloquée par utilisation de charbon dextran, d'anti-serum ou par effet de la température. Le caractère spécifique de la réaction de compétition détermine la qualité du dosage radioimmunologique, aussi nous avons testé cette spécificité à partir du test de surcharge. Après avoir présenté les différents produits spécifiques utilisés, nous indiquons les résultats obtenus à partir des tests de surcharge.

HORMONE	Arvicantis	Mastomys	Taterillus
ACTH	3.2 % (5)	5.3 % (5)	5.9 % (1)
CORTICOSTERONE	8 % (3)	6 % (3)	-
TESTOSTERONE	5 % (4)	6.1 % (2)	5.1 % (3)
ESTRADIOL	9 % (3)	8 % (4)	10 % (2)
PROGESTERONE	5 % (5)	7 % (6)	8 % (4)

Tableau IV : Précisions obtenues d'après le test de dilution selon les espèces et les hormones.
Le nombre d'animaux utilisés est indiqué entre parenthèses.
Nous ne disposions pas de Taterillus au moment du premier dosage de Corticostérone.

A.2.1.2.1: Anticorps utilisés:

ACTH: On utilise un immun-sérum anti-ACTH (CEA Saclay), l'antigène utilisé étant une ACTH 1-39 synthétique humaine couplée à la sérum-albumine bovine. Cet antisérum croise à 100% avec le fragment 1-24 (partie biologiquement active de la molécule) et de façon négligeable (0.3% à 1%) avec les diverses MSH, LPH et -endorphine.

LH: On utilise une LH standard (NIH_LH_S20) et une LH à ioder (LER 1374 A) fournies au Laboratoire par le NIAMDD. L'antisérum anti-ovin utilisé est plus sensible que l'antisérum homologue rat (NISWENDER et col., 1968). Le blocage de la réaction de compétition réalisé par la séparation des fractions liée et libre se fait grâce à un I.S. anti-rabbit gamma-globulin (A.R.G.G.) fourni par l'Institut Pasteur.

Prolactine: On utilise une prolactine standard (NIAMDD-Rat Prolactin-RP 2), une prolactine à ioder (NIAMDD-Rat Prolactin I-5), un anti-sérum anti-rat (NIAMDD Anti-Rat Prolactin sérum 7) obtenu chez le lapin, et enfin la même ARGG que pour la LH.

TSH: On utilise un standard TSH (NIAMDD-Rat TSH-RP2) une TSH à ioder (NIAMDD-Rat TSH-I-3), un antiserum anti-rat-TSH S3 dilué au 1/10.000, et enfin un anti-rabbit precipitating serum dilué au 1/15.

Corticostérone: On utilise une corticostérone tritiée (CEA Saclay) qui sature les sites de liaison de la transcortine humaine (CBG).

Les stéroïdes sexuels (Testostérone, Estradiol et Progestérone) sont mises respectivement en compétition avec des quantités constantes de 1, 2-^{3H} Testostérone, 6,7-^{3H} Estradiol, et 1,2-^{3H} Progestérone, vis à vis des sites de liaison des antisérums correspondants (anti-testostérone-3 oxime sérum albumine bovine, anti-estradiol-17-⁶- oxime bovine albumine serum, et anti-11 hydroxyprogestérone 11 hemisuccinate bovine albumine serum). Le blocage de la réaction se fait par utilisation de charbon (Char-coal: 94 mg pour 9.4mg de dextran T70).

Notons que les coefficients de variations intra- et inter-essais sont inférieurs à 5% pour tous ces dosages, sauf pour la LH où ils sont estimés à 10%.

A.2.1.2.2: Spécificité:

Le test de surcharge consiste à mesurer les quantités d'hormones dosées en fonction de surcharges croissantes ajoutées dans une série de plasmas identiques avant extraction. La spécificité du dosage est d'autant meilleure que l'on obtient des droites parallèles (similitude des pentes (a) des diverses droites du type $Y = aX + b$). Les anomalies légères parfois obtenues pour l'ACTH (flèches dans la figure 7) proviennent du fait que nous n'avons pas dans ce cas réalisé des pools de plasma. Nous présentons ci-après les résultats de ces tests relatifs à l'ACTH (Tableau V, figure 7). Nous reprenons ensuite dans le tableau VI l'ensemble des résultats obtenus pour les différentes hormones étudiées. Les moyennes des précisions obtenues sont meilleures pour les stéroïdes en général (de 2% à 5%), que pour l'ACTH (de 4% à 7%). Tous ces résultats sont dans des limites acceptables.

A.2.1.2.3 : Anesthésie ou non:

Bien que le stress n'engendre pas d'incertitude au niveau du dosage lui même, nous avons préféré présenter les tests sur l'influence de l'utilisation des anesthésiques dans le chapitre "matériel et méthodes". Les résultats de ces tests apparaissent à la suite des tests de spécificité pour des raisons de facilité.

Si l'animal n'est pas stressé au préalable, la rapidité de la décapitation permet de supprimer toute influence du stress. Aussi nous considérons la décapitation comme une méthode de référence non soumise à l'influence du stress. Les différents groupes constitués dont nous parlons ci-dessous sont identifiés sous le terme T3 dans le tableau II qui présente le protocole des ponctions (page 27). Les animaux du groupe T3 subissent une série de ponctions dans un ordre bien déterminé comme indiqué en page suivante.

Les animaux subissent une ponction intracardiaque (colonne III de la figure 8). Cette ponction intra cardiaque est immédiatement suivie d'une anesthésie à l'éther (colonne II de la même figure). Un ou deux jours plus tard ils seront décapités (colonne I de la figure 8) à la même heure afin d'obtenir les valeurs de référence comme indiqué précédemment. Cette décapitation est suivie d'une opération destinée à tester la validité des résultats que nous obtiendrons à partir des pièges à décapitation. Le coeur est ouvert et le sang laissé dans les tissus de l'animal pendant 10 minutes une ponction à la seringue sans aiguille est alors faite (colonne IV de la figure 8).

Les concentrations plasmatiques en stéroïdes sexuels (Testostérone, Estradiol et Progestérone) obtenues après ponction intracardiaque sans anesthésie, ne sont pas significativement différentes de celles obtenues après décapitation, sensiblement à la même heure, chez le même animal, et les écarts exprimés en pourcentages entre ces deux méthodes sont toujours faibles (tableau VII). L'anesthésie à l'éther par contre perturbe significativement la distribution des concentrations hormonales plasmatiques sans que l'on puisse préciser l'orientation de cette influence (positive ou négative), seuls les écarts-type des distributions des concentrations étant modifiés (voir exemple donné pour le cas de la Progestérone en figure 8). Plus généralement, le stress engendré par l'anesthésie à l'éther perturbe d'environ 22% les résultats obtenus (Tableau VIII) alors que les ponctions intra cardiaques sans anesthésie n'entraînent que des variations non significatives d'environ 7%. Les meilleurs résultats sont obtenus pour le dernier cas (sous groupe IV de la figure 8) pour lequel les différences d'avec la décapitation sont insignifiantes (de 1% à 4%).

On peut interpréter ces résultats en considérant que dans le cas des ponctions intra cardiaques sans anesthésie, un stress éventuel n'a pas le temps de se manifester compte tenu de la vitesse d'exécution de cette pratique (de une à trois minutes selon les genres). Pour les animaux du sous groupe II la situation est bien différente et la perturbation enregistrée résulte de l'impact du stress engendré par la première ponction en plus du stress provoqué par l'anesthésie. Notons que même si cette influence est significative, elle est nettement inférieure aux variations saisonnières comme nous le verrons plus loin. Elle intervient finalement comme une imprécision supplémentaire de la méthode car elle n'est pas orientée dans un sens positif ou négatif. Quant à l'influence de la détérioration post mortem du sang c'est la moins significative des influences étudiées. Nous n'avons laissé le sang que quelques minutes au contact des tissus car cette opération se déroulait à température ambiante sans héparine et les risques de coagulation et d'hémolyses ultérieures étaient donc grands. Il sera nécessaire de pratiquer ce genre d'opération dans des conditions plus proches de celles du piège à décapitation lorsque ce dernier sera opérationnel. D'autre part les résultats indiqués sont relatifs aux stéroïdes sexuels et nous devons opérer le même genre de travail sur les autres stéroïdes et sur les hormones peptidiques concernées par cette étude.

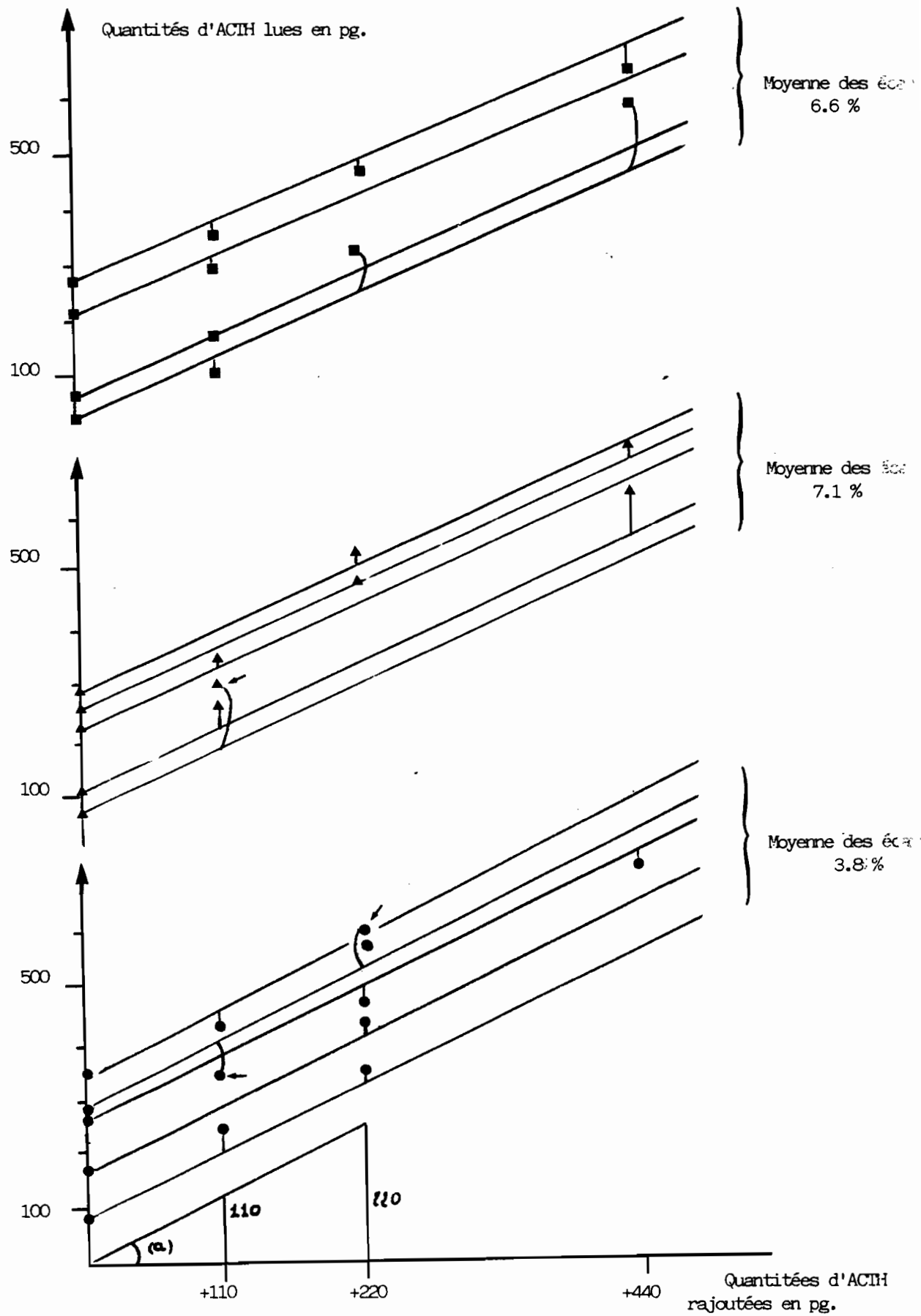


Figure 7 : Test de surcharge. On mesure les quantités d'ACTH obtenues après rajout de quantités de 110 à 440 pg. de surcharge en ACTH standard. Cette expérience est réalisée sur des Arvicanthis (●), des Mastomys (▲), et des Taterillus (■).

2.1.2.4: Test de reproductibilité:

Nous avons enfin effectué un test de reproductibilité en dosant plusieurs fois le même plasma. Les précisions obtenues sont indiquées dans le tableau IX. Compte tenu des trois tests effectués (Dilution, Surcharge et Reproductibilité), nous pouvons évaluer l'imprécision maximale des dosages selon les genres, les hormones et les modes de ponction (tableau X). Nous utiliserons un coefficient de correction (obtenu à partir des standards rats) pour comparer les dosages obtenus d'une année sur l'autre, mais en règle générale, il est préférable de grouper en un seul dosage les plasmas devant être comparés.

	Arvicantis			Mastomys			Taterillus		
	cdt. I	II	III	I	II	III	I	II	III
Valeurs	15.6	7		11.2	13.4		12.6		13.5
Individuelles	10.7	9.8		11.4	9.3		9.8	8.3	
	8.2	11.9		6.5	10.8		6.3	7	
	5.4		6.3	5.8		6.9	6.1		6.7
	4.6		4.3	3.7		3.5	4.2	1.8	
Ecart en % de variation par rapport à I		55 %	14 %		19.6 %	18.9 %		15.3 %	7.1 %
		8.4 %	6 %		18.4 %	5.7 %		11 %	9.8 %
		45 %			66 %			57 %	
Moyenne des écarts...		36 %	10 %		34 %	11.5 %		27 %	8.4 %

Tableau VII: Calcul des écarts moyens entre les concentrations en Progesterone obtenues à partir d'échantillons de plasmas prélevés selon différentes conditions.

I : décapitation en fin d'expérience. II : anesthésie à l'éther. III: ponction intra cardiaque sans anesthésie.

ESPECE	QUANTITES LUES INITIALES	SURCHARGES					
		+ 110		+220		+440	
		QUANT. MESUREE	CALCULEE	MESUREE	CALCULEE	MESUREE	CALCULEE
Arvicanthis	172			408	392		
	277			473	497	679	717
	344	402	454	517	564		
	285	328	395	583	505		
	94	208	205	322	314		
Mastomys	267			464	487	710	707
	237	321	347				
	270			514	490		
	108	271	218			661	548
	98	295	208				
Taterillus	33	124	143	335	253	654	473
	268	344	378	473	488		
	241	326	351			607	681
	67	177	177				
	50			310	270		
					MOYENNES (nb.)		
		6 %	2 %	2.7 %			
		9.2 %	2.4 %			3.8 %	
		0.7 %	4.3 %			(10)	
			7.1 %				
			1.2 %				
	Ecart en % des	3.8 %	2.4 %	0.2 %			
	val. moyennes	10 %	2.3 %	9.3 %		7.1 %	
		17 %				(7)	
		7.1 %	14.3 %	16. %			
		4.7 %	1.5 %	5.7 %			
		3.6 %	6.8 %			6.6 %	
		0 %				(9)	

Tableau V : Illustration de la méthode de calcul de la précision d'après les test de surcharge dans le cas de de l'ACTH. L'illustration de ce tableau est donnée en figure 7.

HORMONES	Arvicanthis	Mastomys	Taterillus
ACTH	3.8 % (10)	7.1 % (7)	6.6 % (9)
CORTICOSTERONE	4.1 % (8)	5.2 % (5)	3.4 % (4)
PROGESTERONE	5.2 % (6)	3.4 % (5)	4.7 % (5)
ESTRADIOL	3.4 % (6)	4.2 % (6)	3.6 % (5)
TESTOSTERONE	2.9 % (7)	2.3 % (8)	2.5 % (6)

Tableau VI : Moyennes des précisions d'après le test des surcharges selon les espèces et les hormones.

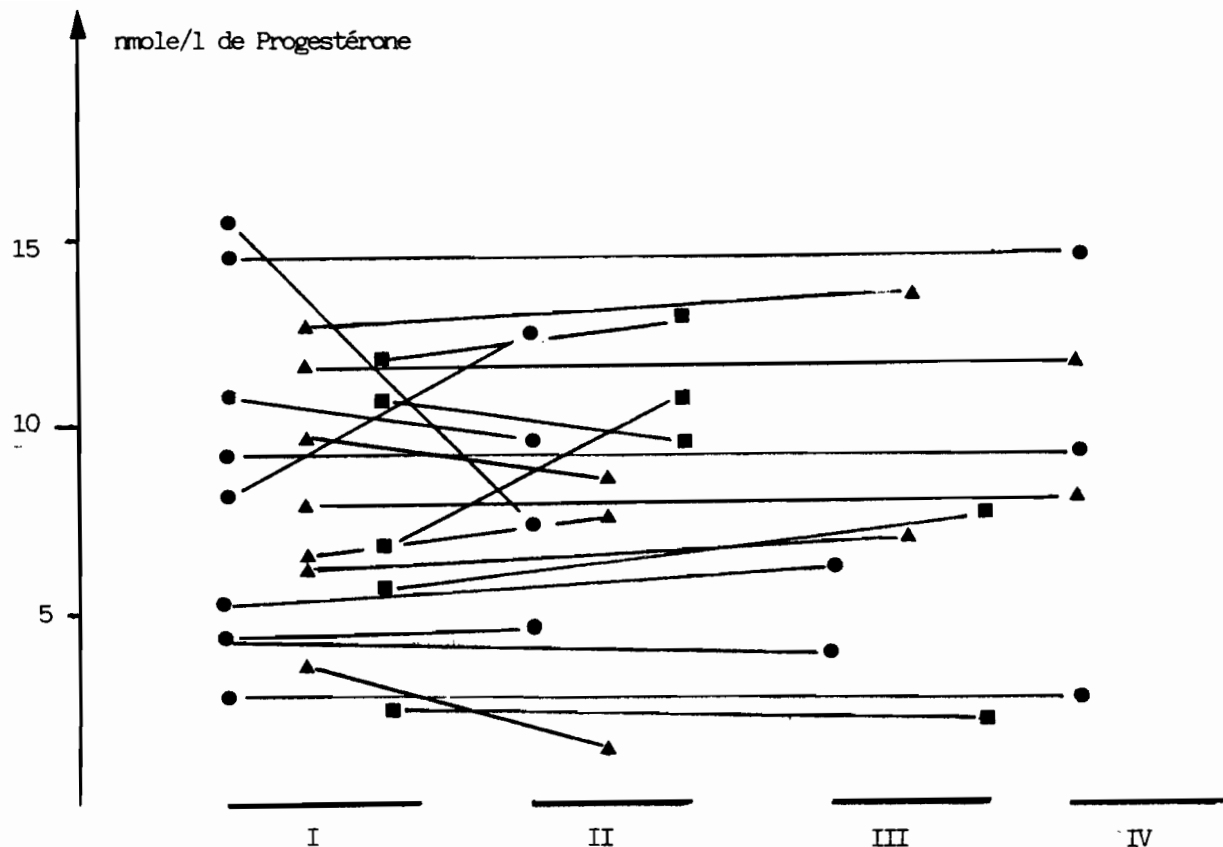


Figure 8 : Variations des concentrations plasmatiques en progestérone en fonction des modes de ponction. L'animal est décapité en fin d'expérience et le sang prélevé immédiatement (I) et après plusieurs minutes par déchirure du coeur (IV). Auparavant, les animaux ont été ponctionnés par ponctions intra cardiaque sans anesthésie (III) puis juste après, ils ont été anesthésiés à l'éther avant d'être ponctionnés à nouveau (II). Chronologiquement; les ponctions se succèdent dans l'ordre suivant: Ponction III immédiatement suivie de la ponction II, puis un autre jour à la même heure sur le même animal, ponction IV suivie de la ponction I, cette dernière servant de référence. Les symboles habituels sont utilisés pour désigner les Arvicantis (), les Mastomys (), et les Taterillus (). Nous avons décalé les ponctions des différents genres pour une meilleur lisibilité.

HORMONES	Arvicantis			Mastomys			Taterillus		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ACTH	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CORTICOSTÉROÏNE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PROGESTERONE	36 %	10 %	3 %	34 %	11 %	1 %	27 %	8.4 %	—
ESTRADIOL	31 %	9 %	4 %	29 %	8 %	3 %	33 %	7 %	—
TESTOSTERONE	25 %	6 %	4 %	22 %	5 %	3 %	25 %	7 %	—

Tableau VIII : Ecart (en %) entre les valeurs des concentrations plasmatiques obtenues par décapitation et par ponctions intra cardiaque avec anesthésie (1) ou sans anesthésie (2). La colonne (3) indique les écarts obtenus quand le sang n'est pas prélevé de suite et baigne donc dans les tissus. Les tirés représentent les tests que nous n'avons pas pu faire pour l'instant.

A.2.1.3: Calcul des concentrations:

Une fois la réaction de compétition bloquée, on centrifuge les tubes pour séparer physiquement les fractions liée et libre. On prélève une quantité déterminée de surnageant dans chaque tube (contenant la fraction liée (B)) que l'on place dans la fiole de comptage correspondante. A l'aide d'un distributeur automatique, on ajoute dans chaque fiole de comptage (y comprises les trois fioles de l'activité totale) un certain volume de mélange scintillant variable selon les produits utilisés pour sa préparation.

On met les tubes à compter dans des compteurs alpha ou gamma selon le marqueur utilisé (tritium ou iode). On rapporte sur une courbe (la courbe de référence) les pourcentages de liaison obtenus pour les différentes quantités-étalon (un exemple, concernant les dosages des stéroïdes sexuelles est donné en Figure 9). On déduit les quantités hormonales contenues dans chaque tube en reportant sur la courbe étalon les quantités B/BO₀ (pourcentages de liaison) des échantillons.

On calcule les concentrations de chacun des échantillons à partir des quantités dosées et en tenant compte des rendements d'extraction (si nécessaire) et des dilutions successives effectuées à partir du volume initial de plasma. De nombreuses tentatives sont faites pour linéariser les courbes de référence. L'intérêt majeur de cette linéarisation est de permettre un calcul automatique des quantités dosées. Nous avons testé différentes linéarisations (représentation LOGIT/LOG en particulier), mais tous les résultats annoncés sont relatifs à des mesures obtenues par lecture directe sur les gammes.

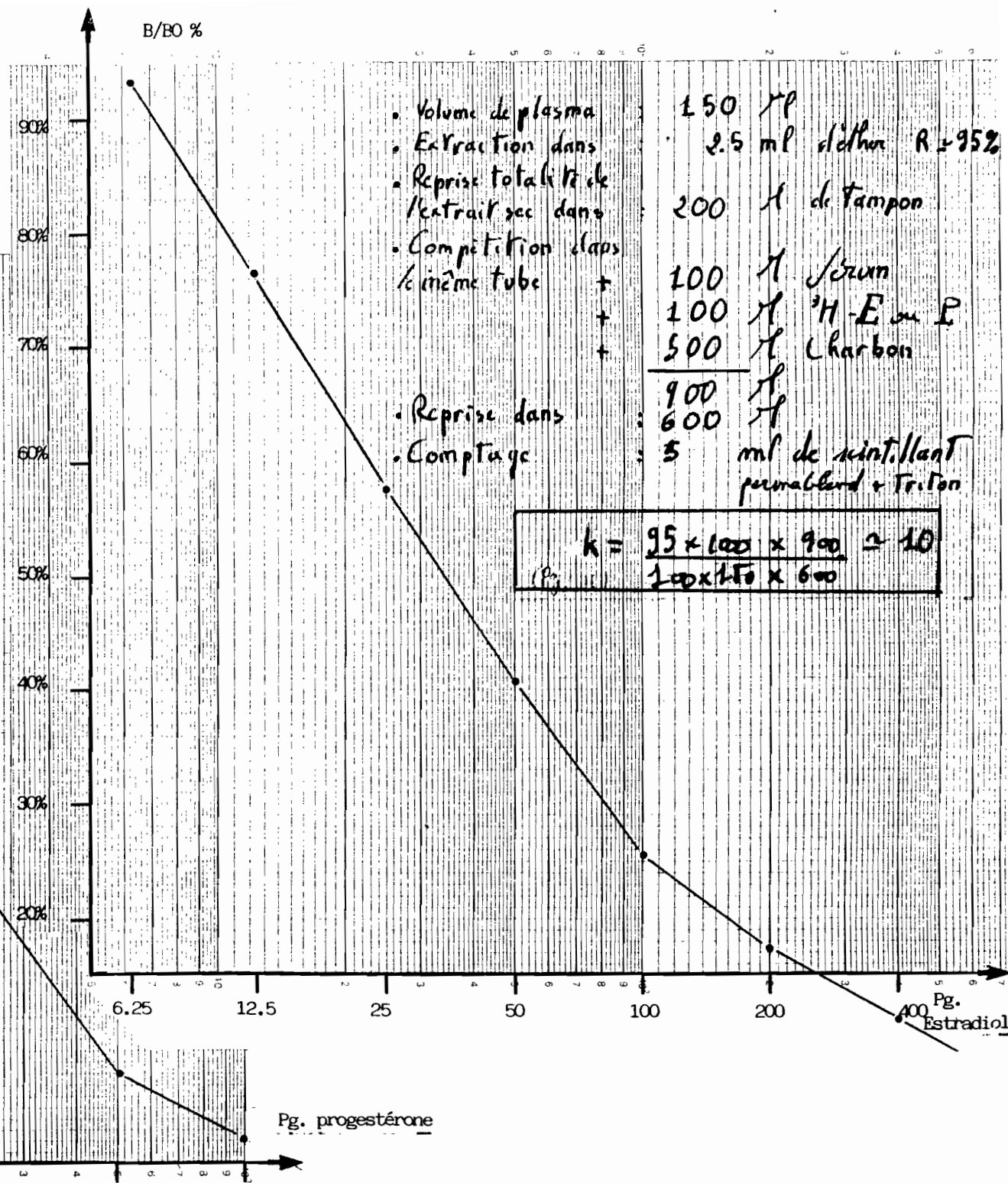
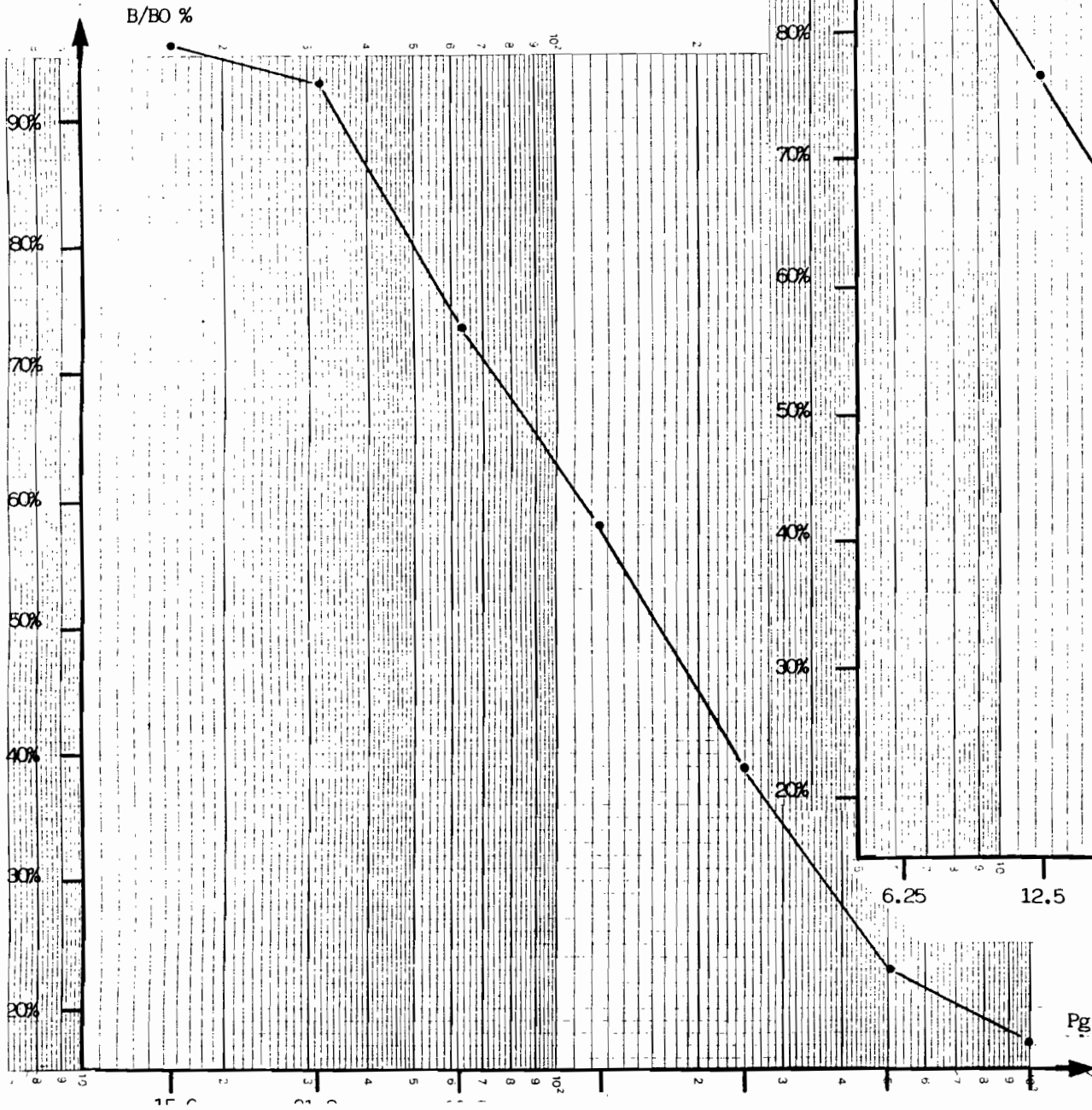
	Arvicanthis	Mastomys	Taterillus
Testostérone	2% (6)	1% (4)	3% (3)
Progestérone	1% (8)	3% (7)	3% (5)
Estradiole	2%	2%	1%

Tableau IX : Test de reproductibilité.

	Arvicanthis	Mastomys	Taterillus
Testostérone	13 %	14 %	10 %
Progestérone	15 %	15 %	12 %
Estradiole	13 %	16 %	11 %
ACTH	14 %	11 %	12 %
Corticostérone	13 %	14 %	13 %

Tableau X : Incertitude maximale sur les mesures. On additionne les incertitudes précédente, même si cela entraîne un cumul des mêmes erreurs

Figure 9 : Courbe de référence et calcul du coef. de dilution pour les dosages de Progestérone et d'Estradiol.



- Volume de plasma : 150 μ l
- Extraction dans : 2.5 ml éther R=95%
- Reprise totalité de l'extrait sec dans : 200 μ l de tampon
- Competition dans le même tube : + 100 μ l Serum + 100 μ l ³H-E ou E + 500 μ l Charbon
- Reprise dans : 900 μ l
- Comptage : 600 μ l
- 5 ml de scintillant perabland + Triton

$$k = \frac{95 \times 1000 \times 900}{100 \times 100 \times 600} \approx 10$$

B: TECHNIQUES D'ETUDE DES FACTEURS DU CYCLE D'ABONDANCE DES RONGEURS:

Nous ne développerons pas l'étude des indicateurs des facteurs externes du cycle d'abondance, qui comme nous l'avons vu se résume au dépouillement des données météorologiques. Nous présenterons d'abord les protocoles des expériences de laboratoire que nous avons réalisées pour adapter les techniques du marquage isotopique à nos conditions de travail, puis nous présenterons les milieux et les espèces étudiées ainsi que les dispositifs de piégeage adoptés dans les expériences de terrain réalisées.

B.1: EXPERIENCES PRELIMINAIRES DE LABORATOIRE:

Les méthodes écophysiologicals habituellement utilisées consistent à injecter à l'animal différentes molécules marquées selon les fonctions physiologiques que l'on désire étudier. On mesure alors après un temps donné les quantités restantes de ces produits dans l'organisme afin d'estimer, selon un modèle choisi de cinétique d'élimination, la ou les activités métaboliques correspondant à ces molécules. De nombreux auteurs ont utilisé sur le terrain l'eau tritiée pour étudier le métabolisme hydrique des rongeurs (D. Bradshaw 1976; C. Grenot 1979, 1982), le double marquage eau tritiée et oxygène 18, ou deutérium et oxygène 18 pour étudier sur le terrain le métabolisme respiratoire (R. K. Mullen 1970, 1971; J.M. Pinet 1982), et le sodium 22 qui permet l'évaluation de la quantité d'aliments ingérée (B. Green 1978; K.D. Morris 1981). Nous avons évalué dans une première expérience la précision des méthodes de marquage en comparant les résultats obtenus par ces méthodes aux résultats mesurés directement. Nous avons pour cela regroupé les différents marqueurs dans une solution injectée aux trois principales espèces que concerne notre étude. Nous développerons en détail cette technique à partir de laquelle dérivent les hypothèses de travail des expériences sur le terrain. Dans la seconde expérience nous n'utilisons qu'un seul marqueur (HTO) pour étudier la variabilité du métabolisme hydrique en fonction des régimes alimentaires. Ne disposant pas d'espèce soudano-sahélienne, nous avons étudié deux espèces du genre Mus. Un fichier de saisie des données en utilisant le logiciel d-BaseII, ainsi qu'un programme d'analyse en composantes principales permettant différents traitements ont été réalisés.

B.1.1: PRECISION DES METHODES USUELLES DE MARQUAGE:

B.1.1.1: Animaux d'expérience, conditions d'élevage:

Cette expérience a été réalisée sur un petit nombre d'animaux compte tenu du coût de l'oxygène 18. Nous avons étudié des Muridés (Arvicanthis niloticus, Mastomys erythroleucus), et des Gerbillidés (Iaterillus pygargus), originaires du Sénégal, venant de l'élevage de Monsieur F. Fetter. Les animaux sont placés en cage individuelle contenant de la sciure de bois ainsi que l'aliment sélectionné pour leur nourriture. La température

diurne de la pièce était de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et la température nocturne de $19^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$, le régime photopériodique 12L-12D s'éloignait peu des conditions du milieu d'origine (entre 14° et 16° de latitude). Les animaux sont pesés et subissent en fonction de leur poids une injection plus ou moins importante de solution contenant les trois marqueurs. Ils sont replacés dans leurs cages sans aliments pendant une période de trois heures, temps nécessaire pour atteindre l'équilibre isotopique (diffusion homogène des isotopes injectés). Au terme de cette période, les animaux subissent une ponction notée P1 destinée à mesurer les radioactivités initiales en tritium et en sodium 22, ainsi que les rapports isotopiques initiaux $18\text{-O}/16\text{-O}$. Nous avons injecté de 300 à 500 microlitres par animal, et ponctionné 400 microlitres de sang (pour obtenir 150 à 200 microlitres de plasma selon l'hématocrite des animaux). Les perturbations du pool d'eau de l'organisme sont négligeables car les injections compensent les ponctions. Les animaux sont alimentés et pesés quotidiennement, leur consommation alimentaire mesurée précisément comme indiqué ci-dessous. Au terme des 48 ième, 96 ième, et 154 ième heures suivant l'injection, les animaux sont ponctionnés (ponctions P2, P3, et P4) afin de pouvoir suivre la cinétique d'élimination des isotopes injectés. Enfin, une deuxième injection est réalisée après la ponction P4 suivie elle aussi après une période de trois heures, passée sans eau ni boisson, d'une dernière ponction notée N°5. Cette dernière série, injection N°2 et ponction P5 permet une deuxième mesure des pools en eau et en sodium pour vérifier l'hypothèse d'une cinétique à compartiment constant. Elle permet aussi de calculer les échanges hydrique et sodique pendant la durée de l'expérience. Les ponctions décrites ci-dessus sont toutes réalisées dans le sinus infra orbital au moyen de microtubes héparinés (Clay Adams). Le sang recueilli est centrifugé, l'hématocrite mesuré et le plasma conservé au froid. Cette dernière précaution, contrairement au cas des ponctions intracardiaques, n'est pas indispensable, car il s'agit d'une mesure globale de la radioactivité qui n'est pas influencée par l'état physicochimique des protéines sanguines. Les animaux sont sacrifiés en fin d'expérience afin de mesurer directement leur teneur en eau corporelle.

B.1.1.2: La solution 22-Na:H:T:18-O :

Le mélange à réaliser doit permettre d'obtenir des volumes injectés contenant assez d'isotopes pour assurer des valeurs initiales et finales détectables, compte tenu de la dilution dans l'organisme et de l'élimination des isotopes. Nous sommes partis d'une solution initiale de 5g d' $\text{H}_2^{18}\text{-O}$ à 97.53%, ce qui représente un volume total de:

$(5 \text{ ml} * (18/20) * 97.53/100) + (5 \text{ ml} * 2.47/100)$ soit, 4510 microlitres.

Nous rajoutons à ce volume: 500 microlitres de 22-Na à 0.1 mci/ml, et 125 microlitres de HTO à 10 mci/ml. Les caractéristiques du mélange ainsi obtenu sont les suivantes:

* Volume total: 5135 microlitres.

* $(100 \text{ micro-ci de } 22\text{-Na} * 500/1000)/5135 = 0.01 \text{ micro-ci/microl.}$

* $(1000 \text{ micro-ci d'HTO} * 125/1000)/5135 = 0.253 \text{ micro-ci/microl.}$

* $4392/5135$ soit 500 microl. d' $\text{H}_2^{18}\text{-O}$ par 584 microl. du mélange.

Compte tenu de ces caractéristiques, et sachant qu'il est fortement conseillé d'injecter 500 microlitres d'HT:18-0 par 100 g d'animal (L.A. Buscarlet), cela donne 584 microlitres de la solution. Nous obtenons donc :

$584 \times 0.243 = 141.9$ micro-ci d'eau tritiée par microlitre injecté ou 1.419 micro-ci par gramme d'animal (F. Lachiver conseille au moins 1 micro-ci par gramme).

$584 \times 0.01 = 5.84$ micro-ci par 100 g d'animal alors que C. Grenot conseille 6 micro-ci pour 100g.

Enfin, en arrondissant à 600 microlitres pour 100g nous pouvons injecter $5135/600 \times 100 = 855$ g d'animaux ce qui est largement suffisant car nous avons un total de 600g d'animaux en expérience. La deuxième injection reçue par les animaux en fin d'expérience est identique à la première quant aux dilutions de sodium et d'eau tritiée, en remplaçant les 4510 microlitres de la solution HTO par de l'eau bidistillée.

B.1.1.3: Mesure indirecte des métabolisme hydrique alimentaire et respiratoire:

B.1.1.3.1: Dosages des isotopes:

Des quantités de 10 microlitres de chacun des échantillons issus des ponctions dans le sinus infra orbitaire sont ramenées à 1 ml par adjonction d'eau bidistillée pour permettre le ringage du microcaps. Les radioactivités bêta du tritium et du sodium sont comptées par scintillation liquide (SL 30, inter-technique) après correction des effets du quenching. Des quantités de 100 microlitres de plasma sont mises en contact avec du CO₂, et grâce à l'anhydrase carbonique, l'équilibre isotopique entre l'O₂ et le CO₂ est vite atteint. La teneur isotopique de l'oxygène du CO₂ sera mesurée par spectrométrie de masse à partir des pics 44 et 46, et l'excès isotopique déduit après mesure de la teneur naturelle mesurée sur un échantillon d'air du Laboratoire enrichi à 1% de CO₂.

B.1.1.3.2: Modèles retenus pour la cinétique d'élimination des différents isotopes utilisés:

Elimination du tritium:

On admettra que l'eau tritiée est éliminée comme l'eau non marquée de l'organisme selon une cinétique à un compartiment. Dans ces conditions la cinétique d'élimination correspond au modèle suivant: $dwe/dt \rightarrow Q \rightarrow dws/dt$

où Q, dwe et dws représentent respectivement la masse du compartiment eau de l'organisme et les variations élémentaires d'eau entrante et sortante. Faire l'hypothèse d'une masse constante du compartiment eau, revient à écrire que $dwe = -dws$ (rel.1). Si q₀ est la quantité initiale d'eau tritiée au temps t₀ et q la quantité restante au temps t₀ + t, l'évolution de q en fonction des variations élémentaires des entrées et sorties d'eau en supposant une décroissance linéaire peut s'exprimer comme suit:

$$dq/dws = -q/Q ; dq/q = -dws/Q = dwe/Q \text{ (rel.2).}$$

Si on admet que la diète hydrique est constante, on écrit que:
 $dq/q = dwe/dt \cdot dt/Q$; $dq/q = -K dt$; $\ln(q_0/q) = Kt$ où
 $K = dwe/dt \cdot 1/Q$.

Si l'on ne fait aucune hypothèse sur la constance de la diète, on intègre directement la relation 2, et en appelant WE:H2O la diète cumulée en eau depuis le début de l'expérience, on obtient: $\ln(q_0/q) = WE:H2O/Q:H2O$.

Elimination du sodium:

Dans la mesure où les mécanismes de régulation de la natrémie sont bien développés chez les mammifères, on peut penser que le compartiment sodé Q:Na est constant. Si on fait de plus l'hypothèse d'un compartiment unique, on retrouve une cinétique d'élimination du sodium 23 identique à celle du tritium. En fait, on admet plus précisément l'existence d'un pool échangeable de sodium dont nous considérerons, compte tenu de la courte durée de notre expérience, qu'il intervient seul. On obtient:
 $\ln(q_0/q) = WE:Na/Q:Na$.

Elimination de ^{18}O :

On postule l'équilibre isotopique entre l' ^{18}O de l'eau de l'organisme et du CO_2 de la respiration. Alors que le tritium sera exclusivement éliminé sous forme d'eau, l' ^{18}O sera éliminée sous les deux formes: eau et CO_2 respiratoire. Dans ces conditions, si a et b représentent respectivement les proportions d'oxygène dans H_2O et dans CO_2 , dwe dws et dr les quantités élémentaires entrante et sortante d'eau et respiratoire, nous avons:

$$\begin{aligned} a \, dwe/dt &\longrightarrow a \, Q:H2O \longrightarrow a \, dws/dt \\ &\longrightarrow b \, dr/dt \end{aligned}$$

Soit e_0 l'excès isotopique de l'oxygène 18 au temps initial, et e cet excès au temps t. La quantité élémentaire d' ^{18}O perdue pendant l'intervalle de temps dt par le compartiment eau est égale à la somme des quantités élémentaires perdues par les deux voies d'élimination, soit:

$$a \cdot Q:H2O \cdot dwe = - (a \cdot dws + b \cdot dr) .$$

On peut intégrer cette relation en fonction du temps si on considère que la quantité d'eau consommée et la respiration sont constantes:

$$\ln(e/e_0) = K' \cdot t \quad \text{où } K' = 1/Q:H2O \cdot (WE + b/a \cdot R)$$

Si on ne veut pas faire de telles hypothèses on intègre directement la relation différentielle pour obtenir la formule:

$$\ln(e/e_0) = 1/Q:H2O \cdot (WE + b/a \cdot R)$$

B.1.1.4: Mesure directe par gravimétrie de la consommation alimentaire et des entrées d'eau:

Il s'agit de mesurer les quantités de pommes et de biscuits ingérées par les animaux au fur et à mesure du déroulement de l'expérience, afin de pouvoir exprimer en mg les quantités totales d'aliment ingérées pendant l'expérience. Les mesures intermédiaires, réalisées à l'occasion du renouvellement des aliments, permettent de limiter le gaspillage et de mettre en

évidence l'adéquation entre les pentes d'élimination des isotopes injectés et les quantités d'aliment ingérées en fonction du délai de l'expérience. Il a donc fallu habituer les animaux une semaine avant le début de l'expérience, à recevoir une alimentation limitée dans le temps et en quantité à peine suffisante. Le matin de chaque mesure de consommation, 2 pommes sont coupées en quartiers d'environ 10 à 20 grammes. Les deux faces latérales et la peau de chaque quartier sont séchées au kleenex, puis les quartiers sont pesés et enveloppés dans du papier d'aluminium le plus hermétiquement possible. Les poids des pommes sont alors notés sur les papiers d'aluminium, ce qui permet de sélectionner les rations en fonction du poids des animaux. On pèse de même une quinzaine de morceaux de biscuits (Ref. UAR : A04). Au moment du renouvellement de la nourriture, les animaux sont pesés, la sciure tamisée pour récupérer et peser les fèces et les restes de pomme et de biscuit. On placera des quartiers de pommes et de biscuits dans la sciure d'une cage témoin pour tenir compte des pertes en eau des aliments par évaporation dans les conditions d'expérience. En effet les aliments utilisés, pommes et biscuits ont des teneurs en eau très différentes, et fortement variables dans le cas des pommes, du début à la fin de l'expérience, ce qui impose de corriger la consommation calculée à partir des valeurs des poids frais initiaux et finaux des aliments mis à consommation, au moyen du coefficient k_2 calculé à partir des quantités de pommes et de biscuits de la cage étalon soumise aux mêmes conditions de température et d'humidité relative que les animaux. Des fiches permettent de suivre et de cumuler ces résultats afin de trouver la loi de variation des quantités de poids sec des fèces en fonction des quantités d'aliment ingérées.

B.1.1.5: Mesure directe du poids frais des fèces:

Les mesures du poids sec des fèces permettent d'établir, pour un aliment donné ou une composition alimentaire précise, la relation entre la quantité de poids frais ingéré et la quantité de poids sec mesuré dans les fèces. Les mesures de bilan hydrique et de bilan énergétique nécessitent la connaissance précise de la quantité de poids frais de fèces produite. Dans la mesure où la teneur en eau des fèces varie avec le temps, nous avons trouvé un modèle permettant d'apporter une correction au poids frais mesuré au moment du tamisage. On recueille au moment de la pesée de l'animal quelques crottes au sortir de l'anus que l'on enveloppe dans du papier aluminium pour la pesée. On les replace dans les conditions d'expérience dans la cage témoin jusqu'au prochain tamisage, afin de calculer le coefficient K exprimant les pertes de poids par évaporation d'eau, soit :

$$dpe = K * p \text{ (relat.1) où } dpe \text{ et } p \text{ représentent respectivement les variations élémentaires en perte d'eau et la quantité de fèces présente au temps } t.$$

Il faut pour cela faire des mesures à intervalles réguliers. On écrit ensuite que la variation élémentaire de poids de la quantité de fèces au temps t est égale à l'apport élémentaire de fèces (noté dpf) diminué des pertes élémentaires par évaporation (noté dpe).

$$dp = dpf - dpe ; dpf/p - dp/p = dpe/p ; dp/p((dpf/dp) - 1) = dpe/dp \text{ (relat.2).}$$

En considérant que la quantité produite de fèces est

une fonction linéaire, on obtient: $dpf/dp = PF/PM$ (relat. 3) où Pf et PM représentent respectivement le poids frais recherché et le poids frais mesuré. En comparant les trois relations on obtient: $F = (1+K/\ln(PM))*PM$.

La teneur en eau corporelle (TEC) des animaux et les teneurs en eau des pommes, des biscuits, sont évaluées en fin d'expérience par passage à l'étuve à 80°C jusqu'à l'obtention de poids constants (1 à 3 jours).

B.1.2: VARIATIONS DU METABOLISME HYDRIQUE EN FONCTION DES DISPONIBILITES EN EAU:

A la différence de l'expérience précédente qui utilisait trois isotopes, nous n'injecterons que de l'eau tritiée, au début de chacune des quatre phases expérimentales de cette expérience. Nous adapterons donc les formules données dans la bibliographie afin de suivre l'évolution du métabolisme de l'animal en fonction des disponibilités en eau de chacune de ces phases expérimentales. Le nombre important d'animaux étudiés, nous permet d'utiliser une analyse en composantes principales afin d'étudier des variabilités intra et inter-spécifiques. Le présent paragraphe se contente de préciser les différences de protocole entre cette expérience et l'expérience de triple marquage, du fait des particularités que nous venons d'évoquer.

B.1.2.1: Les animaux étudiés:

Les animaux étudiés sont identifiés par des numéros à quatre chiffres: Le chiffre des milles indique l'espèce, celui des cents indique la localité de capture, celui des dizaines le sexe et celui des unités les individus. Les Mus musculus domesticus représentent la 4^e génération d'animaux sauvages capturés en Grèce (1), au Pérou (2) et aux Baléares (3). Ils ont été sélectionnés dans l'animalerie du Pr. L. Thaler selon des critères d'homogénéité d'âge et de poids. Il a enfin été vérifié que les femelles n'étaient pas pleines. Les Mus spretus sont des individus sauvages originaires d'Espagne, provenant des olive-raies non irriguées des environs de Madrid (1), ou des orange-raies très irriguées de la région de Valence (2). Nous avons constitué un petit groupe d'animaux capturés à La Gardiole (3), aux environs de Montpellier dans les garrigues de Frontignan où la sécheresse était sévère. Nous pouvons constater que les Mus musculus domesticus, bien qu'issues de souches sauvages, n'ont jamais connu les conditions de leur milieu d'origine, à la différence des Mus spretus, aussi nous avons constitué un groupe, malheureusement faible, de Mus spretus descendant d'animaux capturés dans les régions irriguées de Santa-fé et élevés dans les mêmes conditions que les Mus musculus domesticus.

B.1.2.2: Les quatre phases expérimentales:

Les animaux ramenés du terrain sont acclimatés à leurs nouvelles conditions de vie : Température constante aux environs de 26°C, humidité relative de 60% environ et photopériode fixée à 12L-12D. Pendant cette période les animaux sont alimentés au

moyen de biscuits pour rats et de pommes fournis ad libitum. Suit la première phase expérimentale (Ph1) aux conditions identiques, puis la phase Ph2 d'adaptation au régime sec d'une durée de trois jours pendant laquelle les animaux ne reçoivent qu'une quantité très réduite de pommes (1/16^e par 30 heures environ). Au terme de cette deuxième phase, les animaux sont divisés en deux groupes: alors que la première moitié (Ph3a) est soumise à un régime sec six jours durant, sans pommes mais avec biscuits (13% d'humidité) fournis à volonté, la deuxième moitié (Ph3b) est remplacée en conditions ad libitum.

B.1.2.3: Le simple marquage chronique:

B.1.2.3.1: Protocole:

Après injection d'une quantité d'eau tritiée d'activité spécifique: 200 micro-ci par ml, les animaux sont placés sans eau ni boisson jusqu'à l'équilibre isotopique. Ils subissent alors la ponction P1 et sont soumis aux conditions expérimentales de la phase Ph1, au terme de laquelle ils subissent la ponction R51 et sont injectés à nouveau de façon équivalente à la première injection. Après l'équilibre isotopique, la ponction P2 est réalisée suivie des conditions expérimentales de la phase Ph2 jusqu'à la ponction R52. Après une nouvelle injection et une ponction P3a ou P3b, les animaux sont placés respectivement selon les conditions des phases Ph3a et Ph3b jusqu'aux moments des ponctions R53a et R53b. Une dernière ponction P4a ou P4b est alors réalisée trois heures après une dernière injection. Notons que des étalons sont pris au moment de chaque injection pour détecter une éventuelle modification accidentelle de la solution radioactive. Ces étalons correspondent à une injection équivalente à celle faite aux animaux dans un volume d'environ 75% du poids moyen corporel de l'espèce étudiée. Notons enfin que la radioactivité des échantillons présente parfois une atténuation (ou quenching), variable selon leur origine. Il est donc nécessaire de se fier non plus à la radioactivité mesurée en CPM mais à la radioactivité absolue exprimée en DPM. Une courbe de quenching a été établie pour les conditions de mesure du moment (matériel utilisé, volume du scintillant). Cette courbe donne l'efficacité du comptage notée E par une relation linéaire en fonction des étalons externes indiqués par l'appareil.

$E = \text{DPM}/\text{CPM} \times 100$; (relat. 1)

$E = A0 + A1 \text{ ETX}$; où ETX est l'étalon externe (relat. 2)

Les paramètres de cette droite étaient au moment du comptage:

$A0 = 3.224$ et $A1 = 41.277$.

B.1.2.3.2: Formules utilisées:

Les formules que nous utilisons nous permettent de tenir compte des radioactivités résiduelles à la fin de chaque phase expérimentale. Nous désignerons par:

T1, T2, T3, T4 : les durées des phases 1 à 4.

E1, R51, E2, R52, ect ... : les rad. des ponctions exprimées en DPM.

e_1, R_{s1}, \dots : les rad. des ponctions exprimées en CPM.
 ET_1, ET_2, \dots : les rad. des étalons (DPM).
 et_1, et_2, \dots : les rad. des étalons (CPM).
 $V_1 \text{ à } V_4$: le volume des étalons.
 ETX_i : l'étalon externe du tube i pour i allant de E_1 à ET_{3b} .

Toutes les radioactivités recueillies sont d'abord converties en DPM selon les relations 1 et 2:

$$DPM = CPM * 100 / (A_0 + A_1 * ETX_i)$$

On désigne par V_{ij} la teneur en eau corporelle (TEC) initiale de la phase j et par V_{fj} la TEC finale de la phase j . Sachant que que l'on injecte la même quantité de radioactivité aux étalons qu'aux échantillons nous avons:

$$V_{i1} = V_1 * ETX_1 / E_1 ; \text{ soit plus généralement:}$$

$$V_{ij} = V_j * ETX_j / (E_j + R_{Sj-1}) \quad V_{fj} = V_{j+1} * ETX_{j+1} / (E_{j+1} - R_{Sj})$$

Les équations établies par Lifson et MC Clintoch (1966), reprises par Nagy et Costa (1980), permettent de calculer les flux d'eau entrant et sortant (notés FE et FS) de l'animal quand le volume d'eau corporel varie linéairement ou exponentiellement au cours de l'expérimentation. nous ~~avons~~ avons utilisé la formule correspondant à une variation linéaire de la TEC. Si on désigne par FE_j et FS_j les flux entrant et sortant de la phase j nous avons:

$$FS_j = (V_{fj} - V_{ij}) * (\ln(E_j * V_{ij} / R_{Sj} * V_{fj})) / (T_j * \ln(V_{fj} / V_{ij}))$$

$$FE_j = FS_j + T_j (V_{fj} - V_{ij})$$

Pour l'expression des résultats, les TEC seront exprimées en ml puis en % du poids du corps. Les flux seront présentés en ml/j puis en ml/j/Kg afin de permettre les comparaisons intra-spécifique, et enfin en ml/j/Kg-0.82 afin de permettre les comparaisons interspécifiques.

B.1.2.4: Méthode d'analyse des données:

Les résultats d'expérience sont enregistrés sur un fichier sous forme d'un tableau individu-caractères numériques. Pour décrire ces données, nous avons choisi l'analyse en composantes principales (ACP) qui nous permettra de représenter chaque individu dans un plan factoriel à deux dimensions, avec une perte d'information minimum. Nous avons utilisé un programme en Basic par T. Foucard (1982). Pour cette ACP, 12 caractères relatifs à chaque phase seront pris en compte, à savoir les TEC, les flux entrants et sortants ainsi que leur différence.

B.2: ETUDE SUR LE TERRAIN DU METABOLISME HYDRIQUE DES PRINCIPAUX GENRES DE RONGEURS SAHÉLIENS:

K.A. Nagy (83) montre que les résultats les plus fiables sont obtenus quand les ponctions permettant la mesure de la radioactivité résiduelle interviennent après un temps équivalent à une fois et demie le temps de demi-vie de l'isotope injecté. Cela revient en général à un délai optimum de recapture de 3 (C. Grenot, 1982) ou 4 jours (D. Bradshaw, 1972) après l'injection du marqueur. Dans notre cas, ce délai est fixé entre 2 et 5 jours. On peut s'attendre a priori à une variabilité importante des pourcentages et des délais de recapture selon les espèces et les milieux étudiés, mais aussi selon les dispositifs de piégeage adoptés. Certains auteurs comme F. Lachiver pensent qu'il faut par conséquent pratiquer un piégeage au trou, de même qu'il faut refermer les pièges ayant permis les captures jusqu'au moment désiré de recapture. Cette pratique efficace présente l'inconvénient de réduire les probabilités de prise et supprime la signification dynamique des recaptures dans un quadrat devenu trop asymétrique. Pour toutes ces raisons tenant aux rendements et aux délais des recaptures, nous avons testé différents dispositifs de piégeage selon les espèces et les milieux étudiés. Après avoir présenté les milieux et les espèces étudiées ainsi que les dispositifs de piégeage adoptés, nous indiquerons le protocole général du marquage à l'eau tritiée sur le terrain.

B.2.1: MILIEUX ET ESPECES ETUDIEES, DISPOSITIFS DE PIEGEAGE ADOPTES:

Nous avons étudié en février 1983 une population de Taterillus pygargus du Ferlo Sénégalais. Un piégeage en lignes et au trou a été adopté (fig. 10), permettant une étude comparée de la pépinière de la société SOCAS (PEP), des barrières d'épineux des alentours du chalet de la SOCAS (CHLT), et des dunes rouges voisines qui surplombent le Lampsar (DUNE). De Mars à Juin 84, nous avons étudié plusieurs populations de rongeurs (Taterillus sp., Gerbillus sp., Arvicanthis niloticus, Mastomys erythro-leucus, mastomys huberti et Acomys sp.) du sahel voltaïque près de la mare d'Oursi où nous pouvions utiliser un campement et une station météorologique de l'ORSTOM.

Les Taterillus sp. de la région d'Oursi regroupent deux espèces sympatriques: Taterillus gracilis à 36 chromosomes et Taterillus sp. en cours de description par F. Petter à chromosomes. Les Acomys de Djalafanka, à 63 chromosomes sont également en cours de détermination. Les Gerbillus des dunes d'Oursi sont des espèces à 72 chromosomes. Ces chiffres proviennent des détermination de M. Tranier du MNHN de Paris.

Cette région de la mare d'Oursi (Planche: A) a été divisée en quatre zones de captures. Nous distinguons la colline sacrée de Djalafanka (DJFK) où nous avons étudiée une population d'Acomys au moyen d'un réseau de groupes de pièges. Les dunes vives qui dominent le village d'Oursi où nous avons mis en place un quadrat classique de 200 pièges pour étudier les populations de Gerbillus (DUNE). Enfin, nous avons étudié les autres genres précités au moyen de dispositifs de lignes de pièges et par un piégeage au



● DUNES (4)

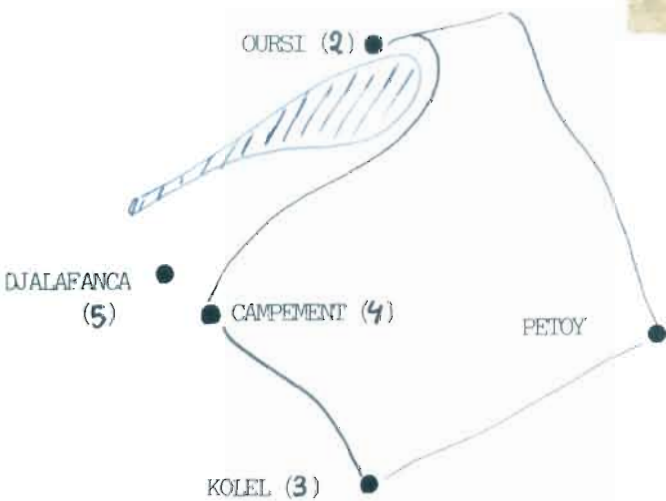


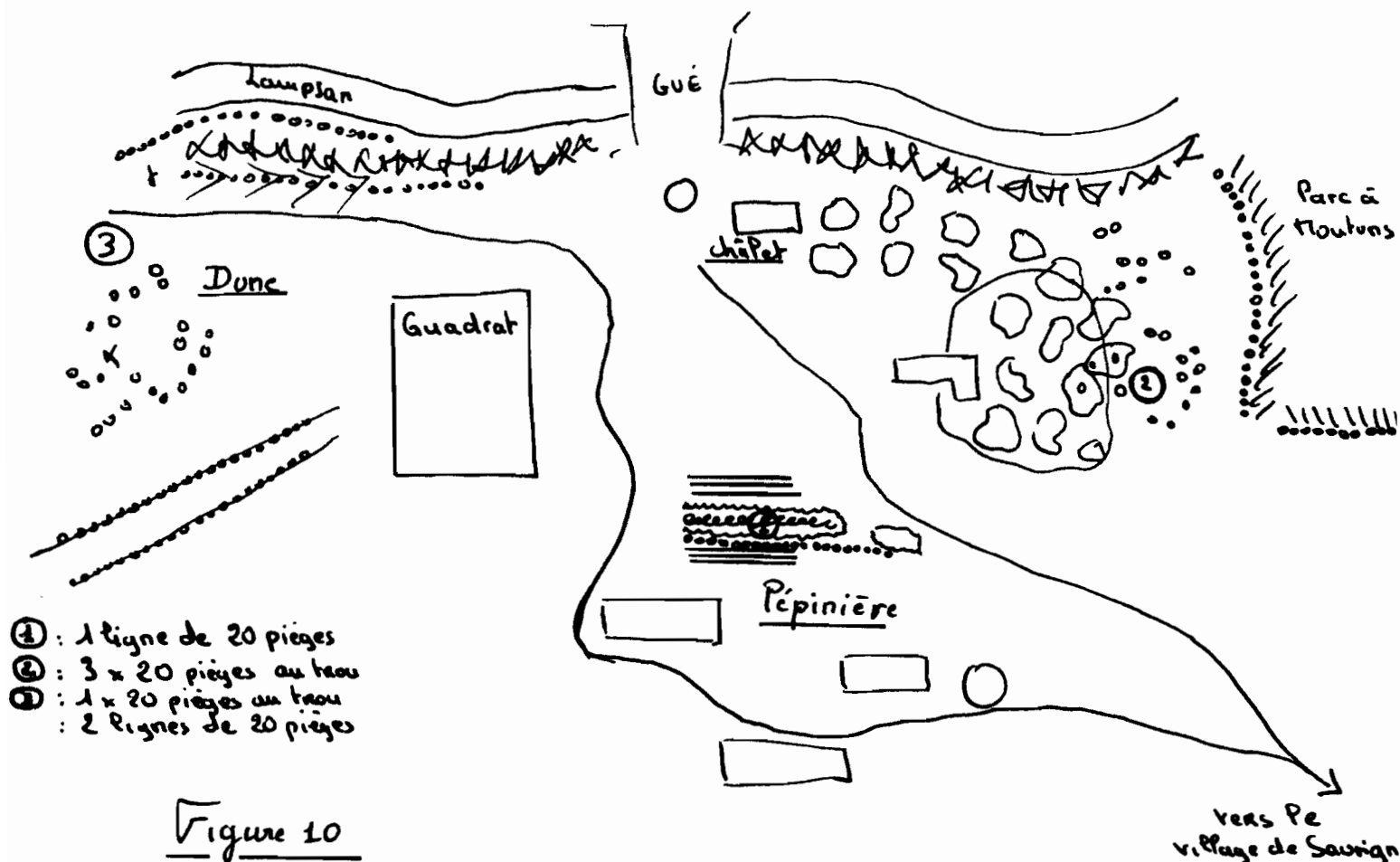
Figure A : Localisation des points de piégeage dans la région de la mare d'Oursi.



trou dans les barrières des jardins de Kolel (KOLL) et d'Oursi (OURS). Nous avons marqué les dispositifs pour pouvoir les déployer systématiquement tout au long de l'année. Nous avons finalement étudié trois types de milieux sahéliens que nous présentons ci-dessous du plus humide au plus sec.

5.2.1.1: Les jardins et les barrières d'épineux:

Les jardins cultivés du Ferlo sénégalais (figure 10), ou du sahel voltaïque constituent des micro-milieus favorables à de nombreuses espèces de rongeurs. Ils sont isolés parfois les uns des autres par des jardins abandonnés et souvent délimités, voir reliés entre eux, par des barrières d'épineux. Ces barrières semblent essentielles au passages diurne ou crépusculaire des *Arvicantis piloticus* qui se font souvent piéger à cet endroit. Nous avons sélectionnés différents jardins à Oursi et à Kolel selon leur entretien, la densité des épineux qui les délimite, et leur proximité du village (planche B).



B.2.1.2: Les milieux dunaires:

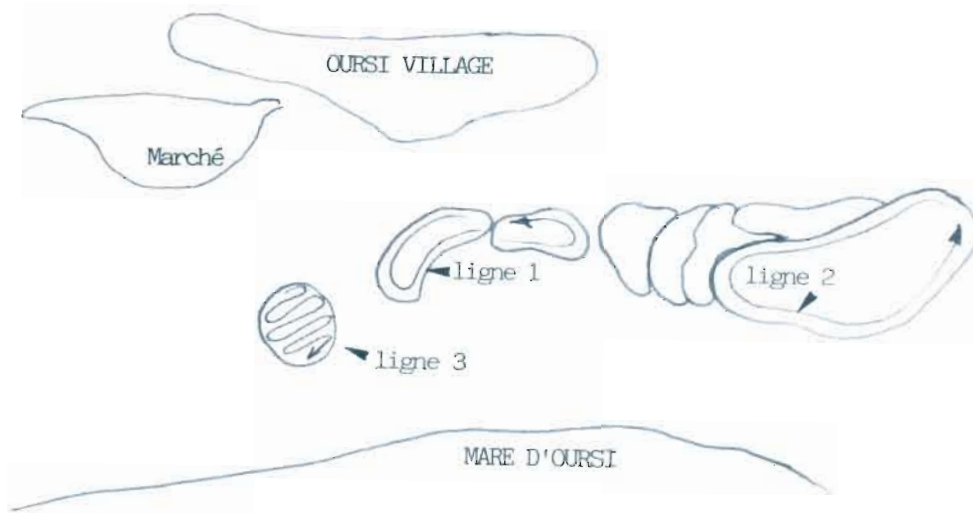
Les dunes rouges de Savoigne se distinguent des dunes vives de la mare d'Oursi par la proximité des points d'eau et des barrières des jardins cultivés. Elles constituent un milieu plus favorable où nous avons trouvé Taterillus pygargus dont nous verrons par la suite qu'il pouvait très bien provenir des jardins cultivés avoisinants.

Notre prospection dans les dunes vives de la mare d'Oursi nous a conduit à sélectionner une légère dépression inter dunaire comme site d'emplacement d'un quadrat classique (11 * 17, espacement tous les 8 mètres) destiné à l'étude du genre Gerbillus sp., la seule espèce que nous ayons déterminée à cet endroit (planche D). Nous avons trouvé quelques Taterillus sp. aux abords du milieu dunaire, non loin des champs de mil. Les caractéristiques générales (état du sol, position des terriers et des plantes) du quadrat mis en place sont représentés dans la figure 11.

Nous avons adopté la technique classique de capture-recapture sans refermer les pièges après capture et injection de l'animal, les animaux malheureusement recapturés avant deux jours sont relâchés sans injection. Il est en effet inutile de refermer le piège ayant permis la capture de l'animal car il se fait reprendre dans un piège voisin. Il faudrait refermer tous les pièges directement voisins et cela pour trois nuits, ce qui réduirait énormément les probabilités de recaptures et leur signification dynamique. Il est certain que si les reprises inférieures à 2 jours devenaient très importantes, nous aurions reconsidéré cette position.

B.2.1.3: Les collines caillouteuses:

En prospectant la région d'Oursi où se dressent de nombreuses collines caillouteuses, nous avons trouvé Acomys sp. dans des empilements de roches amassées aux pieds de certaines collines ou constituant aux même une colline. La condition essentielle de la présence des Acomys semble être que les roches ne reposent pas simplement sur le sol, mais offrent empilées sur plusieurs étages, des failles de petites dimensions favorables aux habitudes de cette espèce. Ces collines où vives les Acomys étant éloignées de plusieurs dizaines de km, forment des flots, et on ne peut dire actuellement si les Acomys profitent de la saison des pluies pour passer d'une colline à l'autre. L'observation des données météorologiques montre que très souvent ces collines ont des flancs différemment exposés au vent, dont nous verrons l'importance déterminante plus tard. Il est donc possible que les animaux se déplacent au cours de l'année d'un flanc à l'autre, ou du pied au sommet de la colline.



Les haies d'épineux d'un jardin asséché, milieu (1).



Les haies d'épineux ajourée d'un jardin asséché (2)

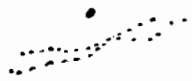
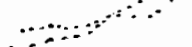


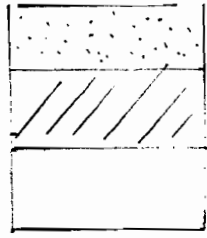
La mare d'Oursi à sec (4)

Un jardin maintenu humide (3)



Figure 8 : Dispositif de piégeage mis en place à CURSI-Village.

SYMBOLES UTILISES DANS LE SCHEMA DESCRIPTIF DU QUADRAT D'OURS I

-  - Position des pièges
 -  - Pistes fréquentées malgré le vent (reconstituées), et traces de battements de queues.
 -  - Terriers ouverts occupés.
 -  - Terriers fermés abandonnés.
-
- 

 - Dune vive nue (sable vif).
 - Sol induré dévagé de sable et de végétation.
 - Sable couvert d'une végétation rare indiquée ci dessous:

Genre	Espèces	Abondance
• Cenchrus	biporus	+++
Bracharia	xantholeuca	+++
Panicum	avicularia	++
Aristida	mutabilis	++
Sesamum	alatum	++
Waltheria	richia	+
* Combretum	glaberrimum	
* Combretum	capitatum	
* Balanites	aequalis	
* Indigofera		
⊙ Nid de Corbeau		

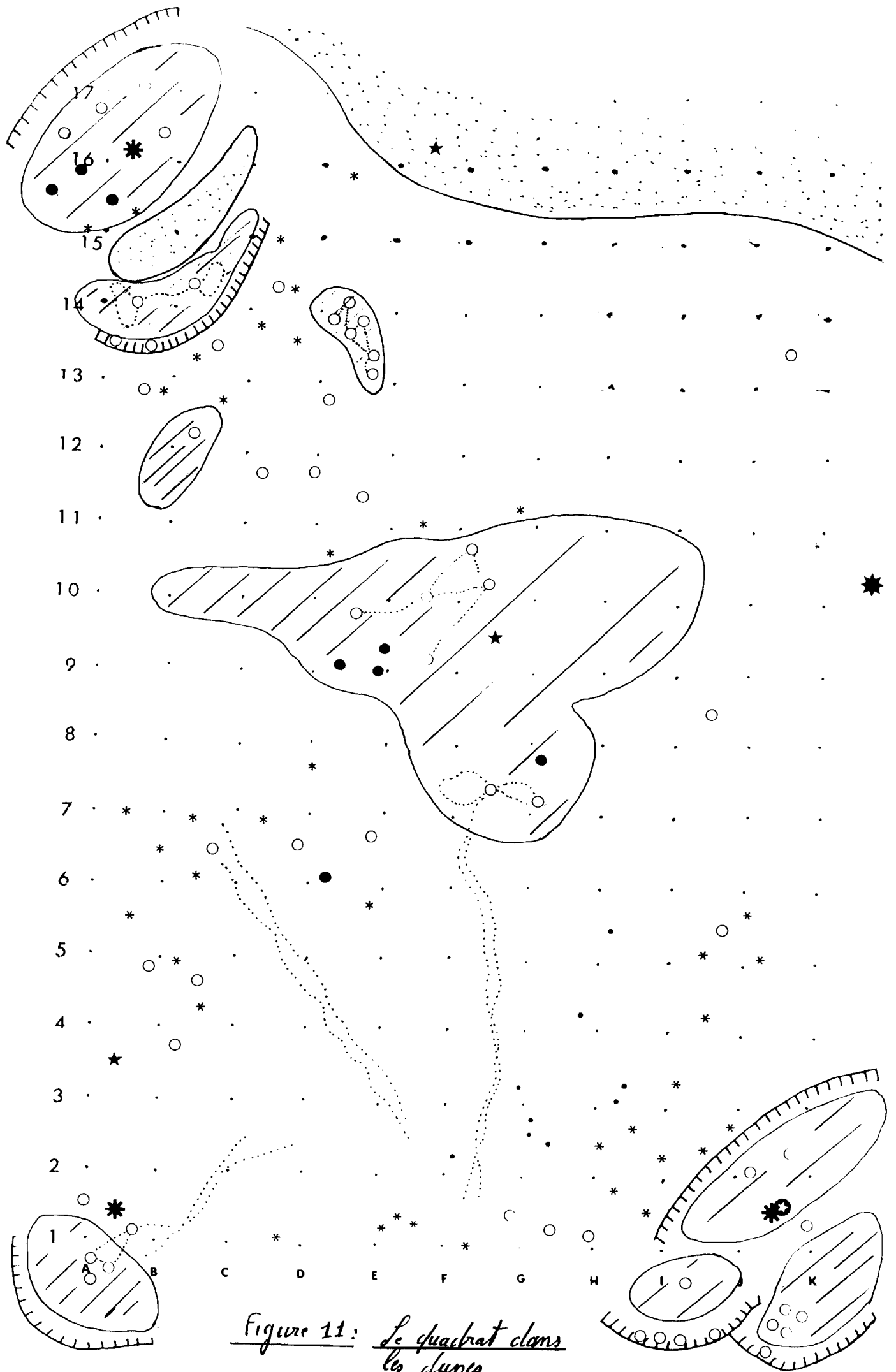


Figure 11: Le quadrat dans les dunes



LE QUADRAT DANS LES DUNES



▲ POSE DES PIÈGES
REAMENAGEMENT D'UN TERRIER: 3
DES PLANTULES (6), DES INSECTES ET
DES GRAINES (5).
LE GERBILLUS D'OURSI 4
LES TRACES DES PISTES ET DES
BATTEMENTS DE QUEUE SONT
NOMBREUSES 7 8

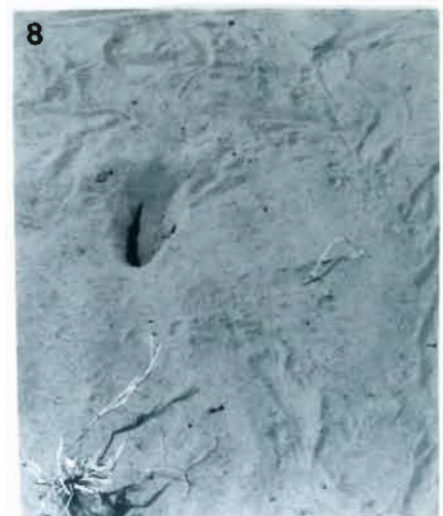
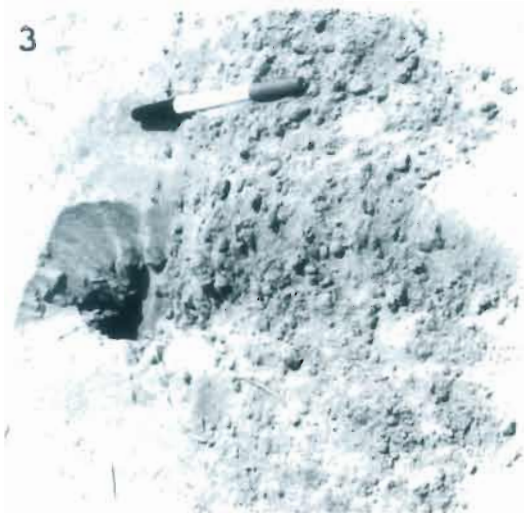


Figure D : Le dispositif mis en place dans les dunes d'OURSI.

Pour distinguer ces déplacements à l'intérieur de la colline des changements d'habitat éventuels des *Acomys* à la faveur de la saison des pluies, nous devons à priori étendre notre piégeage à l'ensemble d'une colline. Nous avons pour cela choisi une colline de petite dimension entièrement constituée d'empilements de cailloux, et située à 800 mètres de la station météorologique de l'ORSTOM, la colline de Djalafanka. Cette colline est exclusivement peuplée d'*Acomys* sp. pour ce qui est des rongeurs. Nous avons pu aussi y déterminer de nombreux Gégckos, des chauves-souris, des Insectes, un Iguane et un Caracal. La colline est entièrement quadrillée et les rochers discrètement numérotés à la peinture blanche au niveau des noeuds du quadrillage, afin de pouvoir disposer à ces endroits (à chaque tournée), des groupes de 10 pièges. En effet, l'empilement très important des roches qui constituent la colline de Djalafanka (planche C) entraîne un phénomène d'augmentation des surfaces qui nous permet de diminuer les distances entre les pièges. Les figures 11 et 12 présentent le dispositif de piégeage, ainsi que le protocole d'ouverture et de fermeture des pièges qui permet d'éviter les recaptures systématiques (importantes chez les *Acomys*) tout en conservant des probabilités de recapture importantes.

DO : Départ de Ouaga
 AO : Arrivée à Ouaghi
 PP : Pose des Pièges

G I : Groupe I = D I, O I, T I.
 G II : Groupe II = O II, O II, T II.
 G III : Groupe III = D III, O III, T III.

D I à III : Injection/poction des animaux capturés et fermeture des pièges jusqu'à O I à III

O I à III : Ouverture au 3^e jour

T I à III : poction / Injection / poction

RP : Ramassage des pièges.
 DO : Départ Ouaghi.
 AO : Arrivée à Ouaga.

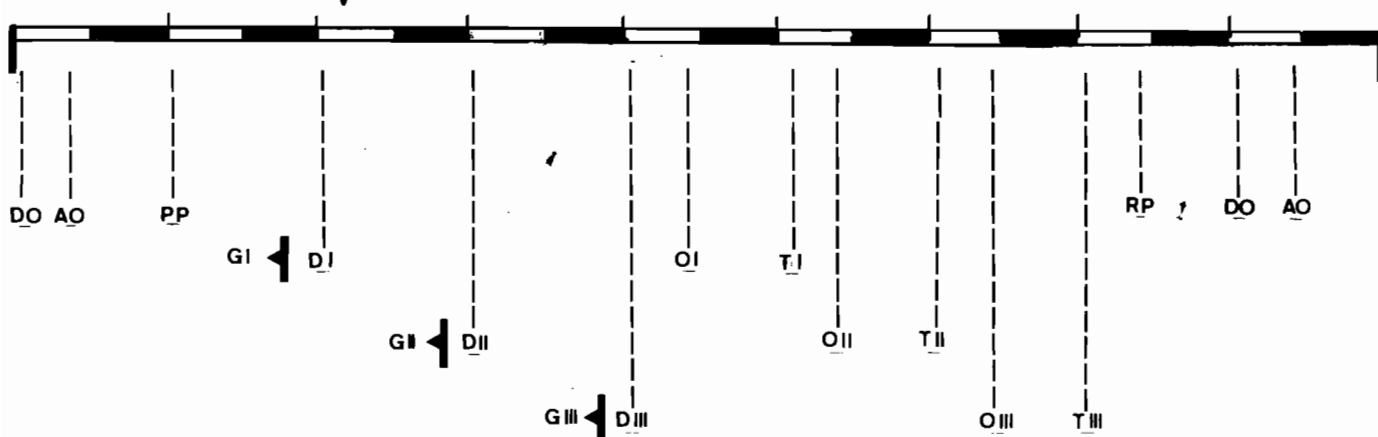


Figure 12 : protocole d'ouverture et de fermeture des pièges à Djalafanka.

B.2.2: PROTOCOLE GENERAL:

Sur le plan pratique les animaux capturés sont ramenés à l'ombre afin d'être manipulés. Ils sont sexés, marqués par amputation de la dernière phalange selon le code indiqué en figure 8 qui laisse toujours le doigt principal intact. Ils sont injectés d'une solution radioactive d'eau tritiée, puis replacés dans leur piège maintenu à l'ombre pendant 2 heures 1/2 sans nourriture ni boisson jusqu'à l'équilibre isotopique. Un échantillon de sang est alors prélevé dans le sinus infra orbitaire au moyen d'un tube capillaire hépariné bouché au seal-ease. Les échantillons sont ramenés au campement et centrifugés à 2000 tours pendant 10 minutes. Le plasma est recueilli dans un microtube neuf qui est bouché à la flamme pour éviter tout risque d'évaporation. On numérote l'échantillon E1 qui est conservé au froid si possible jusqu'au moment du comptage. L'animal est alors relâché à proximité de l'endroit de sa capture et on observe son comportement. Après une période donnée (généralement aux environs de trois jours) les animaux subissent la ponction RS1 (résiduelle 1) au déroulement identique à la précédente destinée à mesurer la radioactivité résiduelle. Pour évaluer les flux entrants et sortants d'eau on mesure la teneur en eau de l'animal en fin d'expérience, en injectant à nouveau une quantité identique d'isotopes. On ponctionne l'animal placé sans eau ni boisson pendant 2 heures 1/2 après pour obtenir l'échantillon noté E2. La radioactivité du tritium est déterminée comme indiqué dans les expériences précédentes. On peut alors relâcher l'animal qui sera peut être recapturé à l'occasion d'une prochaine mission sur le terrain.

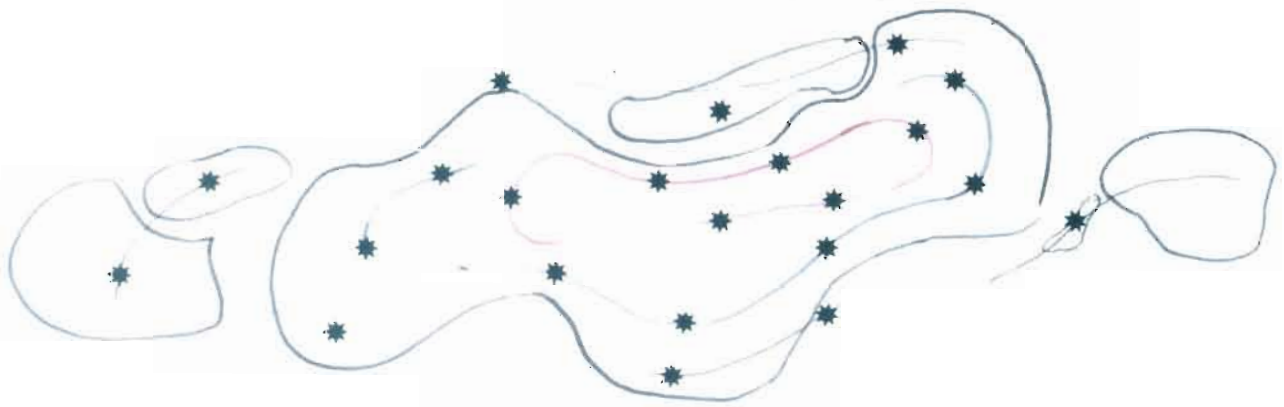


Figure C : Dispositif de piégeage mis en place à DJALAFANCA.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

A: ETUDE DE LA REPRODUCTION, UNE COMPOSANTES PRINCIPALE DU CYCLE D'ABONDANCE DES RONGEURS:

Nous avons montré dans le chapitre "Matériel et Méthodes" la validité technique des dosages radioimmunologiques des hormones stéroïdes de la reproduction. La série de ponctions réalisées selon le protocole annoncé précédemment permet d'étudier la signification biologique de la variabilité des concentrations plasmatiques des hormones de la reproduction (variabilités nycthémerales individuelles, et variabilités intra et interspécifiques). Nous présenterons successivement les résultats obtenus pour la Testostérone, la Progesterone puis l'Estradiol.

Très généralement, les tableaux **I** à **XII** en annexe fournissent le détail des valeurs individuelles des concentrations plasmatiques obtenues d'après les dosages radioimmunologiques. Ces résultats sont repris dans des figures illustrant les variabilités nycthémerales individuelles et utilisant différents symboles pour désigner les classes d'âge des animaux ainsi que pour représenter les critères habituellement utilisés (position des testicules et état de l'orifice vaginal) dans l'évaluation de la reproduction. Enfin, des tableaux résumés présentent les valeurs moyennes des concentrations et des variations de ces concentrations dans les différents groupes réalisés à partir de ces critères d'âge ou de degré d'avancement de la reproduction.

A.1: ETUDE DES CONCENTRATIONS PLASMATIQUES EN TESTOSTERONE:

A.1.1: POSITION TESTICULAIRE ET ACTIVITE SEXUELLE:

Les histogrammes de répartition du poids des animaux mâles des trois genres précités permettent de distinguer en général trois classes de poids que nous assimilons globalement à trois classes d'âge (figures 13 a, 14 a, et 15 a). Les juvéniles symbolisés dans les figures par des petits carrés (□) et dans les tableaux par le sigle JUV ont un poids inférieur à 60 g chez les *Arvicanthis*, à 28 g chez les *Mastomys*, et à 35 g chez les *Taterillus*. Les sub adultes symbolisés dans les figures par des petits ronds pleins ou creux (● ou ○) selon la position scrotale (SCR) ou intra abdominale (INT) des testicules, sont représentés dans les tableaux sous le sigle SUBA. Leurs poids se situent entre 60 g et 110 g chez les *Arvicanthis*, 28 g et 50 g chez les *Mastomys*, et 35 g et 55 g chez les *Taterillus*. Les adultes symbolisés par des étoiles pleines ou creuses (selon les conditions précédentes) représente des animaux de poids respectivement supérieurs à 110 g, 50 g, et 55 g pour les trois genres précités. Les individus de cette dernière classe présentent des écarts d'âge surement plus importants que ceux des groupes précédents.

Pour les trois genres étudiés, les histogrammes de répartition des valeurs des concentrations plasmatiques en testostérone sont assez nettement du type trimodal (figures 13 b, 14 b, et 15 b). Les valeurs moyennes des concentrations en testostérone pour chaque mode sont indiquées à droite des accolades qui permettent de les différencier. Nous avons d'autre part étudié pour chaque genre, la répartition des concentrations en testostérone dans les différents groupes que l'on peut réaliser à partir des critères d'âge et de la position des testicules. Les valeurs individuelles, les moyennes et les écarts types de ces distributions sont indiqués dans le tableau XI. Dans tous les cas possibles de comparaison intraspécifique, les différences entre les groupes s'avèrent très significatives sauf pour les animaux juvéniles ou adultes aux testicules régressés. Si l'on compare pour chaque genre chacune de ces distributions aux différentes combinaisons possibles des répartitions modales globales (figures 13 c à 15 c), nous obtenons les résultats suivants:

- Pour les trois genres, les distributions respectives des valeurs des concentrations en testostérone des juvéniles (JUV, □) et des adultes aux testicules en position intra-abdominale (AD-INT, ☆) ne sont pas différentes des répartitions respectives de mode 1.

- Pour les trois genres, les distributions respectives des concentrations en testostérone des sub adultes aux testicules en position scrotale (SUBA-SCR, ●) ne sont pas différentes de celles obtenue en groupant respectivement dans chaque genre les modes de répartition 2 et 3.

- Pour les trois genres, les distributions respectives des concentrations en testostérone des sub-adultes à testicules en position intra-abdominale (SUBA-INT, ○) ne sont pas différentes de celles obtenues en groupant respectivement dans chaque genre les modes de répartition 1 et 2.

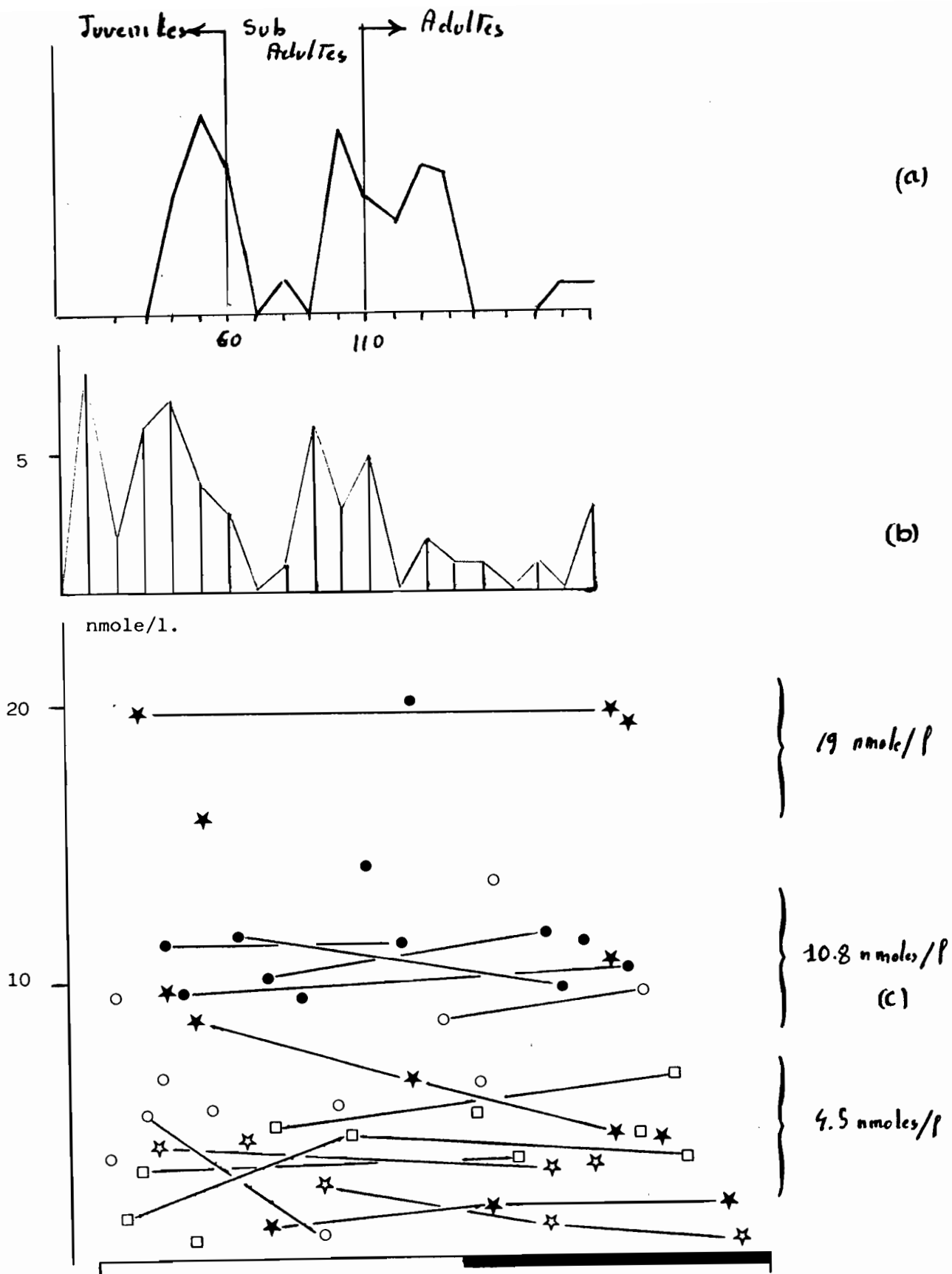


Figure 13 : (a) Histogramme trimodal de la répartition des poids des *Arvicantis*.
 (b) Histogramme trimodal de la répartition des valeurs des concentrations en Test.
 (c) Variabilités nycthémerales individuelles selon les groupes:
 (□) Juvéniles, (●) sub adultes, et (★) adultes.
 (; , ●, ★) testicules en position scrotale, (○, ☆) ou intra-abdominale.
 Les traits relient les individus rééchantonnés plusieurs fois.

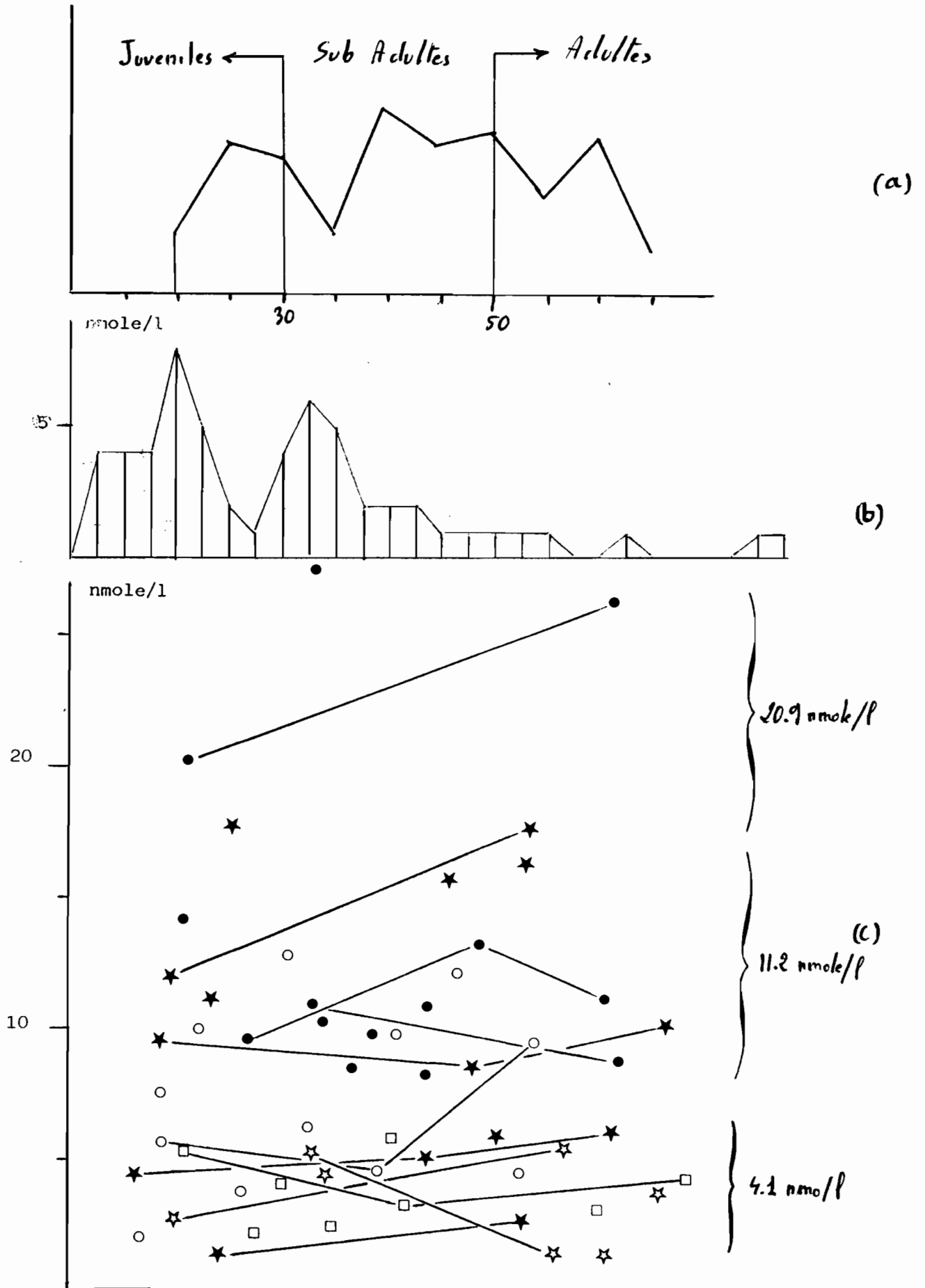
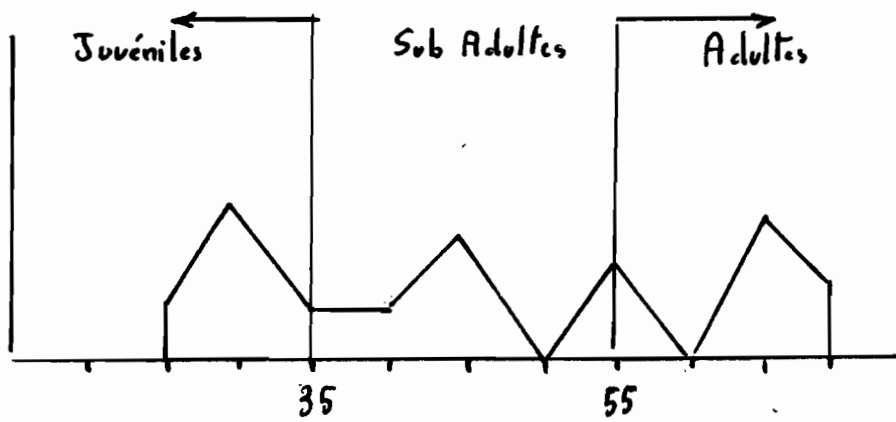
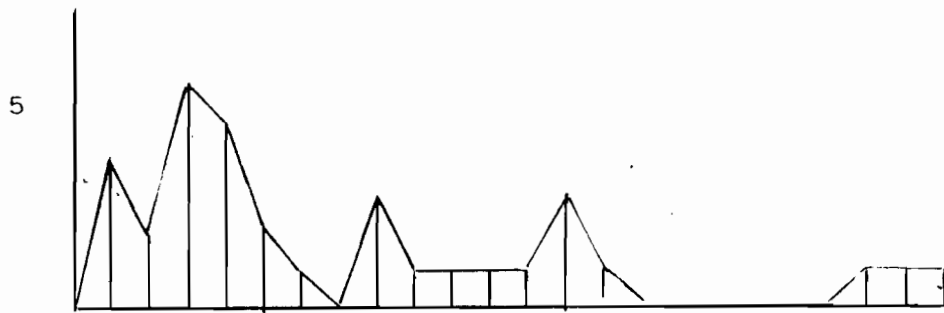


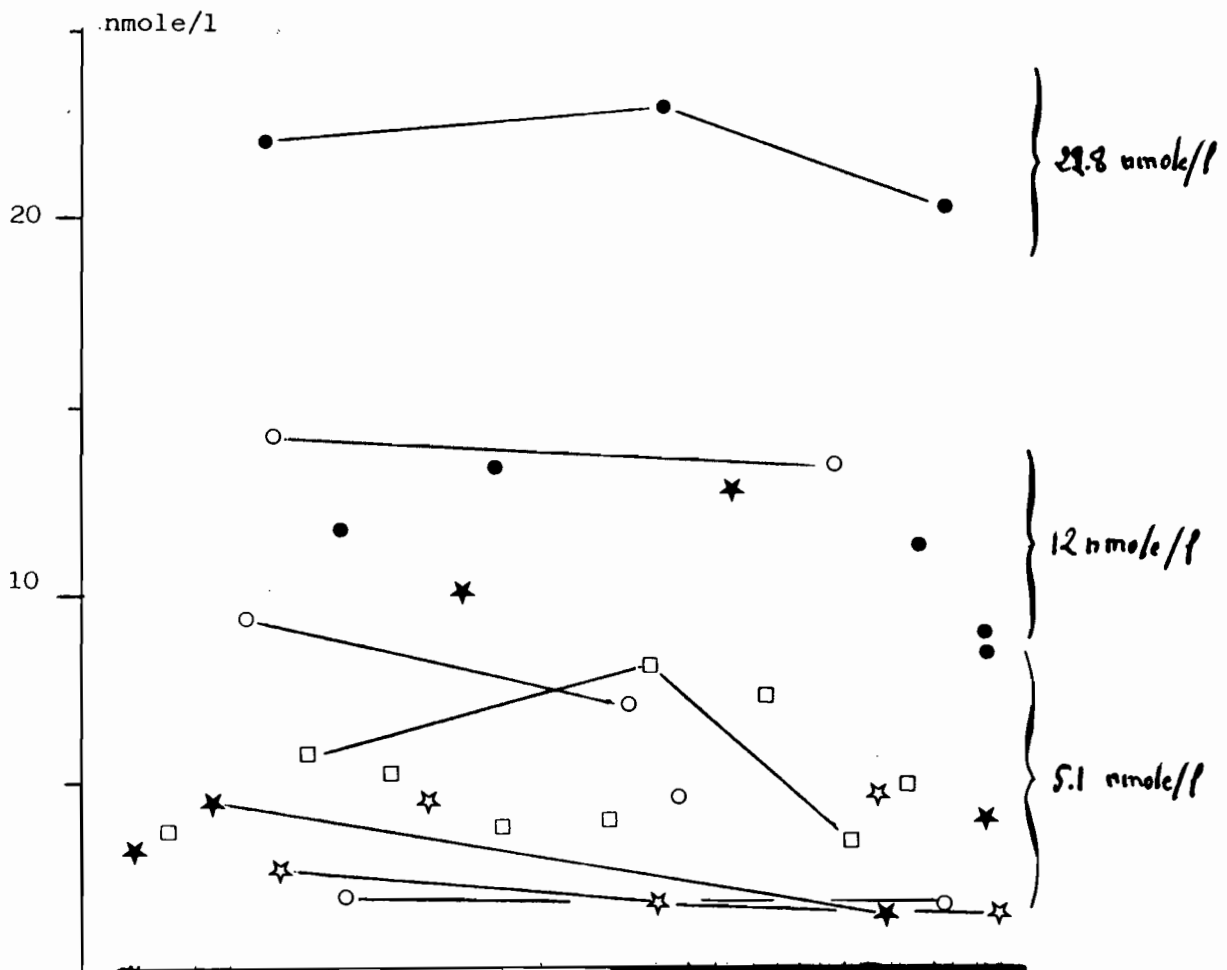
Figure 14 (a) histogramme des poids. (b) histogramme des concentrations en testostérone (nmole/l). (c) évolution nyctémérale de la testostéronémie selon les symboles habituel



(a)



(b)



(c)

Figure 15 (a) histogramme des poids
 (b) histogramme des concentrations en tr (nmole/l)
 (c) évolution nyctémérale de la testostérométrie chez Taterillus

Arvicanthis		Mastomys		Taterillus		
Adultes		Adultes		Adultes		
SCR	INT	SCR	INT	SCR	INT	
1.2	2.7	4.5	2.9	13	2.8	
1.9	1.2	5	5.4	3.1	2.9	
2	0.9	6	4.9	11	1.8	
15.8	4.4	9.5	1.3	4	4.7	
10.3	3.1	8.8	4.5	4.5	4.8	
19.8	3.8	10.1	3.9	1.4		
19.7	4.3	1.5	1.2			
8.5		2.6				
6.7		11				
4.3		4.9				
9.8		16.4				
		17.8				
		12.1				
		18.8				
		15.4				
Moy.	9.09	2.91	9.63	3.44	6.17	3.4
Ecart	6.84	1.41	5.59	1.69	4.68	1.31
Subadultes		Subadultes		Subadultes		
SCR	INT	SCR	INT	SCR	INT	
14.4	5.2	14.4	9.9	22.2	14.1	
11.4	0.9	10.7	6.8	23.3	13.6	
10.1	5.4	11	4.8	20.5	4.7	
11.9	3.7	8.3	9.5	11.7	2	
11.3	4	10.2	7.5	13.6	1.8	
11.3	6.7	27.7	10	12.2	9.4	
9.8		9.8	3.8	8.5	7	
10.3	5.5	13.3	13.3			
9.5	8.8	11.5	1.9			
20	9.6	8.5	12.1			
11.4	6.2	8.3	4.4			
9.5	9.4	9.9	6.5			
		21.1				
		26.6				
Moy.	11.74	5.95	13.66	7.54	16	7.51
Ecart	2.93	2.63	6.6	3.49	5.87	5.09
Juvéniles		Juvéniles		Juvéniles		
	3.1		2.1		5.3	
	3.3		5.2		3.7	
	0.7		3.3		7.4	
	1.6		4.2		4.5	
	4.3		4.2		3.3	
	3.7		2.3		3.7	
	4.8		5.9		5.9	
	6.5		3.9		8.2	
	5.2				3.5	
	4.5					
Moy.	3.77		3.89		5.06	
Ecart	1.71		1.31		1.79	

Tableau XI :

Variations des concentrations en Tatariféone selon les tranches d'âge et la position des Testicules

Arvicanthus				Mastomys				Taterillus			
Val. ind.	Moy.	Variations ABS	%	Val. ind.	Moy.	Variations ABS	%	Val. ind.	Moy.	Variations ABS	%
1.2				1.5				4.5			
1.9	1.7	0.3	17.7	2.6	2.05	0.55	26.8	1.4	2.95	1.55	52.5
2				5.2				2.8			
2.7				3.3	4.23	0.97	22.9	1.9	2.17	0.63	29
1.2	1.6	1.1	68.8	4.2				1.8			
0.9				4.5				2			
1.6				5	5.17	0.83	16.1	1.8	1.9	0.1	5.26
4.3	3.2	1.1	34.4	6				5.9			
3.7				2.9				8.2	5.87	2.33	39.7
3.1				5.4	4.15	1.25	30.1	3.5			
3.3	3.2	0.1	3.13	4.9							
5.2				1.3	3.1	1.8	58.1				
0.9	3.05	2.15	70.5	6.8							
4.8				4.8	7.03	2.47	35.1				
6.5	5.65	0.85	15	9.5							
4.4											
3.1	3.75	0.65	17.3								
-----				-----				-----			
moyenne	0.89	32.4		moyenne	1.31	31.5		moyenne	1.15	31.6	
écart	0.67	27		écart	0.71	14.5		écart	0.99	20	
19.8				9.5				9.4			
19.7	17.8	0.05	0.25	8.8	9.47	0.63	6.65	7	8.2	1.2	14.6
				10.1							
10.1								14.1			
11.9	11	0.9	8.18	11				13.9	13.9	0.25	1.81
				8.3	9.65	1.35	14				
11.3				9.8				22.2			
11.3	11.3	0	0	13	11.3	1.73	15.4	23.3	22	1.3	5.91
9.8				11				20.5			
10.3	10.1	0.25	2.49								
11.4				21.1							
9.5	10.5	0.95	9.09	26.6	23.9	2.75	11.5				
8.5				12.1							
6.7	6.5	2	30.8	18.8	15.5	3.35	21.7				
4.3											
-----				-----				-----			
moyenne	0.69	8.46		moyenne	1.96	13.8		moyenne	0.92	7.45	
écart	0.76	11.6		écart	1.09	5.5		écart	0.58	6.55	

Tableau XII Variations nyctémérales individuelles

- Pour les trois genres, les distributions respectives des concentrations en testostérone des adultes à testicules en position scrotale (AD_SCR, ★) ne sont pas différentes de celles obtenues en groupant respectivement dans chaque genre les trois modes de répartition 1, 2 et 3.

Ces résultats résumés dans la figure 16 signifient que les animaux présentant des testicules en position scrotale se répartissent dans les deux modes supérieurs (2 et 3), alors que ceux présentant des testicules en position intra abdominale se répartissent dans le mode inférieur (1), ceci à deux exceptions près, les adultes à testicules en position scrotale, qui peuvent avoir les concentrations les plus faibles en testostérone, et les subadultes à testicules en position intra abdominale qui peuvent avoir malgré cela des taux de testostérone atteignant les valeurs fortes du deuxième mode. Pour ces deux cas essentiels (les adultes SCR et les sub adultes INT), la position testiculaire n'est pas un critère suffisant pour attester de l'état d'activité sexuelle.

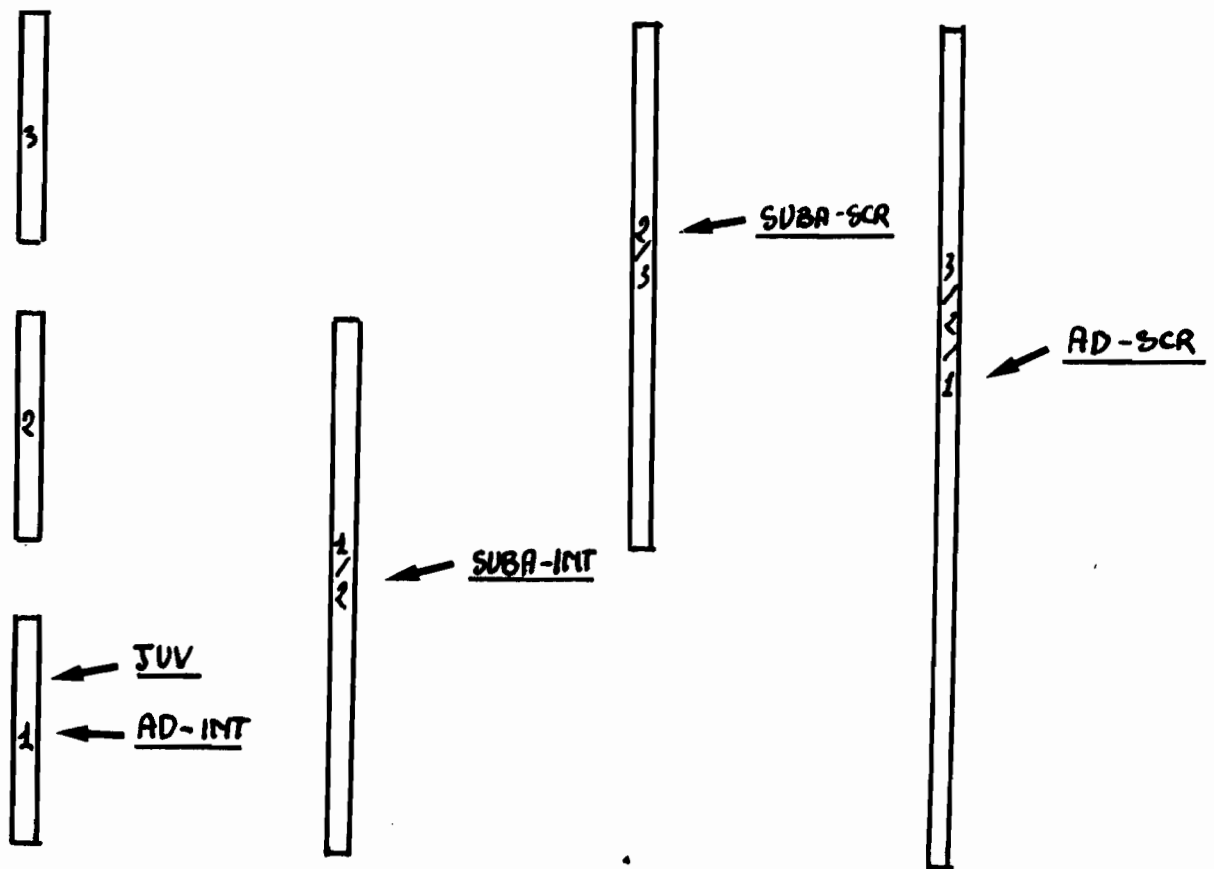


Figure 16 : Représentation des rapprochements (différences non significatives) entre les valeurs des concentrations en testostérone dans les différents groupes, et les valeurs observées dans les différentes combinaisons modales possibles.

A.1.2: VARIATIONS NYCTHEMERALES:

Nous avons étudié quantitativement pour chaque genre, la variabilité nyctémérale de chaque individu (qui a pu être ponctionné plusieurs fois). Nous nous intéressons à l'écart maximum (en valeur absolue: ABS, ou en pourcentage: %) par rapport à la valeur moyenne (Moy.) des valeurs individuelles (val. ind.). Une moyenne de ces résultats est ensuite effectuée (Tableau ~~XIV~~) après séparation des valeurs faibles (mode I essentiellement) et des valeurs fortes (Modes 2 et 3). On peut dire en considérant globalement tous les genres, que les valeurs absolues des écarts par rapport aux moyennes des valeurs individuelles vont de 1 à 3 nmoles/l (tableau XII). Exprimées en pourcentage, les variations nyctémérales vont de 13% en moyenne pour les valeurs fortes à 30% pour les valeurs faibles. Si le genre Iaterillus semble se distinguer des deux autres genres (7% contre 13% pour les valeurs fortes), c'est que le nombre d'individus est bien plus faible dans ce cas, et on ne peut y voir une différence entre muridé et gerbillidé. Pour conclure, ces variations non négligeables étant cependant bien inférieures aux variations modales qui attestent du niveau d'avancement de l'activité sexuelle, elles ne risquent pas de masquer ces dernières.

Une étude qualitative des variabilités nyctémérales individuelles a été tentée en reliant les points relatifs au mêmes animaux dans les figures 13 c à 15 c. Aucun mouvement d'ensemble ne se manifeste au cours du nyctémère, et on enregistre autant d'augmentations que de diminutions des taux de testostérone. Ceci semble en accord avec l'hypothèse souvent citée, d'une sécrétion par "pulses" de la testostérone, mais rien ne nous permet d'assimiler les variations mises en évidence à d'éventuels "pulses" d'hormones.

A.2: ETUDE DES CONCENTRATIONS PLASMATIQUES EN PROGESTERONE ET EN ESTRADIOL:

A.2.1: STEROIDES SEXUELS ~~SEX~~ ET ETAT DE L'ORIFICE VAGINAL:

Les dosages de Progestérone et d'Estradiol sont réalisés à partir des aliquots des plasmas ponctionnés sur les femelles des trois genres, aussi, nous avons en général pu doser la Progestérone et l'Estradiol de chaque animal ponctionné une ou plusieurs fois.

Nous avons regroupés les histogrammes des répartitions de poids des animaux en figure 17a. Bien qu'il soit possible d'être plus discriminatif, nous distinguerons simplement pour chaque genre les Juvéniles (JUV) et les adultes (AD). Les juvéniles sont symbolisés par des ronds dans les figures 17 b à 19, et par le symbole habituel (JUV) dans les tableaux XIII à XIV. Les adultes de poids supérieur à 90 g chez les Arvicanthis, à 40 g chez les Mastomys, et à 50 g chez les Iaterillus, sont symbolisés par des étoiles pleines ou creuses (★ ou ☆), selon que l'orifice vaginal est ouvert (perforé : PRF) ou fermé (FRM).

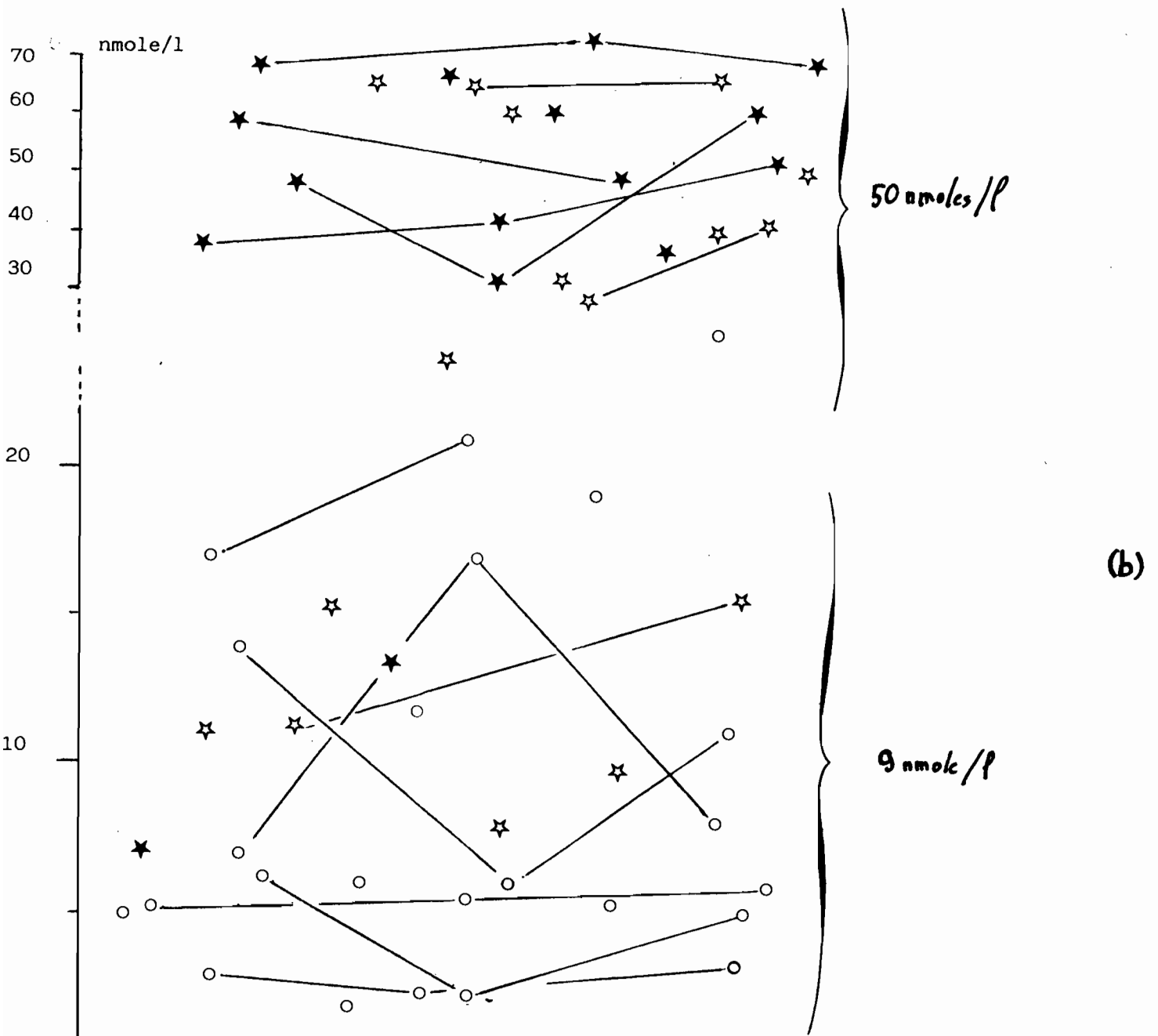
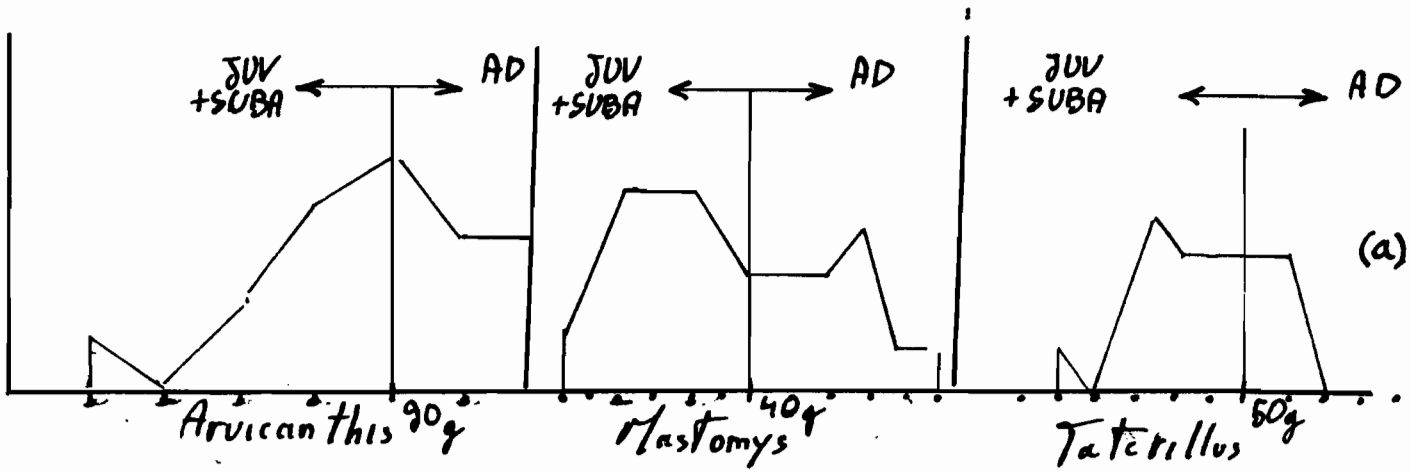
Pour les trois genres étudiés la répartition des concentrations en Progesterone est bimodale, ceci plus nettement pour les Arvicanthis et les Mastomys (figures 17 b, 18) que pour les Iaterillus (figure 19). Le mode inférieur (mode 1) de cette répartition est plus large et plus élevé que celui obtenu précédemment pour la Testostérone (il recouvre en fait les modes 1 et 2 de la Testostérone), le mode 2 représente des valeurs près de 10 fois supérieures à celles du mode 1 et que nous avons déduites par extrapolation sur la courbe de référence (nous avons dosé la Progesterone à partir d'échantillons de 150 microlitres alors que 100 microlitres sont largement suffisants). A l'intérieur de chaque genre, les distributions des concentrations en Progesterone sont significativement différentes entre elles (Tableaux XIII et XIV). On peut comme précédemment, comparer chacun de ces groupes (AD-PRF, AD-FRM et JUV) à différentes combinaisons des deux modes pour rechercher des différences non significatives, et on obtient des résultats assez différents de ce que nous obtenions pour la Testostérone, car les trois genres présentent des différences:

- Pour les trois genres, la répartition des concentrations en Progesterone des Juveniles (JUV- 0) n'est pas significativement différente de la répartition de mode 1 (à 80% constituée d'éléments JUV).

- Pour les Arvicanthis et les Iaterillus, la répartition des concentrations en Progesterone des femelles adultes à vagin non perforé (AD:FRM- ★), n'est pas significativement différente de la répartition de l'ensemble des modes 1 + 2. Pour les Mastomys, la distribution des valeurs des concentrations en Progesterone des femelles adultes à vagin non perforé n'est pas différente de la répartition de mode 1 (comme le groupe des JUV). Il ne faut pas confondre la différence significative entre les groupes JUV et AD-FRM, et l'appartenance de ces deux groupes à la distribution de mode 1 plus générale.

- Pour les Mastomys et les Iaterillus la répartition des femelles adultes à vagin perforé (AD:PRF- ★) n'est pas significativement différente de la distribution de l'ensemble des modes 1 + 2. Chez les Arvicanthis la répartition des AD:PRF n'est pas significativement différente du mode 2, deux valeurs seulement sont hors de la distribution des concentrations en Progesterone de mode 2 (figure 17 b).

Ces résultats résumés dans la figure 21 signifient que les femelles à vagin perforée (PRF- ★) se situent dans le deuxième mode, et que celles à vagin non perforé (FRM- ★) se situent dans le premier mode, ceci à l'exception des adultes perforés (AD:PRF) chez les Mastomys et les Iaterillus qui peuvent occuper les valeurs les plus basses du mode 1, et à l'exception des adultes non perforés chez les Arvicanthis et les Iaterillus qui peuvent occuper les valeurs les plus fortes du mode 2. On peut donc penser que l'état de l'orifice vaginal, n'est significatif du point de vue de l'activité sexuelle que chez les femelles juvéniles, ce qui montre qu'il serait plutôt lié à la puberté, et ce qui est insuffisant.



061 Figure 17 (a) histogrammes des Poids chez les 3 genres 106
 (b) Evolution nycthemérale de la Progestérone des *Arvicantthis*

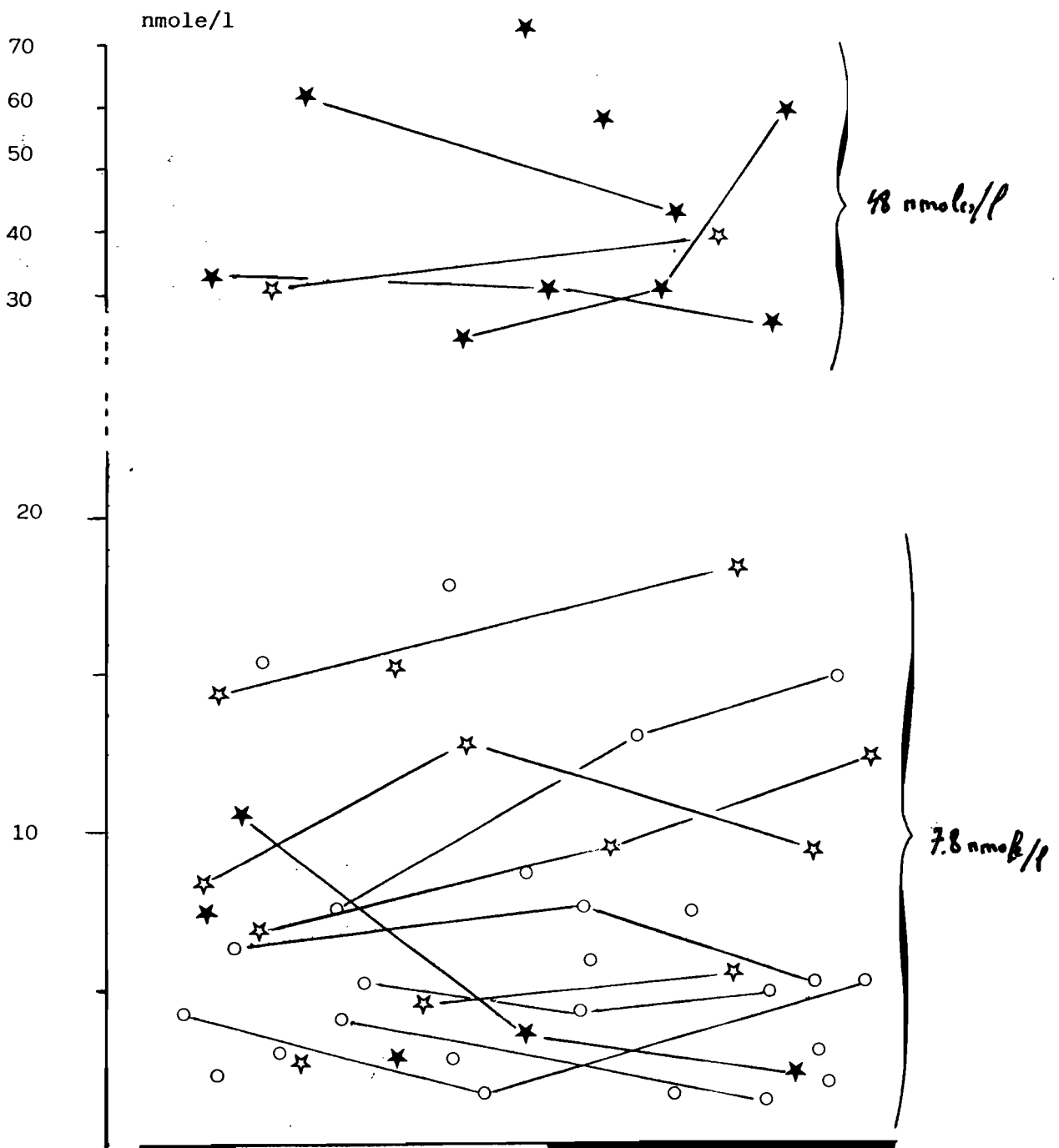


Figure 1B Evolution nycthemérale de la Progesterone du Mastomys

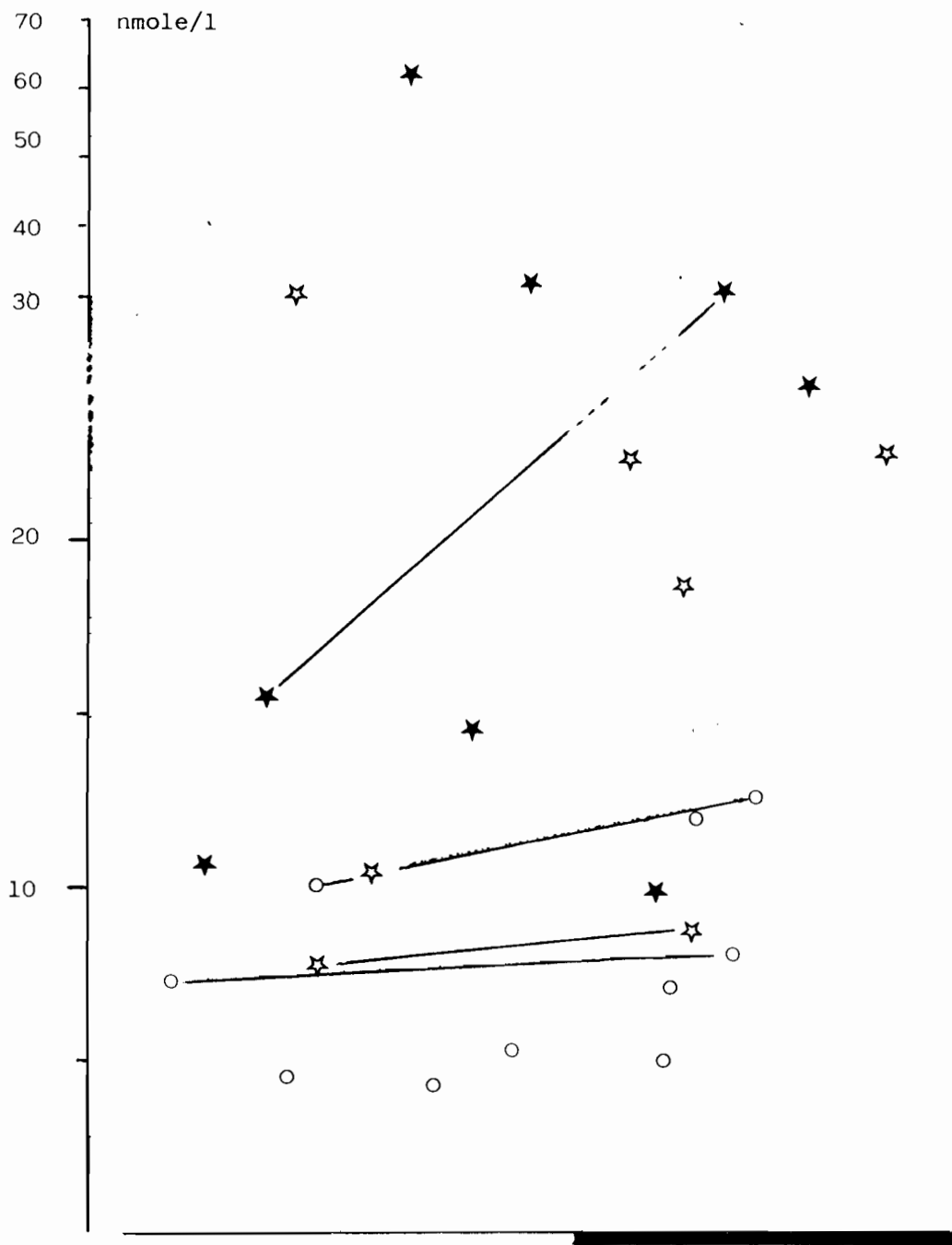


Figure 19 : Evolution nycthémiérale de la progestérone chez Taterillus les moles 1 et 2 sont plus difficiles à distinguer.

Arvicanthus		Mastomys		Taterillus	
Adultes		Adultes		Adultes	
PRF	FRM	PRF	FRM	PRF	FRM
38	11	7.3	15.4	15.2	7.5
41	60	60.4	8.1	31	8.9
50.8	47	46	12.7	10.8	24.5
7	25	92	9.2	9.9	10.2
68.3	36	58	6.7	34	18.5
73.2	65	11.1	9.2	14.5	30
69	7.9	3.5	12.3	63	22.3
47.7	11.13	2.5	2.4		
31.8	15.3	33	14.5		
60.4	28.6	31	18.5		
36.6	41.3	26	31		
60.4	9.4	2.8	46		
13.4	15.3	27	4.5		
66.8	31.8	31	5.3		
58	65	60			
49	66				
Moy.	48.2	32.77	13.99	25.49	17.41
Ecart	19.5	26.32	11.68	19.13	8.72
Juvéniles		Juvéniles		Juvéniles	
	5.12		6.1		4.6
	5.25		7.6		5.2
	5.41		5.1		7
	7.1		4.1		11.9
	17.8		1.8		4.4
	8.27		5.1		7.25
	6.3		17.8		8.27
	2.1		7.5		5.34
	4.9		7.5		10
	3.1		13.1		12.4
	2		15.6		0
	3.1		26.7		0
	11.7		2.7		
	5.3		2.2		
	5		1.9		
	1.7		3		
	14.3		15.3		
	5.7		2.6		
	11.7		2		
	5.9		4.1		
	19		1.4		
	0		5.1		
	17		4.2		
	21		4.9		
	27		8.6		
	0		5.8		
Moy.	8.3	7.4		6.36	
Ecart	7.05	6.06		3.99	

Tableau XIII : Valeurs des concentrations en progestérone selon les critères de l'état de l'orifice vaginal chez les trois genres étudiés

Arvicanthis				Mastomys				Taterillus			
Val. ind.	Moy.	Variations ABS	%	Val. ind.	Moy.	Variations ABS	%	Val. ind.	Moy.	Variations ABS	%
38				60				15.2			
41	43	7	16.3	40	50	10	20	31	23.1	7.9	34.2
50											
				33				7.5			
68				31	30	3	10	8	13.4	11.4	84.7
73	70	3	4.29	26				24.8			
69											
				2.4							
47				14.5	11.8	6.7	56.8				
31	46	14	30.4	18.5							
60											
				27							
58				31	29	2	6.9				
49	53.5	4.5	8.41								
				31							
28				46	38.5	7.5	19.5				
41	34.5	6.5	18.8								
				7.5							
65				13.1	12.1	3.53	29.3				
66	65.5	0.5	0.76	15.6							
15				8.1							
31	23	8	34.8	12.7	10	2.7	27				
				9.2							
17											
21	25	12	48	15.3							
37				2.6							
-----				-----				-----			
moyenne		6.94	20.2	moyenne		5.06	24.2	moyenne		9.64	59.4
écart		4.47	16.4	écart		3.02	16.5	écart		2.45	35.7
5.5				6				7.2			
8.8	7.97	1.63	20.5	7.6	6.23	1.37	22	8.2	7.7	0.5	6.49
9.6				5.1							
								10			
				4.1				12	11	1	9.09
6.7				1.8	3.67	1.43	39				
13.6	10.2	3.45	34	5.1							
19.8				2.2							
19.7	19.8	0.05	0.25	1.9	2.37	0.63	26.6				
				3							
10.1											
11.9	11	0.9	8.18	2							
				4.1	2.5	1.6	64				
11.3				1.4							
11.3	11.3	0	0								
				5.1							
9.8				4.2	4.73	0.37	7.82				
10.3	10.1	0.25	2.49	4.9							
11.4				6.7							
9.5	10.5	0.95	9.09	9.2	9.4	2.9	30.9				
				12.3							
-----				-----				-----			
moyenne		2.07	12.3	moyenne		2.05	28.9	moyenne		3.4	27.7
écart		2.39	11.4	écart		1.54	17	écart		4.24	24.9

Tableau XIV: Evolution nyctémérale des concentrations plasmatiques en progesterone (on exprime l'écart maximum en pourcentage, entre la moyenne et les valeurs individuelles pour chaque l.h. de la nuit)

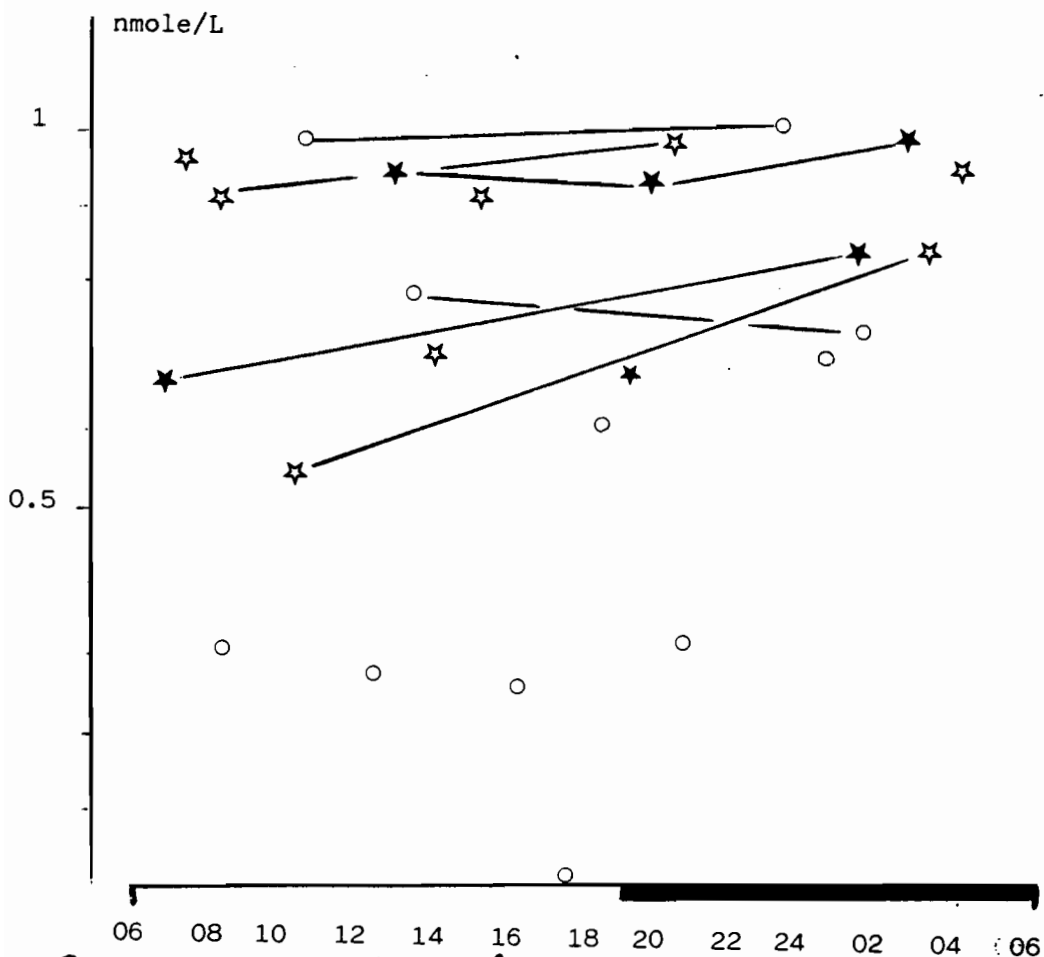
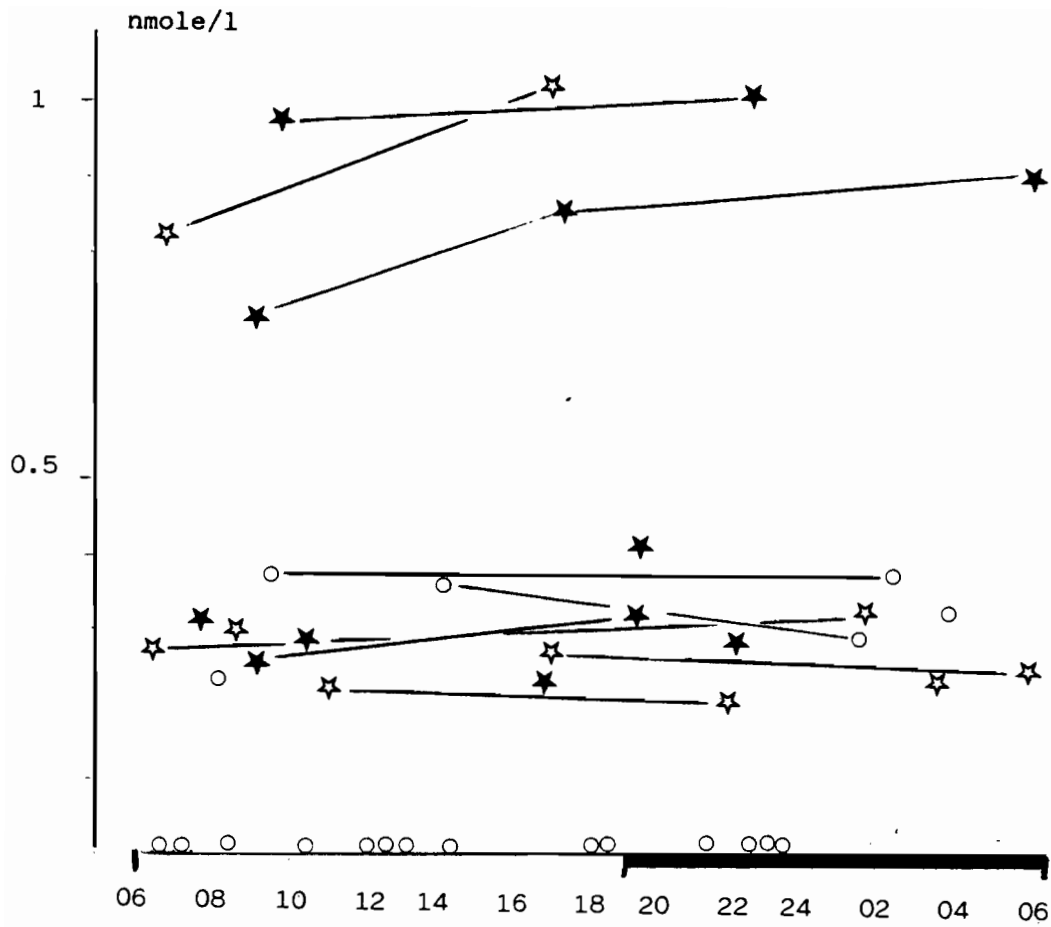


Figure 20: Estradiol chez *Arvicanthisp* et *Mastomys* (b)

Nous n'avons représenté la répartition des concentrations en Estradiol que pour les Mastomys et les Taterillus, les valeurs obtenues chez les Arvicantis étant pour la plupart non détectables. Il apparaît en effet que 200 microlitres de plasma sont nécessaires pour détecter l'ensemble de la répartition de ces concentrations en Estradiol. (au lieu des 150 microlitres utilisés). On note (figure 20) une répartition trimodale des concentrations en Estradiol chez les Mastomys, alors que l'on a du mal à discerner deux modes de répartition chez les Taterillus. Notons que dans cette analyse, l'interprétation est systématiquement plus difficile car le nombre d'animaux est plus faible, aussi nous ne pouvons pas conclure. Les comparaisons entre les distributions des groupes (réalisés selon les critères d'âge et d'état de l'orifice vaginal) et les distributions modales des concentrations en Estradiol montrent que:

- Chez les Mastomys, les distributions des concentrations en Estradiol des femelles juvéniles ne sont pas significativement différentes de celles du mode 1 + 2, alors que les répartitions des concentrations des adultes PRF et FRM ne sont pas significativement différentes de celles des modes 2 + 3.

- Chez les Taterillus, on ne peut distinguer significativement les distributions des concentrations des différents groupes JUV, AD-FRM et AD-PRF de la distribution de l'ensemble (d'ailleurs presque unimodale).

- Dans tous les cas, Mastomys et Taterillus, l'état de l'orifice vaginal (symboles clairs: \circ , et \star ; figure 20) se distribue équitablement dans les différents groupes et n'est donc pas discriminatif.

A.2.2: VARIATIONS NYCTHEMERALES INDIVIDUELLES:

Nous avons quantifié les variations nycthémerales des concentrations en Progesterone dans le tableau XIV. Une telle étude quantitative n'a pas été possible pour l'Estradiol compte tenu du trop faible nombre des valeurs détectables. Nous dirons simplement que les valeurs faibles des concentrations en Estradiol semblent très stables par rapport aux valeurs plus fortes. Les valeurs faibles des concentrations en Progesterone présentent chez le même animal des écarts de quelques nano moles par litre (nmole/l) à une vingtaine de nano moles par litre, alors que les valeurs fortes présentent des variations nycthémerales de plusieurs dizaines de nano moles par litre chez le même animal. Ces variations nycthémerales individuelles (de quelques nano moles par litre à quelques dizaines de nano moles par litre), correspondent à des pourcentages de variation parfois important dont les valeurs moyennes dans les différents genres vont de 12% à 50%. Ces chiffres bien que très supérieurs à ceux obtenus pour les variations nycthémerales de smâles, ne risquent pas de masquer les variations modales liées à l'avancement des cycles de reproduction des femelles, qui entraîne des variations des taux hormonaux en Progesterone d'un facteur 10. Il est en effet probable que les femelles étudiées n'étaient pas toutes synchronisées dans leur cycle ovulatoire, et en ce sens, les trois modes obtenus dans la répartition des concentrations en progesterone correspondent à des degrés d'avancement différents du cycle ovulatoire.

Pour ce qui est de l'analyse qualitative des variations nycthémerales des concentrations en Progesterone et en Estradiol, comme pour la Testosterone aucun mouvement d'ensemble ne se dégage. Notons simplement que les valeurs faibles des concentrations en Estradiol semblent particulièrement stables chez les Mastomys.

A.3: CONCLUSIONS A L'ETUDE DES HORMONES STEROIDES SEXUELLES:

Nous n'avons pu mettre en évidence une tendance précise (augmentation ou diminution) dans l'évolution nycthémerale des hormones stéroïdes sexuelles (testostérone, Progesterone et Estradiol), mais nous avons quantifié ces variations nycthémerales qui restent dans tous les cas inférieures aux modifications des concentrations entraînées par l'avancement du cycle de la reproduction.

Il est également apparu que les concentrations hormonales en stéroïdes sexuels permettent de grouper les animaux bien plus précisément que cela est possible avec les seuls critères de la position des testicules et de l'état de l'orifice vaginal.

Les variations inter-spécifiques des concentrations en stéroïdes sexuels, dans les différents groupes, ne sont pas significatives dans la plupart des cas (Tableau XIV'a à XIV'c). Ce résultat est très important car en considérant que la variabilité intra-spécifique est inférieure à la variabilité inter-spécifique, on peut penser que les résultats obtenus sur le terrain à des moments et en des lieux différents seraient comparables dans la mesure où les caractéristiques des techniques de dosages le sont (voir "Matériel et Méthodes").

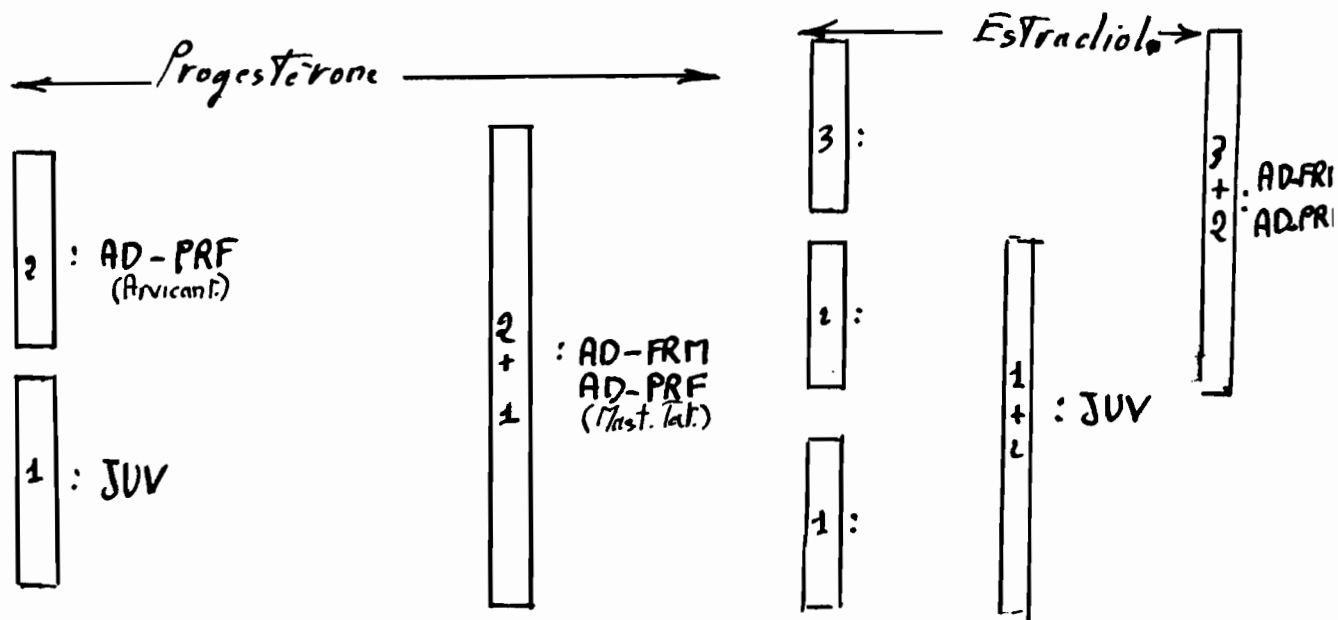


Figure 21: Encas d'association des groupes et des modes de distribution des concentrations en Progesterone et en Estradiol.

Compte tenu de toutes ces remarques il apparaît que pour l'étude des stéroïdes sexuels une pratique directe sur le terrain par des ponctions intracardiaques est possible. Les résultats obtenus seront comparés aux valeurs de référence du laboratoire, afin de déterminer l'activité sexuelle des animaux. Les stéroïdes sexuels ne renseignent cependant que partiellement sur la reproduction (voir la Figure 2 en introduction), et les études du déclenchement de la reproduction et de la fécondité demandent un suivi des concentrations plasmatiques en LH, FSH, Prolactine et Hcg, mais nous n'avons eu le temps de tester les perturbations engendrées par la ponction intracardiaque sur ces systèmes. Il est certain qu'une perturbation importante est possible dans le cas de certaines hormones peptidiques, et il faut savoir s'il existe un délai de ponction possible après la capture ou si la décapitation est nécessaire. L'avantage des ponctions est de permettre un suivi *in natura* de la reproduction sur les mêmes animaux marqués (étude dite horizontale), alors que la décapitation ne permet que des études de type vertical plus coûteuses en animaux. Le prélèvement des plasmas sur le terrain et en laboratoire ne préjuge pas de son utilisation ultérieure pour telle ou telle hormone (mis à part les nécessités de décapitation à déterminer). Un prélèvement systématique peut donc être entrepris, des aliquots de plasma seront réalisés permettant de décider les différents dosages à entreprendre pour obtenir le maximum de renseignements compte tenu des disponibilités en échantillons. Le programme que l'on peut entreprendre en laboratoire et sur le terrain pourrait être celui indiqué ci-dessous:

- Réaliser en laboratoire les ponctions nécessaires aux tests décrits plus haut pour les hormones non encore étudiées.

- Réaliser des couples d'animaux en laboratoire selon des séries de classes d'âge différentes et noter tout événement lié à la reproduction (comportement, accouplement, gestation, mise bas, fécondité) tout en pratiquant régulièrement des ponctions intra-cardiaques sans anesthésie. La réalisation de plusieurs aliquots de plasma après chaque centrifugation permettra de réaliser en parallèle un suivi de l'évolution des stéroïdes sexuels et des hormones gonadotropes tout au long du cycle étudié.

- Achever le piège à décapitation et le tester sur le terrain. Commencer les ponctions intra-cardiaques sans anesthésie *in natura* qui permettront d'obtenir les premiers résultats sur les stéroïdes sexuels et les hormones gonadotropes si les tests montrent que les délais entre la capture et la ponction sont satisfaisants. Il serait intéressant d'avoir une idée sur l'heure de capture des animaux et de définir des heures de ramassage pendant la nuit (la conservation des échantillons des quadrats au campement est alors plus facile).

	Arvicanthis			Mastomys			Taterillus		
	AD	SUBAD	JUV	AD	SUBAD	JUV	AD	SUBAD	JUV
SCR	9.1	11.7		9.6	13.6		6.2	16	
	6.8	2.9	-	5.6	6.6	-	4.6	5.8	-
	(11)	(7)		(15)	(14)		(6)	(5)	
INT	2.9	6.6	3.8	3.4	7.5	3.9	3.4	7.5	5
	1.4	3.3	1.7	1.7	3.5	1.3	1.3	5	1.8
	(7)	(12)	(10)	(7)	(12)	(8)	(5)	(7)	(9)

Tableau XIVa: Moyennes et écarts types des concentrations en Testostérone selon les tranches d'âge des genres étudiés, (adulte: AD, subadulte: SUBAD ou juvénile: JUV) et en fonction de la position des testicules (position scrotale: SCR ou intra-abdominale: INT). Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'animaux.

	Arvicanthis		Mastomys		Taterillus	
	AD	JUV	AD	JUV	AD	JUV
PRF	48.2		32.8		25.6	
	19.4	-	26.3	-	17.7	-
	(16)		(15)		(8)	
FRM	65	8.3	14	6.2	17.4	6.3
	66	7	11.6	4.6	8.7	3.9
	(16)	(26)	(14)	(25)	(7)	(12)

Tableau XIVb: Valeurs moyennes et écart types des concentrations en Progesterone selon les tranches d'âge et l'état de l'orifice vaginal (perforé ou fermé), chez les trois genres étudiés. Le nombre d'animaux est indiqué entre parenthèses.

	Arvicanthis		Mastomys		Taterillus	
	AD	JUV	AD	JUV	AD	JUV
PRF	1.2		4.9		8.4	
	2.4	-	3.7	-	1.5	-
	(16)		(13)		(6)	
FRM	0.4	0.4	3.7	1.1	8.6	5.6
	1	1	3.1	1.6	1.5	3.3
	(13)	(21)	(11)	(28)	(8)	(11)

Tableau XIVc: Valeurs moyennes et écarts types des concentrations en Estradiol, selon l'âge et l'état de l'orifice vaginal, chez les trois genres étudiés. Le nombre des animaux est indiqué entre parenthèses.

B: ETUDE DES FACTEURS DU CYCLE D'ABONDANCE:

B.1: EXPERIENCES PRELIMINAIRES DE LABORATOIRE:

B.1.1: ETUDE DE LA PRECISION DES METHODES DE MARQUAGE:

Nous présentons sous ce titre les résultats de l'expérience de triple marquage. Mis à part l'animal N°6 qui s'est évadé plusieurs fois (et n'a pas mangé), les animaux sont en équilibre pondéral tout au long de l'expérience. Les variations relatives du poids des animaux sont en moyenne de -0.3% à +1.3% (Tableau XV). Les mesures et résultats relatifs à l'animal N°6 ne seront plus prises en considération dans la suite de cet exposé.

ANIMAL N°	Période 1			Période 2			Période 3			DP abs	DP moy
	INIT	FIN	MOY	INIT	FIN	MOY	INIT	FIN	MOY		
1	53	55	54	54	56	55	55	57	56		
2	38	42	40	40	42	41	40	42	41		
3	47	43	45	44	44	44	44	42	43		
4	76	74	75	74	74	74	75	75	75		
5	44	42	43	40	42	41	41	41	41		
6	208	192	200	196	192	194	194	186	190		
7	71	73	72	76	72	74	72	70	71		
8	48	46	47	44	46	45	44	46	45		
	Période 4			Période 5			Période 6				
	INIT	FIN	MOY	INT	FIN	MOY	INIT	FIN	MOY		
	55	57	56	56	58	57	57	55	56	2	1.3
	40	38	39	38	40	39	39	41	40	3	1.7
	44	44	44	44	44	44	44	44	44	-3	-1
	74	76	75	76	74	75	78	76	77	0	-0.7
	41	41	41	42	40	41	42	40	41	-4	-0.7
	190	186	188	188	182	185	184	186	185	-22	-6
	71	69	70	68	70	69	70	70	70	-1	-0.7
	47	47	47	50	48	49	49	47	48	-1	-0.3

Tableau XV: Evolution pondérale des animaux, expression des variations pondérales absolues et moyennes.

Environ 10 heures séparent les mesures INIT et FIN, alors qu'une quinzaine d'heures séparent deux périodes.

L'animal N° 6 qui s'est échappé plusieurs fois durant les premières périodes ne sera plus pris en considération par la suite.

B.1.1.1: Mesure directe des consommations en pommes et en biscuits:

Les pesées quotidiennes des consommations en pommes et biscuits (Tableaux XIII et XIV; annexe p: 13-14) sont corrigées des pertes d'eau des pommes par évaporation, en appliquant le coefficient K2 déduit des mesures effectuées sur les pommes placées dans les cages témoins. On indique également dans ces tableaux les consommations en % du poids du corps, ainsi que les valeurs cumulées de ces consommations. Nos animaux moins adaptés aux conditions sèches, sont moins avides en biscuits que les Acomys et Meriones étudiés par M. Znari (1983) (tableau XVI). Il existe généralement pour chaque type de régime alimentaire, une relation plus ou moins linéaire entre la quantité consommée d'aliments et le poids sec des fécès. Il peut être intéressant en animalerie de se contenter de peser les poids secs des fécès quand on donne aux animaux un régime alimentaire dont on mesure difficilement la consommation (animaux couplés dans une même cage par exemple). Nous avons pour cela étudié la nature de la relation entre le poids cumulé des fécès et les quantités d'aliments consommés (Tableau en annexe p: , et figure 22). Une telle courbe doit être réalisée pour chaque type de régime alimentaire, et sa précision est susceptible de varier.

N°	Genres	Poids	Pommes		Biscuit		REF.	
1	Mastomys	55	15.4	280	3.2	58	Ce travail	
2		40	10.3	258	1.3	35	Ce travail	
3		44	12.6	287	1.2	27	Ce travail	
4		75	19	251	3.1	41	Ce travail	
5		42	10	238	1.3	30	Ce travail	
6	Arvicanthis	190	22	116	3.4	18 *	Ce travail	
7	Taterillus	70	16	223	2.2	32	Ce travail	
8		48	8	166	1.3	27	Ce travail	
	Acomys	33	a	12	350	2.5	73	Znari M.
			b	5	150	2.6	79	Znari M.
	Meriones	55	10	180	2.7	50	Znari M.	

Tableau XVI: Comparaison des consommations de quelques muridés et Gerbillidés

Poids
mesure des
Fecès

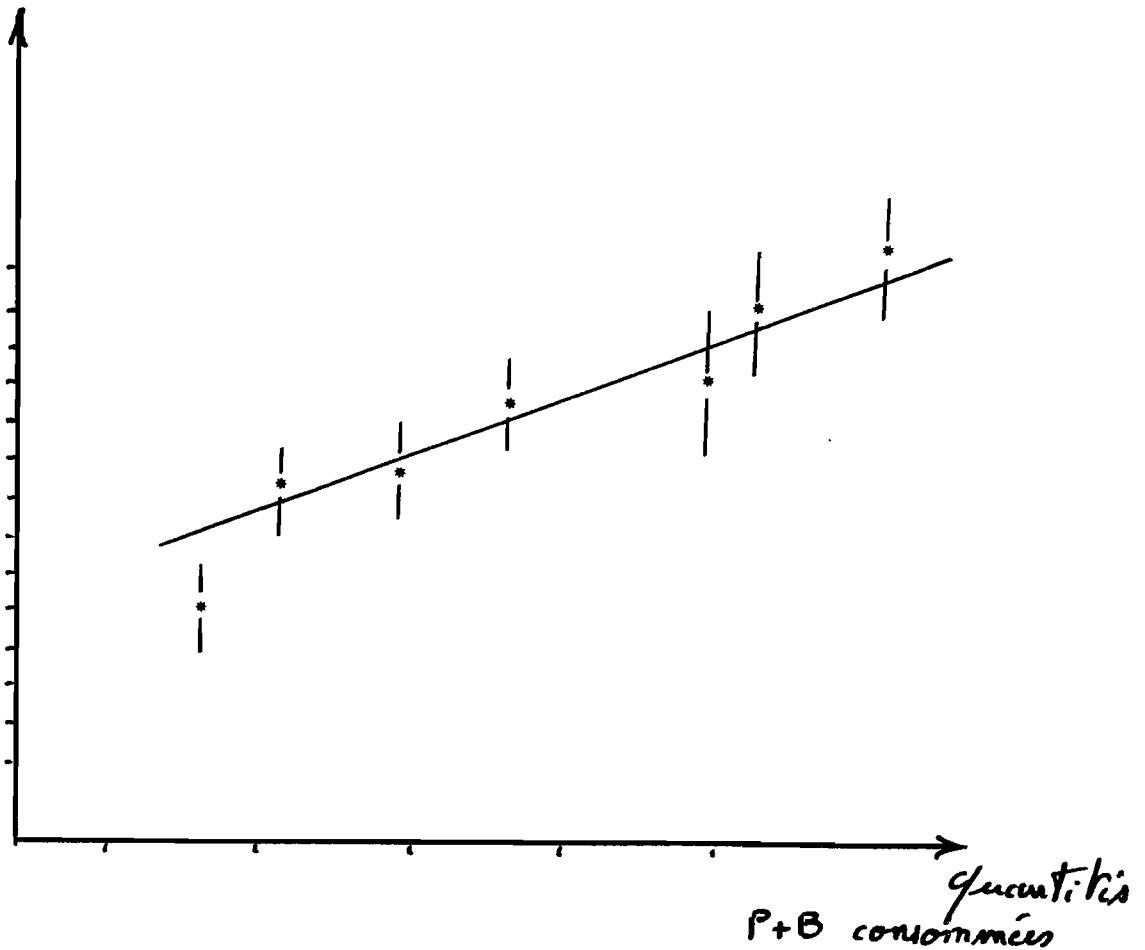


Figure 22 :

B.1.1.2: Précision des mesures des diètes en eau par la méthode isotopique:

Dans l'hypothèse où le volume d'eau corporelle ne varie pas pendant l'expérience, nous avons vu que la consommation en eau (diète) pendant un temps donné t est obtenue par le produit: Vol. d'eau corp. * $\ln (HTO_0/HTO_t)$. Nous avons utilisé dans la formule indiquée ci-dessus les valeurs de volume d'eau corporelle mesurées directement par gravimétrie. Les mesures directes des consommations en eau (obtenues en multipliant les valeurs des consommations des tableaux et en annexe par les teneurs en eau respectives des pommes et des biscuits) sont comparées aux mesures indirectes déduites de la formule ci-dessus après comptages des radioactivités HTO_0 et HTO_t (Tableau **XV** en annexe, p:). La moyenne des écarts de 10.5% pour $t = 4$ jours et de 8.8% pour $t = 6$ jours (Tableau **XVII**, et figure **23**) est en accord avec les précisions (10%) observées en général dans la littérature (Nagy et Coste 1980).

Pour vérifier l'hypothèse du volume d'eau corporelle constant, de nombreux auteurs mesurent in vivo ce volume par dilution isotopique en début et en fin d'expérience. L'importance des écarts observés entre les valeurs mesurées par gravimétrie et celles calculées par dilution isotopique (Tableau **XVIII**, colonnes 1 et 3) sont de 13% en moyenne.

	(1) mesurée t = 4j	(2) calculée	(2-1)/1 écart	(1) mesurée t = 6j	(2) calculée	(2-1)/1 écart
1	41.33	34.33	-16.9	71.13	68.09	-4.3
2	31.04	28.93	-6.8	47.42	50.23	5.9
3	34.62	36.56	5.6	57.89	62.47	7.9
4	45.84	52.09	13.6	86.83	93.88	8.1
5	30.04	27.09	-9.8	46.21	49.95	8.1
7	31.97	29.07	-9.1	71.98	79.04	9.8
8	20.95	23.7	13.1	36.79	39.75	8

TableauXVI: Diètes cumulées en eau déduites des consommations ou calculées d'après la décroissance de HTO.

	(1) Mesuré t = 6j	(2) Calculé t = 0	(3) Ecart
1	43.26	43.56	-0.7
2	28.66	25.3	11.7
3	32.59	30.82	5.4
4	57.01	49.86	12.5
5	33.53	30.39	9.4
7	49.54	44.73	9.7
8	34.21	33.34	2.5

TableauXVII: Volumes d'eau corporelle mesurés après séchage ou calculés d'après la dilution isotopique de HTO.

	Sodium du sang Mg/MI	Na éch. t = 0 mg	Na éch. t = 6j mg	écart
1	3.53	43.65	49.46	11.7
2	3.53	35.16	35.46	0.8
3	3.53	47.31	41.27	12.8
4	3.43	69.03	61.42	11
5	3.53	43.05	44.93	4.2
7	3.33	47.12	47.48	0.8
8	3.23	41.69	44.75	6.8

TableauXIX: Sodium corporel échangeable calculé

	(1) Mesuré t = 4j	(2) Calculé	(2-1)/3 écart	(1) Mesuré t = 4j	(2) Calculé	(2-1)/1 écart
1	32	32.2	0.6	55	56.3	2.4
2	20	19.1	-4.5	27	28.1	4.1
3	18	20.2	10.9	26	34.4	32.3
4	35	28.4	-18.9	57	51.2	-10.2
5	15	16.1	7.3	25	30.3	21.2
7	25	17.7	-29.2	42	38.1	-9.3
8	17	13.9	-18.2	24	25.2	5

TableauXX: Diètes cumulées en sodium à 4 et 6 jours

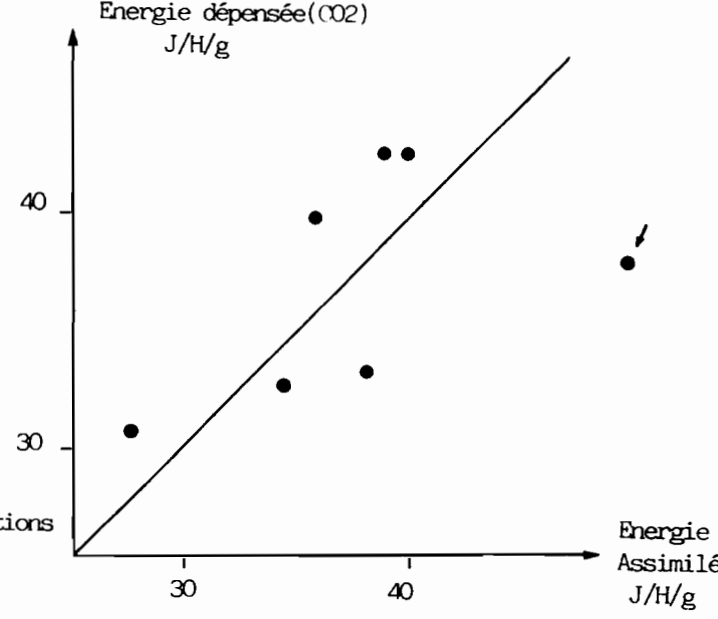
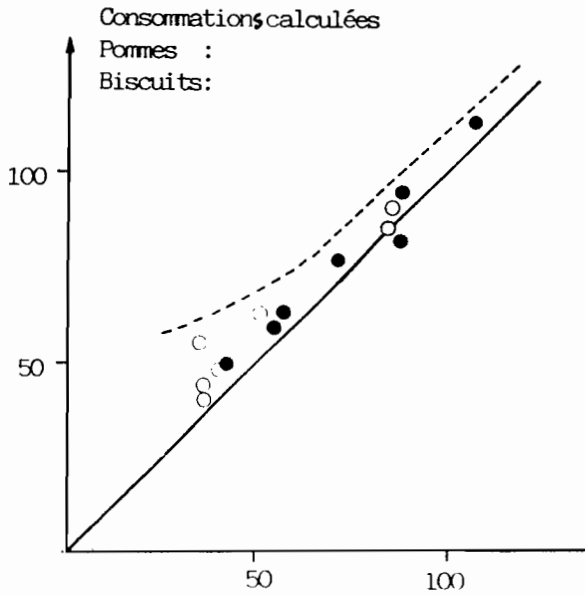
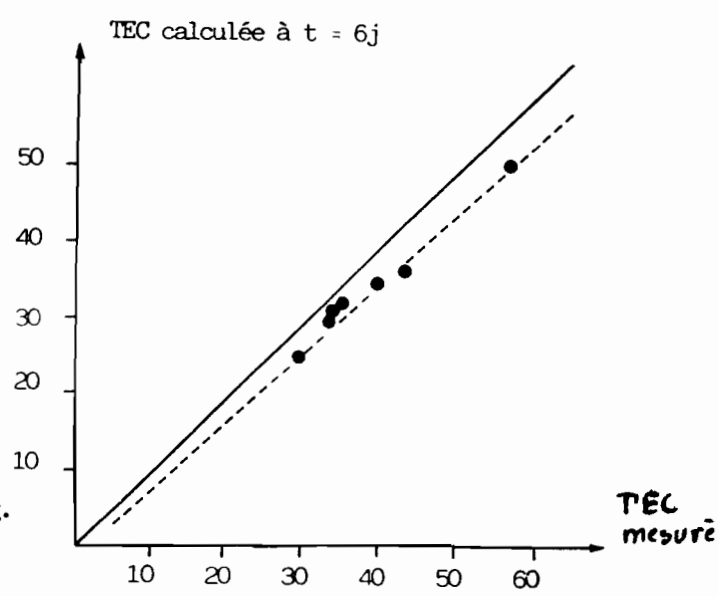
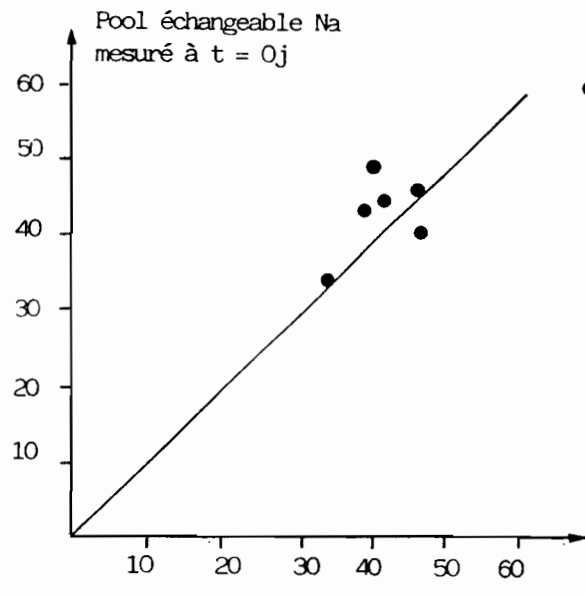
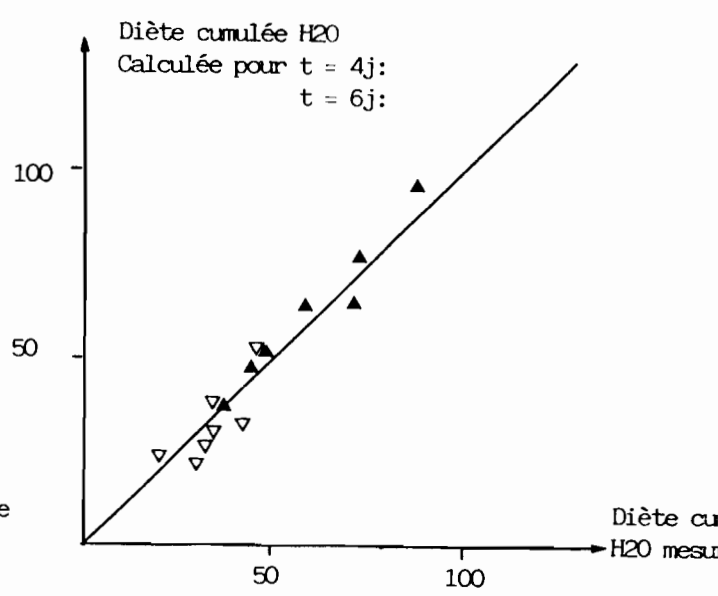
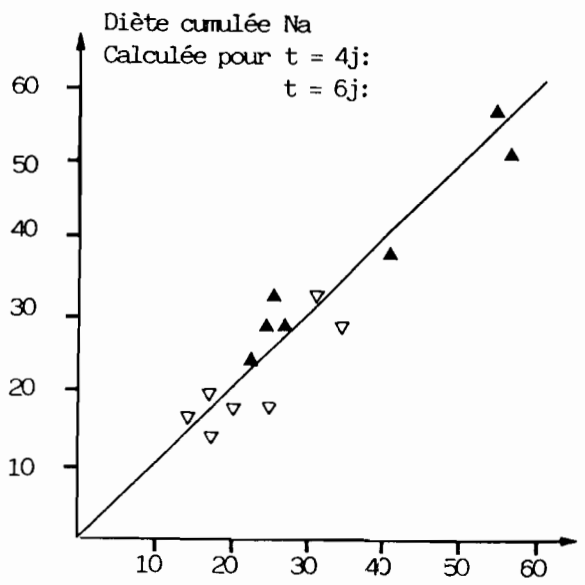


Figure 23 : Illustration des tableaux xvii à xxiii.

Nous avons donc une bonne approximation de la teneur en eau corporelle, insuffisante cependant pour nous permettre de conclure si la différence moyenne de 7% entre les volumes initiaux et finaux correspond à une évolution réelle ou à l'imprécision de la méthode (Tableau XVIII, colonnes 2 et 3). Certains auteurs se contentent de contrôler l'évolution du volume d'eau corporelle en mesurant les variations du poids vif de l'animal (considérant que les variations pondérales traduisent les pertes en eau). Pour cette raison, nous ramenons les valeurs des teneurs en eau corporelle des animaux (TEC) à 100 grammes du poids vif instantané (poids au moment de la ponction) de l'animal. La précision des mesures de TEC est moins bonne que la précision des mesures de diète en eau (13% contre 10%). Sur le terrain nous utiliserons la dilution isotopique pour évaluer la TEC des animaux, aussi les mesures de diète (et de vitesse de renouvellement de l'eau qui en dérivent directement) seront obtenues avec une précision de 13%.

B.1.1.3: Précision de la mesure de la diète en sodium par la méthode isotopique:

Selon un mode de calcul analogue au précédent la diète en sodium pendant un temps donné t est égale au produit: Sodium corporel échangeable * $\ln(22\text{Na}-0/22\text{Na}-t)$. La comparaison entre les mesures directes et indirectes de la consommation en sodium montre (Tableau XX et figure 23) des écarts moyens de 13% pour $t=4$ jours, et de 12% pour $t = 6$ jours. Lorsqu'on regarde plus en détail les valeurs individuelles, on remarque que les précisions sont généralement bonnes sauf pour certains animaux (animal N° 4 pour $t = 4$ jours et animal N°3 pour $t= 6$ jours). Les fiches de suivi de ces animaux montrent des variations de consommation importantes, entre le 4^e et le 6^e jour de l'expérience. la méthode isotopique serait donc d'autant plus précise que les entrées en sodium sont constantes. Néanmoins, ces écarts généralement inférieurs à 20% sont également observés par M. Znari (1983).

La quantité de sodium corporel échangeable est mesurée par la méthode de dilution isotopique aux temps initial et final (Tableau XIX et figure 23). Les valeurs obtenues à ces deux moments présentent entre elles des écarts de 13% en moyenne. On retrouve donc un niveau de précision comparable à celui de la détermination du volume d'eau corporelle par la méthode isotopique. Nous obtenons finalement un niveau de précision comparable à celui de la détermination des TEC, ainsi qu'une distribution des valeurs individuelles très hétérogène. Ceci semble montrer qu'il s'agit sûrement de l'effet du degré de précision de la méthode elle même et non d'une variation significative des pools (invariants d'après le suivi des poids).

B.1.1.4: Précision de la détermination de la consommation alimentaire par la méthode isotopique:

Chacun des indicateurs, HTO et ^{22}Na , peut être utilisé isolément pour déterminer la consommation alimentaire lorsque celle-ci est monospécifique. L'utilisation conjointe de deux isotopes devient nécessaire dans le cas d'une alimentation composée de 2 aliments (qui doivent l'un et l'autre, présenter des teneurs isotopiques différentes) comme dans notre expérience. Cette idée et l'expérience qui en découle a été réalisée par Znari (1983) pour déterminer la consommation des pommes et des biscuits par des rongeurs à partir des diètes hydrique et sodée. Le calcul repose sur les deux relations des diètes hydrique et sodique en fonction des teneurs en eau et en sodium de chacun des deux aliments (Tableau **XXI** et figure **23**). La consommation de pommes en 6 jours calculée par la méthode isotopique est égale à 8% près à la consommation mesurée par pesée directe. La consommation de biscuits en 6 jours présente des écarts plus importants qui reflètent dans une large mesure ceux observés pour la diète en sodium étant donné que les biscuits fournissent 80% du sodium consommé.

B.1.1.5: Mesure de la production de CO_2 et bilan métabolique:

Nous n'avons pas mesuré directement la production de CO_2 , donc, nous ne pouvons pas comparer la méthode isotopique à la mesure directe, mais le bilan énergétique tenté en fin d'analyse, nous apportera quelques précisions à ce sujet. Nous rappels la formule démontrée dans "matériel et méthodes", permettant de calculer la production de CO_2 :

$$\text{CO}_2 \text{ (ml/h/g)} = 25.93 * Q * \ln((\text{HTO-t}/18:\text{O-t}) / R) / t.$$

où Q est le volume moyen d'eau corporel.

HTO-t la quantité plasmatique d'HTO au temps t, en IPM/microl.

18:O-t l'excès isotopique de 18:O au temps t dans le plasma.

R le rapport HTO/18:O mesuré dans la solution injectée.

Les valeurs obtenues au bout de 4 et 6 jours sont distribuées entre 0.8 et 2.2 ml/h/g (Tableau **XXII**). Entre ces deux dates on devrait observer peu de différence ce qui est bien le cas excepté pour l'animal N°7 qui présente un écart de 27%.

L'énergie utilisée par l'animal qui correspond à la production de 1 ml de CO_2 dépend de la composition alimentaire en protéides, lipides et hydrates de carbone, ainsi que du taux d'assimilation respectif de chaque composé. Elle est estimée ici à 21.5 J/ml de CO_2 (Tableau **XXIII**).

L'énergie assimilée obtenue par différence entre l'énergie consommée et l'énergie rejetée avec les fèces est généralement voisine de l'énergie dépensée calculée par la production de CO_2 . Seul l'animal N°1 présente un écart assez important qui ne peut être expliqué que par une variation des réserves graisseuses puisque son poids n'a pratiquement pas bougé (Tableau **XXIV** et figure **23**).

	E	N	Calculés		
			Q	P	P/Q
1	68.09	52.97	18.01	82.02	4.55
2	50.23	27.96	8.62	61.03	7.08
3	62.47	36.89	11.61	75.8	6.53
4	93.88	54.39	17.01	113.97	6.7
5	49.45	29.64	9.37	59.98	6.4
7	79.04	37.6	10.89	96.34	8.85
8	39.75	24.37	7.76	48.19	6.21
	Mesurés				
	Q	P	P/Q		
1	17.67	86.31	4.88		
2	7.8	57.78	7.41		
3	6.67	70.6	10.58		
4	17.41	105.59	6.06		
5	7.12	56.07	7.88		
7	12.36	87.31	7.06		
8	7.35	44.59	6.07		
	Ecartés observés				
	Q	P			
1	1.89	-5.23			
2	9.51	5.33			
3	42.55	6.86			
4	-2.35	7.35			
5	24.01	6.52			
7	-13.5	9.37			
8	5.28	7.47			

Tableau XII: Calcul de la consommation de biscuits Q et de la consommation en pommes P d'après la diète en eau E et la diète en sodium N: pour t= 6j

$$Q = (N.A - E.C) / (D.A - C.B)$$

$$P = (E - Q.B) / A$$

A= 0.81 (teneur en eau moyenne des pommes)

B= 0.0919 (ten. eau des biscuits)

C= 0.119 (ten. Na pommes: mg/g de pds)

D= 2.4 (ten. Na des biscuits)

D'après les équations de base:

$$P.A + Q.B = E$$

$$P.C + Q.D = N$$

	HTO ipm/MI	18-O %	Q g	Poids g	CO2 ml/H/g	CO2 j/H/g
t= 4j						
1	282		43.25	55		
2	336	0.708	28.56	40	2.22	47.82
3	283	0.648	32.58	44	2.04	43.97
4	425	1.106	57.01	75	1.67	36.01
5	360	0.897	33.52	42	1.91	41.02
7	798	1.931	49.53	70	1.78	38.29
8	509	1.285	34.2	48	1.66	35.76
t= 6j						
1	610	1.882	43.25	55	1.72	37.03
2	709	2.052	28.56	40	1.87	40.15
3	604	1.713	32.58	44	2.03	43.73
4	696	2.28	57.01	75	1.37	29.61
5	770	2.33	33.52	42	1.86	39.92
7	1230	3.99	49.53	70	1.33	28.54
8	830	2.732	34.2	48	1.27	27.36

TableauXXII: Calcul de la production de CO2 après 4 et 6 jours

	Energie consommée	Energie féces	Energie assimilée	Energie dépensée	Ecart %
1	56.29	6.23	50.06	37.03	25.08
2	44.12	4.43	39.69	43.98	9.75
3	44.04	3.66	40.38	43.81	7.83
4	46.22	7.8	38.42	32.81	14.6
5	39.96	3.96	36.01	40.47	11.02
7	38.72	3.97	34.75	33.41	3.86
8	30.49	3.37	27.12	31.56	14.07

TableauXXIII: Comparaison des énergie assimilée et dépensée.

Energ. cons. = $(Q.(1-B).12,12 + P.(1-A).15,33)/144/Poids$

Energ. féces = Poids des féces. 15

Energ. ass. = Energ. cons. - Energ. féces

Energ. dépensée = CO2 (ml/H/g). coef de conversion

Calcul du coef. de conversion:

	Biscuits	pommes	global	global %	coef. conver. spécif.
protides	17%	0%	17	9.4	24
lipides	3%	3.5%	6.5	3.6	28
glucides	58.7%	98%	156.7	87.05	21

Coef. = $(9,4.24 + 3,6.28 + 87,05.21)/100$ KJ/mlCO2

Nous considérons dans ce calcul que la consommation en pomme est 7 fois supérieure à celle des biscuits et que l'assimilation est la même pour chacun des constituants.

B.1.1.6: Premières conclusions sur la précision et l'intérêt des méthodes isotopiques:

Nous avons vu que les valeurs absolues des teneurs en eau corporelles (TEC) sont obtenues avec une précision de 10% en moyenne. Des écarts d'environ 7% sont parfois observés entre les valeurs des T.E.C. d'un même animal à six jours d'intervalle. Pour tenir compte d'une éventuelle évolution du compartiment aqueux de l'organisme, que nous ne pouvons préciser compte tenu des chiffres annoncés, nous exprimerons par la suite les TEC en pourcentage du poids corporel instantané. Les diètes cumulées en eau, et les vitesses de renouvellement de l'eau (VRE), qui en dérivent par simple division sont obtenues avec une précision de 8% à 10% selon le délais de l'expérience. Les mesures de consommation alimentaire déduites de ces diètes en eau sont également obtenues avec une précision de 8%, apparemment meilleure que celle des mesures des diètes. Nous pouvons conclure en disant que la précision de la méthode isotopique à l'eau tritiée est d'environ 13%, car sur le terrain nous ne pouvons déterminer la TEC par méthode directe. La précision des déterminations du compartiment sodé et des diètes en sodium est d'environ 13%, par contre les mesures des consommations alimentaire à partir de la détermination des diètes en Na sont moins précises (de l'ordre de 20%). On peut également dire que la constance de la prise alimentaire est plus essentielle pour obtenir une bonne précision des mesures de la diète en sodium, qu'elle ne l'est pour obtenir celle des mesures de diète en eau. La précision des mesures du CO₂ respiratoire n'a pu être calculée directement, mais on peut penser qu'elle est satisfaisante car la comparaison entre les bilans énergétiques déduit (par comparaison de la consommation et des fécès) et mesurés, par l'élimination du CO₂, coïncident à 13% près en moyenne. Ce chiffre est forcément une borne supérieure de la précision des mesures des quantités de CO₂ respiratoire. Les méthodes isotopiques offrent une précision suffisante pour étudier les facteurs essentiels du cycle d'abondance des rongeurs (disponibilités en eau et en aliments), dans la mesure où les variations qu'ils induisent au niveau des indicateurs, que sont les métabolismes hydrique et respiratoire ainsi que la consommation alimentaire, soient au moins supérieures à 13%.

Les cycles annuels alimentaires des trois principales espèces sahélo-soudaniennes de rongeurs Gerbillidés et Muridés ont été très étudiés (Hubert B., Couturier G., Poulet A., Adam F., 1981), (Hubert B., Demarne Y., 1981), (Hubert B., Gillon D. et Adam F., 1981), (Moro D. et Hubert B. 1983) en forêt classée de Bandia à 70 km au sud-est de Dakar que l'on peut considérer comme un milieu naturel. Ces rongeurs présentent un régime alimentaire de type omnivore-granivore opportuniste. Ils utilisent les graines disponibles produites par la strate herbacée, mais aussi une quantité assez faible et constante d'insectes (surtout Iaterillus gracilis et Mastomys erythroleucus qui consomment des ouvriers de termites), ainsi que des tiges et des feuilles d'arbres (dans le cas d'Arvicanthis piloticus). L'utilisation des tapettes et l'identification des contenus stomacaux des rongeurs ainsi piégés ne permettent pas d'obtenir de données quantitatives ni de suivre au cours de l'année le cycle alimen-

taire d'un même individu. De nombreuses corrélations qualitatives entre ce cycle annuel de l'alimentation et les événements marquants du cycle d'abondance des rongeurs sont cependant mises en évidence, et un certain nombre d'hypothèses sont formulées concernant l'impact du facteur alimentaire sur la reproduction, les mises en réserves de lipides, les diminutions de l'étendue du "domaine vital", la diminution brutale annuelle des densités au cours de la saison fraîche. La quantification précise des consommations alimentaires individuelles, des dépenses énergétiques et des besoins en eau, mesurés directement sur le terrain par une méthode de triple marquage (22-Na HT 18-O) permettrait de vérifier ces hypothèses. Ainsi par exemple, si la formation de lipides de réserve correspond effectivement à une caractéristique adaptative à la période sèche, alors l'énergie et l'eau tirées de ces réserves doivent compenser quantitativement le déficit alimentaire durant la saison sèche. De même, si l'étendue du domaine vital augmente de façon importante quand les disponibilités alimentaires se réduisent, c'est que les dépenses énergétiques supplémentaires dues à l'augmentation d'activité locomotrice (principale dépense énergétique) sont au moins compensées par les suppléments d'aliments qu'elle procure. Il devient alors intéressant d'étudier le déterminisme de l'adaptation physiologique qui permet cette modification de l'activité générale en fonction des individus au cours de l'année. Enfin, même si les ressources alimentaires sont un facteur limitant de la dynamique de population, le prélèvement sur le milieu, estimé pour les granivores à 10% du poids du corps par jour, reste faible. Une évaluation quantitative plus précise en particulier au niveau des zones cultivées serait intéressante. Dans la mesure où dans un milieu de culture, on peut penser que l'alimentation des ravageurs devient quasi monospécifique (à l'intérieur de la parcelle) pendant la période de disponibilité en graines, l'utilisation du triple marquage (22-Na HT 18-O) permettrait de discriminer les parts consommées à l'intérieur ou à l'extérieur des parcelles cultivées, et de comprendre la signification de ces variations au cours de l'année en fonction des besoins énergétiques, des besoins en eau et en sodium du ravageur. Le coût très élevé de l'18-O, ne permet pas d'utiliser systématiquement la méthode de triple marquage sur le terrain. Cette méthode ne peut être utilisée que dans de très bonnes conditions de recapture des animaux, dans un milieu connu et déjà bien étudié. C'est pourquoi nous n'utiliserons cette méthode qu'après avoir largement avancé les études *in natura* du métabolisme hydrique de nos rongeurs au moyen d'un marquage unique à l'eau tritiée.

B.1.2: METABOLISME HYDRIQUE ET DISPONIBILITES EN EAU:

Nous venons de voir que la précision moyenne des mesures relatives à l'étude du bilan hydrique (TEC et VRE) sont de l'ordre de 10%. Il était important de savoir si les variations de ces paramètres en fonction des conditions de vie de l'animal étaient supérieures à l'imprécision de la méthode employée pour les obtenir. Nous avons donc étudié en laboratoire les variabilités des TEC et des VRE chez des espèces voisines placées dans les conditions expérimentales précisées dans le protocole de la seconde expérience. Ne disposant malheureusement pas alors d'espèces soudano-sahéliennes, nous avons étudié deux espèces de souris *Mus musculus domesticus* et *Mus spretus* dont on pouvait penser qu'elles se différencient par leur métabolisme hydrique.

B.2.1.1: Présentation globale des résultats:

Nous avons réalisé une première analyse en composantes principales (ACP) prenant en compte les teneurs en eau corporelle (TEC) et les flux entrant et sortant (E) et (S), pour les différentes phases (1,2,3a, et 3b). Les flux entrant et sortant représentent une expression particulière des vitesses de renouvellement de l'eau (VRE), lorsque l'on tient compte des variations des TEC durant l'expérience (voir les formules du protocole de la deuxième expérience dans "Matériel et méthodes"). Le poids s'est avéré très influent sur la distribution des individus, et corrélé positivement aux premières composantes principales. Cette influence du poids masquait celle des autres facteurs sans apporter d'information sur nos animaux (on sait que la différence pondérale entre les deux espèces résulte des conditions favorables de l'élevage en laboratoire des *Mus musculus domesticus*). Nous avons donc supprimé le paramètre poids de l'ACP et nous avons exprimé les TEC et les Flux entrant et sortant dans une unité se rapportant à 100 grammes de poids corporel. Compte tenu des différences de variance entre les facteurs, nous avons utilisé la métrique normée pour l'ACP présentée dans les figures : et le Tableau . Les deux premières composantes principales représentent 58% de l'inertie totale. Nous ferons donc l'analyse des variables et des individus dans le plan 1-2.

B.1.2.1.1: Analyse des facteurs:

Le cercle de corrélation (Figure 24 et tableau XXIV) indique une forte corrélation positive des flux entrant et sortant pour les trois phases expérimentales, ces facteurs étant par ailleurs très bien corrélés positivement à l'axe 1 : $0.51 < r < 0.82$ (Tableau XXIV). Ceci explique que dans ce plan, les différences de flux soient mal représentées. Notons cependant que ce groupe de variables (D1, D2, D3) apparaissent assez fortement corrélées à l'axe 3 ($0.62 < r < 0.78$) qui explique 17% de l'inertie. Nous n'avons pas représenté le plan 1-3 qui après analyse n'apporte aucune information sur la distribution des individus. Les TEC sont bien représentées sur l'axe 2 ($0.92 < r < 0.93$) et très corrélées entre elles (Tableau XXIV); par ailleurs elles apparaissent indépendantes des flux (Figure 24).

a

DIAGONALISATION

1E LIGNE:VALEURS PROPRES

2E LIGNE:CONTRIBUTION A L'INERTIE TOTALE(Axe 1 à 5)

4.1369	2.8360	2.0061	1.1031	0.8951
34.5%	23.6%	16.7%	9.2%	7.5%

b

VARIABLES CORRELATIONS

V1	1.0000												
F1	0.0023	1.0000											
S1	-0.1040	0.6783	1.0000										
V2	0.9093	-0.0259	-0.0994	1.0000									
E2	0.0643	0.6645	0.5495	-0.0349	1.0000								
S2	0.0004	0.6135	0.7322	-0.0416	0.6203	1.0000							
V3	0.8212	-0.0270	-0.1636	0.9042	-0.0617	-0.0730	1.0000						
F3	0.0535	0.4462	0.3696	-0.0422	0.6040	0.5927	0.0036	1.0000					
S3	0.0928	0.5551	0.5839	-0.0275	0.6061	0.7894	-0.0382	0.7614	1.0000				
D1	0.1617	0.4045	-0.3940	0.1232	0.1460	-0.1477	0.2011	0.0951	-0.0357	1.0000			
D2	0.0731	0.0535	-0.2148	0.0080	0.4293	-0.4421	0.0135	0.0083	-0.2159	0.3370	1.0000		
D3	-0.0576	-0.1572	-0.3097	-0.0218	-0.0030	-0.2845	0.0603	0.3461	-0.3447	0.1891	0.3241	1.0000	
	V1	F1	S1	V2	F2	S2	V3	E3	S3	D1	D2	D3	

C 1E COLONNE:COORDONNEES 2E COLONNE:CORRELATION (CARRÉS)

VARIABLES COMPOSANTES PRINCIPALES

	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4	AXE 5
V1 **	0.0527	0.0028 *	0.9308	0.8664 *	-0.1847
E1 **	-0.7837	0.6143 *	0.1461	0.0213 *	0.2477
S1 **	-0.8205	0.6733 *	-0.1157	0.0134 *	-0.2538
V2 **	0.1312	0.0172 *	0.9323	0.8693 *	-0.2499
E2 **	-0.7779	0.6051 *	0.1631	0.0266 *	0.4299
S2 **	-0.9072	0.8231 *	0.0189	0.0004 *	-0.2497
V3 **	0.1558	0.0243 *	0.9180	0.8427 *	-0.1720
E3 **	-0.7161	0.5129 *	0.1572	0.0247 *	0.3276
S3 **	-0.8830	0.7797 *	0.1095	0.0120 *	-0.1088
D1 **	0.0459	0.0021 *	0.3568	0.1273 *	0.6180
D2 **	0.1552	0.0241 *	0.1649	0.0272 *	0.7792
D3 **	0.2413	0.0582 *	0.0687	0.0047 *	0.6315

Tableau XXIV:

ACP, analyse des facteurs.

B.2.1.1.2: Analyse des individus:

La représentation des individus dans le plan 1-2, montre que les Mus musculus domesticus se caractérisent par des flux entrants et sortants importants et par une tendance à une TEC forte (Figures 25 et 26). Les Mus spretus sont bien plus variables par rapport à ces deux groupes de caractères. Il faut cependant préciser que 1/3 des Mus musculus domesticus et 1/4 des Mus spretus sont assez mal représentés sur ce plan puisque possédant des COS < 0.3 Figure 24, mais ces individus sont bien corrélés à l'axe 3, et seraient donc bien représentés dans le plan 1-3. Ce fait s'explique par la faiblesse de l'inertie totale due aux deux premières composantes principales. Après mise en régime sec, on note un net recul des Mus spretus vers des valeurs faibles des TEC et des flux entrant et sortant (déplacement en bas à droite dans le système d'axe de la figure 26) par rapport aux positions occupées en conditions ad-libitum (figure 25). Les Mus musculus domesticus ne changent pas de position, sinon par un léger déplacement vers des valeurs élevées des TEC.

L'augmentation des TEC malgré les conditions restreintes en eau montre que la diminution pondérale est plus rapide dans ce cas que la déshydratation (les TEC sont rapportées à 100 g du poids vif).

B.1.2.1.3: Conclusions:

L'analyse en composantes principales nous permet de caractériser deux groupes de facteurs discriminants, indépendants d'un groupe à l'autre et fortement corrélés au sein des groupes pendant les différentes phases de l'expérience: Les TEC et les flux entrants et sortants. Alors que les Mus spretus présentent globalement une grande variabilité au niveau de tous ces facteurs, les Mus musculus domesticus se caractérisent par des T.E.C. et des flux importants. La forte corrélation des flux entrant et sortant à l'axe 1, ne permet pas cependant de distinguer ces deux facteurs, aussi nous précisons ce résultat global par une étude statistique. Après avoir étudié l'évolution pondérale des animaux pendant l'expérience, nous analyserons les variations des TEC et des VRE en fonction des régimes imposés aux espèces. Pour l'analyse statistique des valeurs de flux et de TEC, nous avons utilisé deux tests non paramétriques (car ces valeurs présentent des rapports). Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour la comparaison des différents groupes constitués de chaque espèce (populations et sexe); le test de U de Mann-Whitney (Siegel, 1956) pour les analyses de l'espèce au sein de chaque phase expérimentale. Les poids corporels ont été analysés avec le test t de student.

B.1.2.2: Evolution pondérale des animaux:

Les Tableaux XVI et XVII en annexe présentent un suivi individuel jour après jour du poids des animaux. Ces résultats sont résumés dans le tableau XV et la figure 27.

Conditions ad libitum:

Initialement (05/05/83), les distributions des poids des deux espèces diffèrent ($\chi^2 = 6.09$; probabilité de l'hypothèse nulle $H_0 < 0.02$). Les poids des Mus musculus domesticus sont plus importants que ceux des Mus spretus du fait des conditions favorables et non sélectives de l'élevage en laboratoire. Par contre, on ne peut distinguer de variation pondérale significative dans les groupes intra-spécifiques. Après 4 jours de conditions ad libitum, les variations de poids vont de 1.2% à 4% en moyenne, et cela pour les deux espèces. Cette variabilité pondérale spécifique ajoutée aux perturbations consécutives à la manipulation des animaux (4% au total environ) ne permettent pas de dire si les différences entre les variations pondérales des Mus spretus des régions sèches (Madrid et la Gardiole), et des régions humides, sont significatives (-2.4 % contre - 6 %).

Mise en régime sec:

A la 24^e heure de la seconde phase expérimentale, la moyenne des poids des différents groupes de Mus musculus domesticus connaît une baisse d'environ 5%. Seule la population du Pérou connaît une

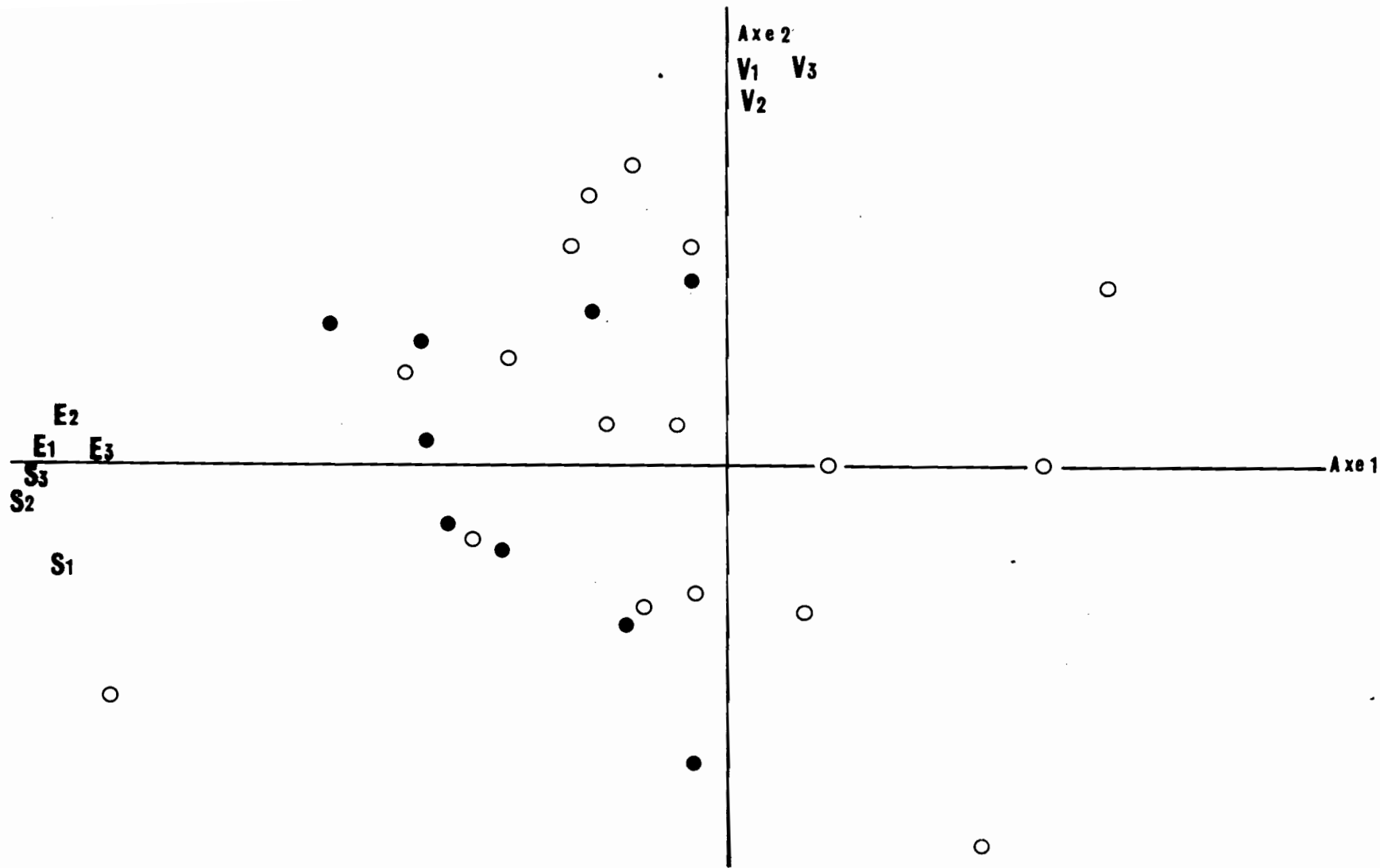


Figure 25 : \circ Plus spectus
 \bullet Plus masculin Les clovertoises } en régime Ad libitum

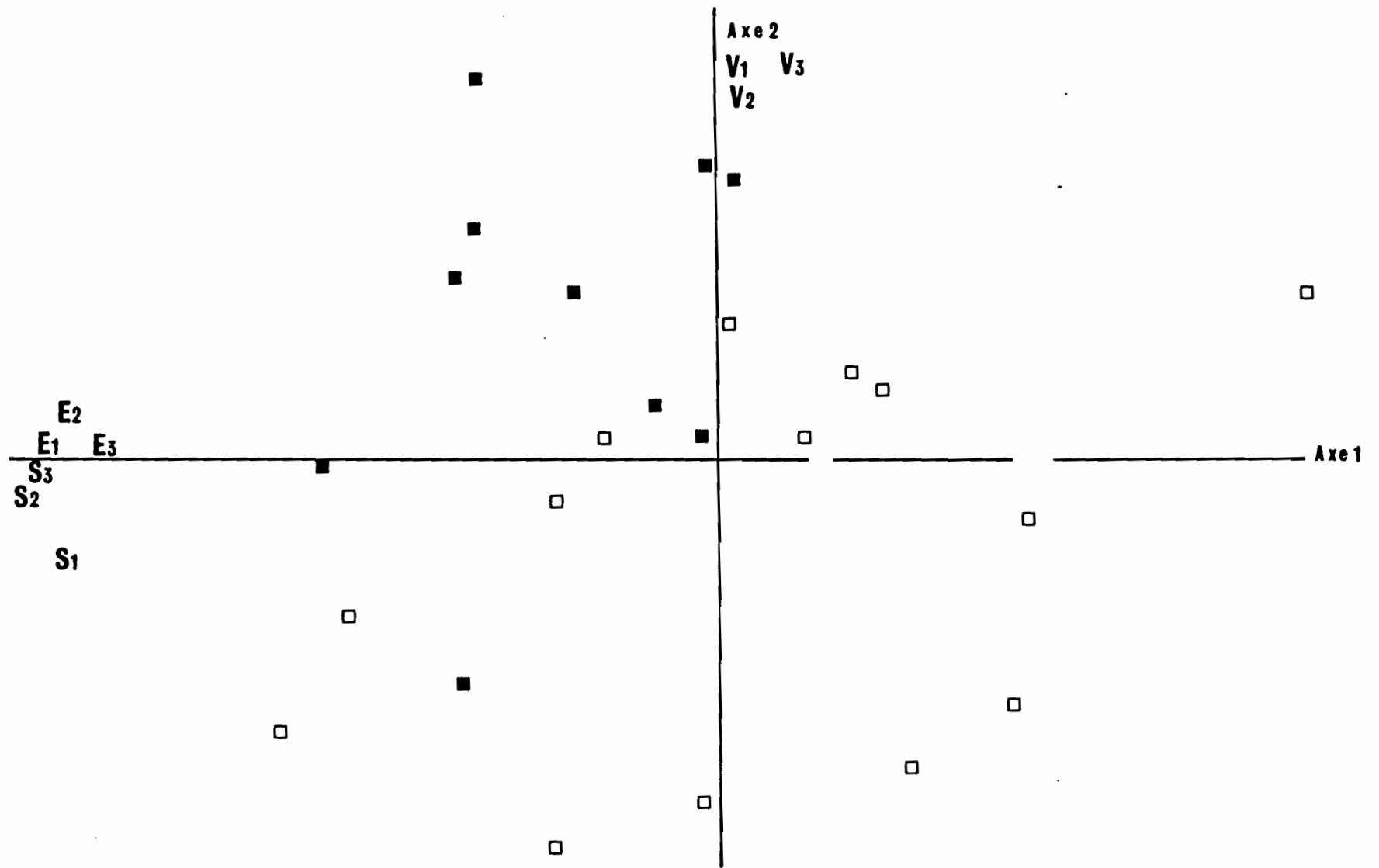


Figure 26 Analyse en Composantes Principales. Représentation des individus dans le plan principal 1-2. Régime Sec

augmentation d'environ 6% qui diminue fortement la significativité de la différence entre les moyennes des poids de l'ensemble des Mus musculus domesticus des 2 premières phases expérimentales. Cette tendance s'observait déjà au cours de la première phase, la population du Pérou étant la seule à connaître une augmentation de 6.5 % du poids du corps. Compte tenu de l'âge des animaux il ne peut pas s'agir d'un phénomène de croissance, mais on peut noter ici l'observation d'un "comportement" présenté par les Mus musculus domesticus en régime sec : Les biscuits sont mangés à l'excès, l'abondance des miettes restantes et la disparition des biscuits semblent montrer que les animaux ont essayé de compenser le manque d'eau par une surconsommation en biscuits. Ce comportement n'a pas été quantifié et il n'est pas possible de préciser en particulier son importance pour la population du Pérou. On peut néanmoins dire que les Mus musculus domesticus en régime sec connaissent par rapport aux conditions ad libitum une plus grande variabilité de l'évolution pondérale avec des possibilités d'augmentation du poids (population du Pérou) par une suralimentation. Toutes les populations de Mus spretus connaissent par contre une baisse du poids corporel d'environ 10%. Au troisième jour, soit à la fin de cette deuxième phase expérimentale, les deux espèces redeviennent finalement très comparables puisque les Mus spretus semblent avoir stabilisé leur variation corporelle à -10%, et que les Mus musculus domesticus les rejoignent en valeur relative par une diminution d'environ 11%. L'étude cinétique des variations pondérales après une privation d'eau montre que la diminution pondérale relative de Mus musculus domesticus bien que plus tardive, rejoint et dépasse finalement celle précoce de Mus spretus.

Régime sec:

Les animaux sont divisés en deux groupes, aussi nous présenterons les résultats relatifs aux conditions sans pommes puis au retour en condition ad libitum. Les effectifs des groupes devenus trop faibles, ne permettent qu'une comparaison globale des groupes ad libitum et régime sec selon les espèces.

Après 6 jours de régime sec, les Mus musculus domesticus présentent une variation corporelle de -20%. Cette tendance déjà très significative va s'accroître pour passer de jour en jour à -23%, -32%, -41%, -48%. L'accentuation du déficit du poids corporel des Mus musculus domesticus est de 1.5% par jour les 6 premiers jours puis de 4%, 9%, 9%, 7% les jours suivants. Il n'y a donc pas de tendance à la stabilisation du poids corporel chez Mus musculus domesticus qui meurt finalement. Après 6 jours du même régime, la variation pondérale des Mus spretus est également de -19.8%, mais à la différence des Mus musculus domesticus, les poids se stabilisent 2 jours plus tard (variations pondérales: -31%, -37%, -36%, -35%). Les taux des variations pondérales sont de 1.5% par jour les 6 premiers jours, puis de 11%, 6%, 0%, 0% les jours suivants. Les Mus spretus connaissent une diminution rapide du poids corporel qui se stabilise à 32% du poids initial après 9 jours, alors que la diminution tardive du poids des Mus musculus domesticus ne se stabilisant pas, les conduit à la mort. F.I Norman (1969) montre que la privation d'eau entraîne une réduction de 37% du poids du corps en 9 jours chez Rattus rattus.

	Ad libitum		Régime Sec		Remise ad libitum		Régime Sec sans eau.				
							Nombre de jours				
	0J	4J	5J	7J	12J	14J	13J	15J	16J	17J	18J
<u>Mus pectus</u>	14.8	14.2	13.2	13.3	14.1	14.8	11.9	10.2	9.9	9.4	9.6
		-4%	-10.8%	-10.3%	-4.9%	0%	-19.6%	-31%	-37%	-36%	-35%
<u>Mus musculus domesticus</u>	16.9	16.7	16	15.2	16.6	17.2	13.6	13	11.4	10	9.8
		-1.2%	-5.2%	-10%	-1.8%	-1.2%	-20%	-23%	-32%	-40%	-47%

Tableau XXV: Evolution pondérale en pourcentage du poids initial.

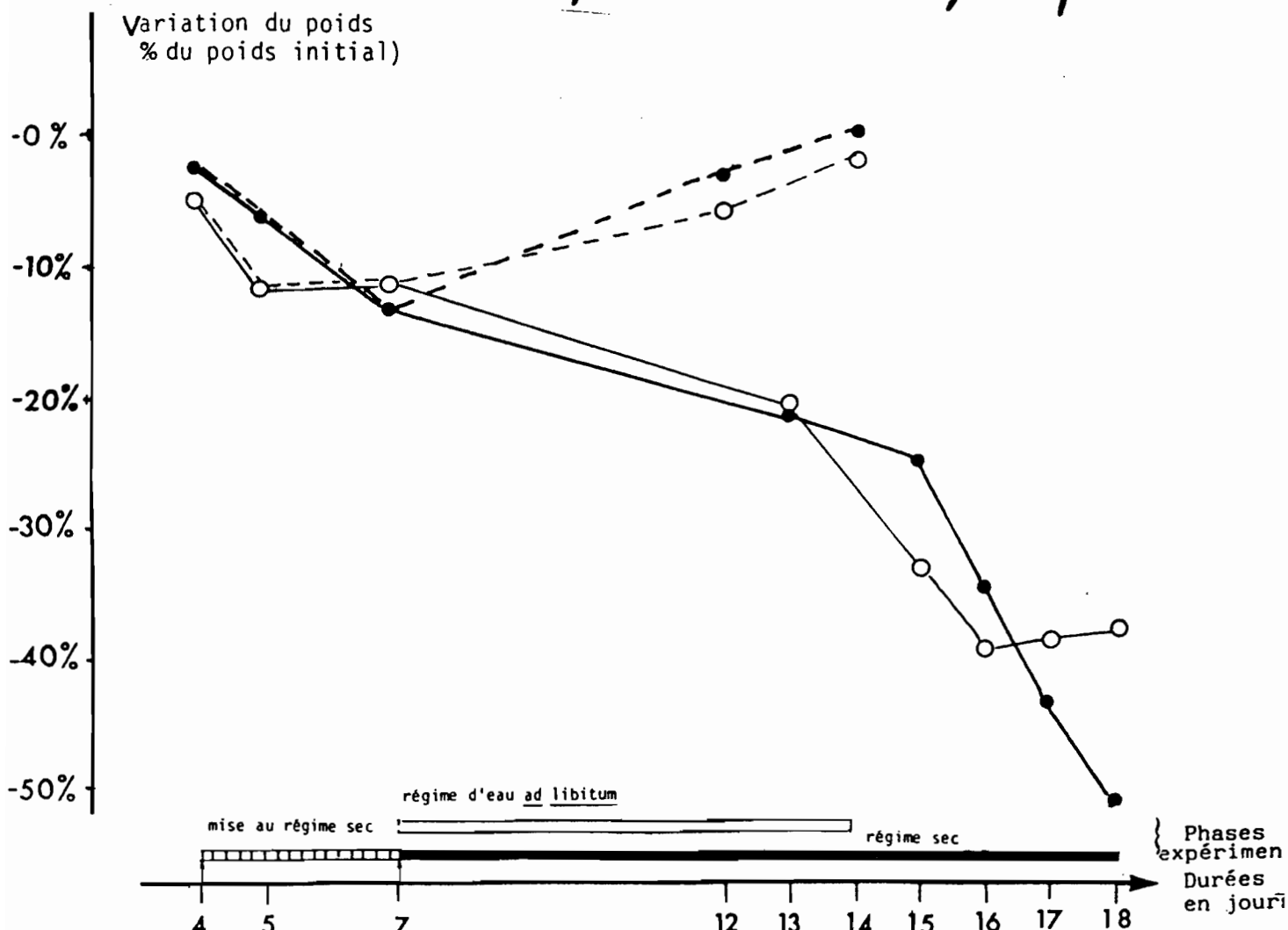


Figure 27: Evolution pondérale par rapport aux poids initiaux.

Remise en conditions ad libitum:

Après 6 jours de remise en condition ad-libitum, les Mus spretus retrouvent un poids corporel identique en moyenne au poids initial, bien que plus variable (écarts observés -8% à +4% au lieu de 4%. Les caractéristiques pondérales du début de l'expérience, à savoir une moyenne de 14.8 g et des écarts de 4%, sont atteintes au 8^e jour. Les Mus musculus domesticus retrouvent un poids corporel plus élevé et plus variable qu'au début de l'expérience (Tableau). La courbe des écarts en % du poids initial de la figure ne concerne que les animaux aux variations négatives, ce qui explique son décalage d'avec les Tableaux .

B.1.2.3: Etude du métabolisme hydrique:

Les Tableaux XVIII à XXI en annexe (p.18-21) représentent les valeurs individuelles ayant permis les calculs des moyennes exprimées dans le Tableau XXVI.

Conditions ad libitum:

Les Mus spretus ont une TEC moyenne de 73% du poids du corps. La population de Madrid se distingue de la population de laboratoire (69 % contre 77 %), les deux autres populations (Valence et la Gardiole) présentant une valeur intermédiaire de 73 %. Les animaux de laboratoire semblent donc plus "hydratés" que ceux venant du terrain. Les Mus spretus présentent des VRE assez élevées (31% de la volémie corporelle est renouvelée chaque jour). Les animaux restent en équilibre hydrique tout au long de cette première phase et pour chacun des paramètres cités, aucune différence entre les sexes n'est observable. Les animaux sont en équilibre hydrique (écarts entre les flux entrant et sortant allant de 5.48% à -4.44%). Les Mus musculus domesticus ont une TEC moyenne de 75%, légèrement supérieure à celle des Mus spretus, (différence non significative). Le sexe ou l'origine des populations ne permettent pas de constituer des groupes significativement distincts. Les VRE des Mus musculus domesticus statistiquement plus élevées ($z = 1.99$, $p < 0.05$) que celles des Mus spretus (36% contre 31%, soit une variation de 14%) sont plus faibles chez les mâles (32%) que chez les femelles (40%), cela pour toutes les populations (Tableau XXVI et figure 28). L'équilibre hydrique est conservé (écarts de flux de 1.78 à -2.47).

Préparation au régime sec:

Nous prendrons la première phase expérimentale pour référence. Après trois jours de régime mi-sec, les Mus spretus ne présentent aucun changement de la TEC malgré une légère diminution du poids du corps (Tableau XXVI, Figure 29). La TEC suit donc les variations pondérales. Les flux entrants passent de 31% à 26% (ce qui représente une diminution significative de 20% ($z = 2.79$, $p < 0.05$)), alors que les flux sortants ne varient pas (+2%). Il en résulte un déséquilibre hydrique négatif significatif d'environ 7% de la volémie par jour ($z = 3.07$, $p < 0.002$). L'homogénéité de l'ensemble des groupes est altérée par le fort déficit hydrique de la population originaire de la Gardiole et les flux entrants

Tableau XXV Bilans hydriques de Mus spretus et Mus musculus domesticus, au cours des 4 phases expérimentales.

	Phase 1 (eau <u>ad libitum</u>)		Phase 2 (mise au régime sec)		Phase 3a (régime sans eau)		Phase 3b (eau <u>ad libitum</u>)	
	<u>M. spretus</u>	<u>M. m. domesticus</u>	<u>M. spretus</u>	<u>M. m. domesticus</u>	<u>M. spretus</u>	<u>M. m. domesticus</u>	<u>M. spretus</u>	<u>M. m. domesticus</u>
Nombre d'individus	31	19	31	19	15	10	19	9
TEC (% du poids)	73.15	75.04	72.59	74.74	69.87	75.79	74.46	71.03
Flux entrant (E) (% de la volémie)	31.41	35.65	25.70	30.78	23.12	29.73	33.91	35.06
Flux sortant (S) (% de la volémie)	32.26	36.44	32.93	34.74	25.59	35.31	32.37	40.51
Ecart entre E et S (équilibre hydrique)	-0.85	-0.79	-7.23	-3.96	-2.47	-5.58	+1.54	-5.45
Evolution de E (par rapport à la phase 1)			-5.71	-4.87	-8.29	-5.92	+2.50	-0.59
Evolution de S (par rapport à la phase 1)			+0.67	-1.70	-6.67	-1.13	+0.11	+4.07

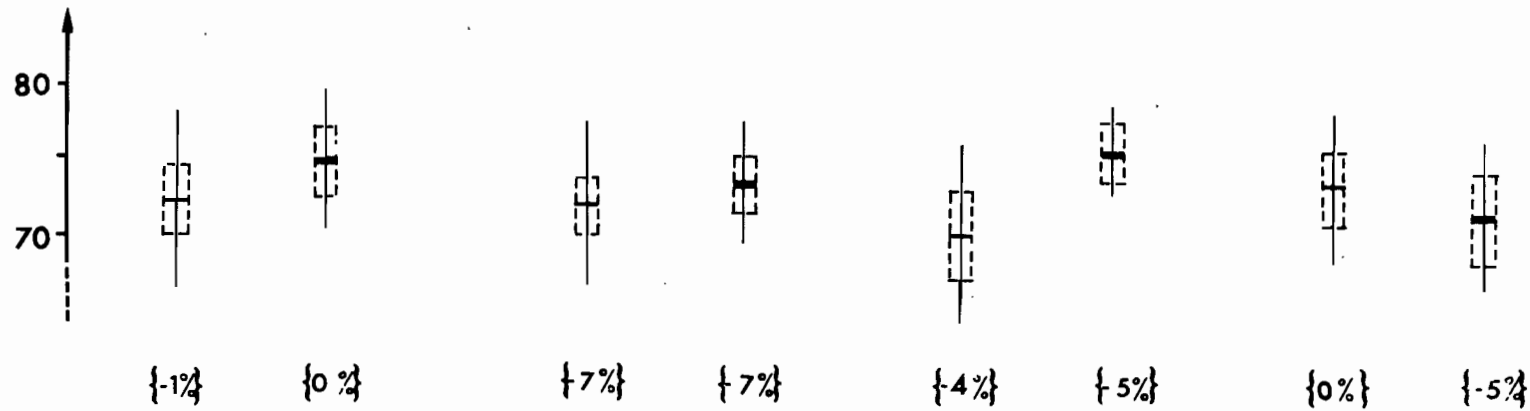
VRE

faiblement régulés de la population de Valence. La TEC des Mus musculus domesticus (Tableau XXV, figure 28) ne diminue pas significativement. Comme chez les Mus spretus on observe, une nette diminution de -16% (U = 91.5, p < 0.05) des flux entrants (qui affecte surtout les mâles), les flux sortants restant invariants (+3%). Il en résulte donc une balance hydrique négative de 5% de la volémie par jour pour les femelles (U = 62, p < 0.002) et de 9% pour les mâles. Ce déséquilibre hydrique est particulièrement net pour la population des Baléares, dû à une envolée des flux sortants. On peut donc considérer que les différences observées entre les mâles et les femelles persistent pendant la mise au régime sec. Les deux espèces se sont laissées "surprendre" par la réduction des disponibilités en eau (traduit par leur flux entrants réduits), car elles connaissent un déficit hydrique. n'ayant pu réduire en conséquence les flux sortants.

Régime sec:

Après 6 jours de régime sec sans pommes les Mus spretus ont une TEC égale à 70% du poids corporel (Tableau , figures et). La perte d'eau de l'organisme reste dans les mêmes proportions que la perte de poids, mais cela ne comble pas le déséquilibre hydrique. Les flux entrants à nouveau réduits sont ramenés à 23% de la TEC, ce qui correspond à une variation de -29% par rapport aux flux entrants de la phase de référence. Par ailleurs, les flux sortants ont également pu être ramenés à 27% de la volémie, ce qui correspond à une évolution de -19% par rapport aux flux sortant de la première phase de l'expérience (Figure 28). Par conséquent, malgré l'aggravation des conditions hydriques imposées aux animaux, les Mus spretus après 6 jours de régime sec arrivent à réduire (de -7% de la TEC à -2% de la TEC) leur déficit en eau (surtout les populations des milieux secs comme la Gardiole ou Madrid qui ne présentent presque plus de déséquilibre hydrique). Les femelles semblent mieux maîtriser que les mâles leurs entrées et sorties d'eau. Après 6 jours de régime sec, la situation des Mus musculus domesticus n'a guère évolué par rapport à celle de la mise en régime sec (Tableau , Figure et figure). Les flux sortants et entrants n'ont pas évolués (-15% et 0%) par rapport à la situation précédente. On observe donc toujours un déficit hydrique de -6% de la TEC par jour. Les conditions drastiques du régime sec permettent de distinguer les "réactions" des deux espèces étudiées. Mus musculus domesticus réduit moins bien son déficit hydrique que Mus spretus (-6% de la TEC contre -2% de la TEC). Alors que Mus spretus réduit fortement de 30% ses flux sortants pour les ramener à un niveau proche de ses flux entrants, Mus musculus domesticus incapable de réduire ses flux sortants de plus de 15% doit pour conserver un faible déficit hydrique maintenir des flux entrants élevés malgré les conditions de sécheresse du milieu. On ne peut expliquer le maintien des flux entrants de Mus musculus domesticus autrement que par le comportement d'"hyperphagie" décrit au cours de l'étude de l'évolution pondérale des animaux. Les biscuits étant fournis ad libitum sans contrôle des consommations alimentaires, nous n'avons pas mesuré les consommations alimentaires de Mus spretus et de Mus musculus domesticus pendant le régime sec.

Volémies en % du poids



Flux en % des volémies.

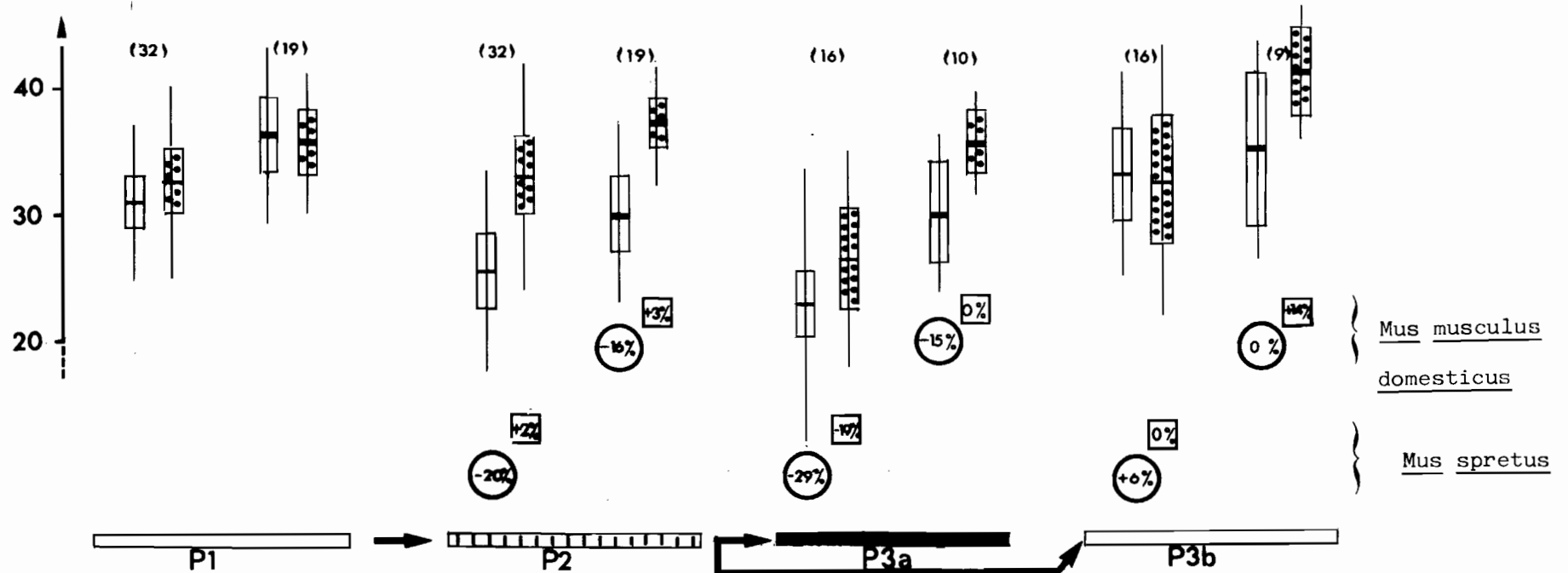


Figure 8: Bilans hydriques de *Mus spretus* (couple de valeurs à gauche pour chaque phase) et de *Mus musculus domesticus* (couple de valeurs à droite pour chaque phase) pendant les 4 phases de l'expérience. Les flux entrants sont représentés en blanc alors que les flux sortants sont ponctués; les volémies sont en pointillés. Le trait horizontal (fin pour *Mus spretus*, gras pour *Mus musculus domesticus*) représente la moyenne calculée sur le nombre d'animaux indiqué entre parenthèses, le rectangle l'erreur standard et le trait vertical l'écart type. Les chiffres entre accolades indiquent les écarts entre les flux entrant et sortant; les chiffres encadrés (encerclés) indiquent l'évolution des flux sortants (entrants) par la donnée de leur écart (en %) par rapport aux valeurs initiales de la 1^o phase.

Il faudrait déterminer la quantité minimale de biscuit nécessaire au maintien pondéral de Mus spretus placé en régime sec, et ne donner aux deux espèces que cette quantité. On imposerait ainsi une chute des flux entrants de Mus musculus domesticus afin de vérifier si elle est réellement incapable de réduire ses flux sortants, comme le fait très bien Mus spretus. Le suivi et le maintien des animaux en régime sec montre que les Mus spretus stabilisent leur poids à la différence des Mus musculus domesticus, on peut penser que les Mus musculus domesticus ne supportent pas très longtemps la suralimentation qu'elles s'imposent et qu'alors un déséquilibre hydrique important doit survenir qui explique la chute importante et continue du poids corporel. Nous n'avons malheureusement pas poussé les mesures de décroissance de la teneur en eau tritiée suffisamment longtemps après la mise en régime sec.

Remise en conditions ad libitum:

Après 6 jours de remise en régime ad libitum, la situation des Mus spretus est proche de celle de la première phase de l'expérience (Tableau , figures et), à savoir, une TEC de 73% du poids du corps, un équilibre hydrique réalisé avec des taux de renouvellement de l'eau d'environ 32% de la TEC par jour. La population de Madrid garde cependant un niveau réduit des flux entrants et sortants, alors que la population de Valence retrouve voir même dépasse le niveau initial des VRE. Au contraire, chez les Mus musculus domesticus, la TEC reste basse (70% du pds.) et le déséquilibre hydrique se manifeste car les flux sortants augmentent en rapport avec l'augmentation des flux entrants. Les Mus musculus domesticus ont un métabolisme hydrique fortement perturbé par les conditions précédentes puisqu'elles restent en déficit hydrique 6 jours après la fin de la mise en régime sec

B.1.3: CONCLUSIONS A L'ETUDE DE L'INFLUENCE DES DISPONIBILITES EN EAU:

Les Mus spretus, sont plus économes en eau que les Mus musculus domesticus (VRE respectives: 32% et 36%). La réduction des disponibilités en eau entraîne un déséquilibre hydrique important chez les deux espèces qui vont rechercher à réduire leur déficit en eau en utilisant des "stratégies" bien différentes : Les Mus spretus arrivent rapidement à réduire leur flux sortants ce qui leur permet de se contenter d'un flux entrant réduit et cela de manière plus efficace pour la populations de Madrid issue d'un milieu sec que pour la population de Valence issue d'un milieu humide. Les Mus musculus domesticus n'arrivant pas à réduire suffisamment leurs flux sortants (surtout les femelles) compensent les faibles entrées d'eau par une "suralimentation" en biscuits (13% d'humidité seulement). Cette hyperphagie semble plutôt néfaste aux animaux qui, replacés en conditions ad libitum, ne peuvent plus ramener les flux sortants à leur niveau initial. Toujours est-il que la stratégie adoptée par les Mus spretus est plus économe en eau et en énergie, que celle des Mus musculus domesticus qui pour compenser une carence en eau par une "suralimentation" qui ne peut se faire sans dépenses énergétiques importantes sur le terrain.

En absence d'une part de Mus spretus et d'autre part des Microti-
dés, les Mus musculus domesticus insulaires ont une niche écolo-
gique qui pourrait s'élargir vers des biotopes plus secs (Orsini
1982). D'où l'hypothèse que ces possibilités se traduisent par
des adaptations du métabolisme hydrique. Mus musculus domesticus
est plus exigeante de ce point de vue puisqu'elle consomme une
fois et demi plus d'eau que Mus spretus (Douchement, 1979). Comme
nous venons de le voir, la précision de la technique à l'eau
tritiée est suffisante pour permettre la mise en évidence des
stratégies de ces deux espèces vis à vis de l'eau, mais aussi
elle permet parfois de préciser des différences intra spécifiques
venant d'une adaptation particulière de certains groupes (selon
le sexe ou les biotopes).

Prolongée sur le terrain au Burkina fasso, ce genre d'expérience
permettrait d'étudier les possibilités d'adaptation des espèces
soudano-sahéliennes aux variations climatiques qui sont particu-
lièrement prononcées dans le sahel. Nous allons voir dans l'expé-
rience suivante comment dans un milieu les possibilités d'écono-
miser l'eau sont déterminantes dans l'adaptation des espèces.

B.3: ETUDE IN NATURA DU METABOLISME HYDRIQUE DE QUELQUES RONGEURS SOUDANO-SAHELIENS:

B.3.1: RENDEMENTS ET DELAIS DE RECAPTURE EN FONCTION DES DISPOSITIFS DE PIEGEAGE, DES ESPECES ET DES MILIEUX:

Excepté pour les Taterillus pygargus du Ferlo sénéga-
lais, le sexe ratio des animaux capturés dans les différents
groupes étant de 50% (Tableau XVII, colonne (2)), les rendements de
capture (nombre d'individus marqués / nombre de jours-piège) sont
semblables pour les deux sexes. Classés par ordre croissant, les
rendements obtenus dans le Sahel voltaïque (colonne (3) du Tab-
leau XVII) permettent de distinguer les lignes de pièges à faible
rendement (de 5/1000 à 14/1000) et les dispositifs de piégeage
fermés (quadrat et réseau) aux rendements plus élevés (18/1000 à
20/1000). Le genre Taterillus, vivant dans les mêmes milieux
(JR+BR+DN) au Sénégal et au Burkina fasso, piégé avec le même
dispositif (lignes de pièges), est pourtant capturé avec un
rendement deux fois plus important au Sénégal (22/1000 contre
10/1000 en moyenne). Les lignes de pièges n'expliquent donc pas
les faibles rendements obtenus en Haute Volta. Le rendement de
capture de ces lignes très variables, 5/1000 dans les Jardins,
10/1000 dans les jardins et barrières, et 14/1000 dans les jar-
dins les barrières et les dunes est donc d'autant plus élevé que
l'animal capturé occupe un grand nombre de milieux. Le Tableau
classe finalement les genres par ordre d'abondance. Les Mastomys
erythroleucus et les Mastomys huberti, Muridés peu adaptés aux
conditions sahéliennes sont rares et ne se trouvent que dans les
jardins. Les Arvicanthis niloticus plus abondants dans les jar-
dins se déplacent à l'intérieur des barrières d'épineux. Les
Taterillus, Gerbillidés plus adaptés à la sécheresse se retrou-
vent également à l'extérieur des jardins et des barrières, près
des dunes vives où ils subissent la concurrence des Gerbillus. La
différence d'abondance du genre Taterillus à Savoigne et à Oursi

GENRE	SEXE	RENDEMENTS DES CAPTURES				RENDEMENTS CUMULES				RECAPTURES					DELAIS DE RECAPTURE							
		PIEGES		PRISES		INDIVIDUS		SIMPLES		DOUBLES		TRIPLES			24 H	48 H	72 H	96 H	120 H			
		NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	NB	%	ABS	%	ABS	%	ABS	%	ABS	%	
		(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)														
BURKINA FASSO																						
Uromys	Males			5	3	3	80	1	100	0	100	1	20	1	20	2	40	1	20	0	0	
Lignes	Femelles	2000	13	7	4	4	71	1	86	0	86	0	0	2	33	4	67	0	0	0	0	
JR	Total		23	12	5	7	90	2	110	0	110	1	9	3	27	6	55	1	9	0	0	
Uromys	Males		19	8	10	4	6	70	1	80	0	80	2	29	3	43	2	29	0	0	0	0
Lignes	Femelles	2400	24	10	13	5	8	77	2	92	0	92	1	8	2	17	6	50	3	25	0	0
JR+BR	Total		43	18	23	10	13	70	2	78	1	87	3	16	5	26	8	42	3	16	0	0
Uromys	Males		24	8	20	7	7	50	2	60	1	70	3	21	3	21	7	50	1	7	0	0
Lignes	Femelles	3000	38	13	22	7	10	59	3	73	0	73	1	8	2	15	8	62	2	15	0	0
JR+BR+DN	Total		72	24	42	14	17	55	5	67	1	71	4	15	5	19	15	56	3	11	0	0
Acomys	Males		32	13	20	8	12	60	0	60	0	60	0	0	0	0	14	99	0	0	0	0
Réseau	Femelles	2400	37	15	22	9	15	68	0	68	0	68	0	0	0	0	13	99	0	0	0	0
CL	Total		69	29	42	18	27	64	0	64	0	64	0	0	0	0	27	99	0	0	0	0
Uromys	Males		24	15	15	9	7	53	0	53	1	67	1	10	1	10	6	60	2	20	0	0
Quadrat	Femelles	1600	33	21	21	13	8	57	3	71	1	81	1	6	8	44	9	50	0	0	0	0
DN	Total		57	36	36	23	15	56	3	64	2	75	2	7	9	32	15	54	2	7	0	0
SENEGAL																						
Uromys	Males		23	23	14	14	7	57	1	64	0	64	3	33	1	11	3	33	2	22	0	0
Lignes	Femelles	1000	14	14	8	8	4	63	1	75	0	75	0	0	3	50	0	0	2	33	1	17
JR+BR+DN	Total		37	37	22	22	13	68	2	77	0	77	3	20	4	27	3	20	4	27	1	7

Tableau XXVII : Etude des rendements de capture selon les dispositifs de piégeage.
des rendements et des délais de recaptures
des recaptures multiple.

peut en effet résulter de la présence compétitive des Gerbillus dans les dunes vives d'Oursi. En effet, la concurrence des Gerbillus, plus sahéliens que les Taterillus se fera d'autant mieux sentir que les conditions deviennent difficiles (nous n'avons trouvé que peu de Taterillus entre les champs et les dunes vives). Les dunes rouges de Savoigne proches du Lampsar offrent en effet des conditions plus favorables, du point de vue des disponibilités en eau, que les dunes vives d'Oursi plus éloignées de la mare d'Oursi asséchée en 1984 (Nous n'y avons trouvé aucun Gerbillus). Cette situation est peut être susceptible d'évoluer en fonction de l'état de la mare d'Oursi, ce que seule une étude suivie pourra nous révéler. On retrouve donc là un phénomène de compétition comparable au phénomène d'"insularité" développé par l'équipe de Mr. Croset sur le genre Mus en Corse. La courbe des nouvelles captures cumulées de deux dispositifs, quadrat et réseau, a une asymptote horizontale à la différence des dispositifs en ligne (figure 30). On peut donc penser que les rendements maximums de capture obtenus dans les milieux particuliers (colline caillouteuse et dune vive) où sont mis en place ces dispositifs fermés, s'expliquent par le fait que le dispositif de piégeage permet de couvrir l'ensemble d'une population résidente. Les rendements maximums de recapture sont obtenus pour les populations peu abondantes dont on peut penser quelles sont résidentes, car réfugiées dans les jardins cultivés et les barrières d'épineux (Mastomys et Arvicanthis). Les recaptures doubles ou triples permettent d'améliorer de 20% en moyenne les rendements de recapture. La figure 29 et le tableau XXVII montrent que pour les différents dispositifs de piégeage adoptés, les délais de recapture les plus fréquents sont de deux et trois jours, ce qui est satisfaisant compte tenu des limites que nous avons fixé (entre deux et quatre jours).

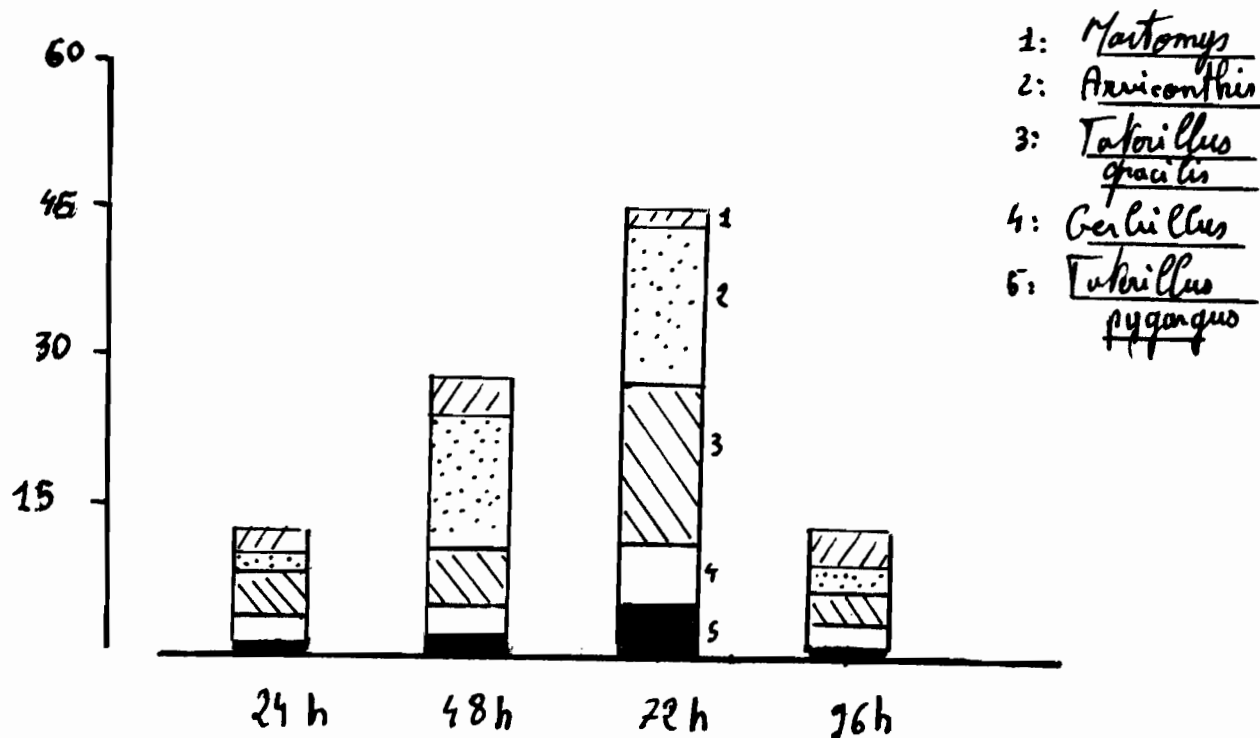
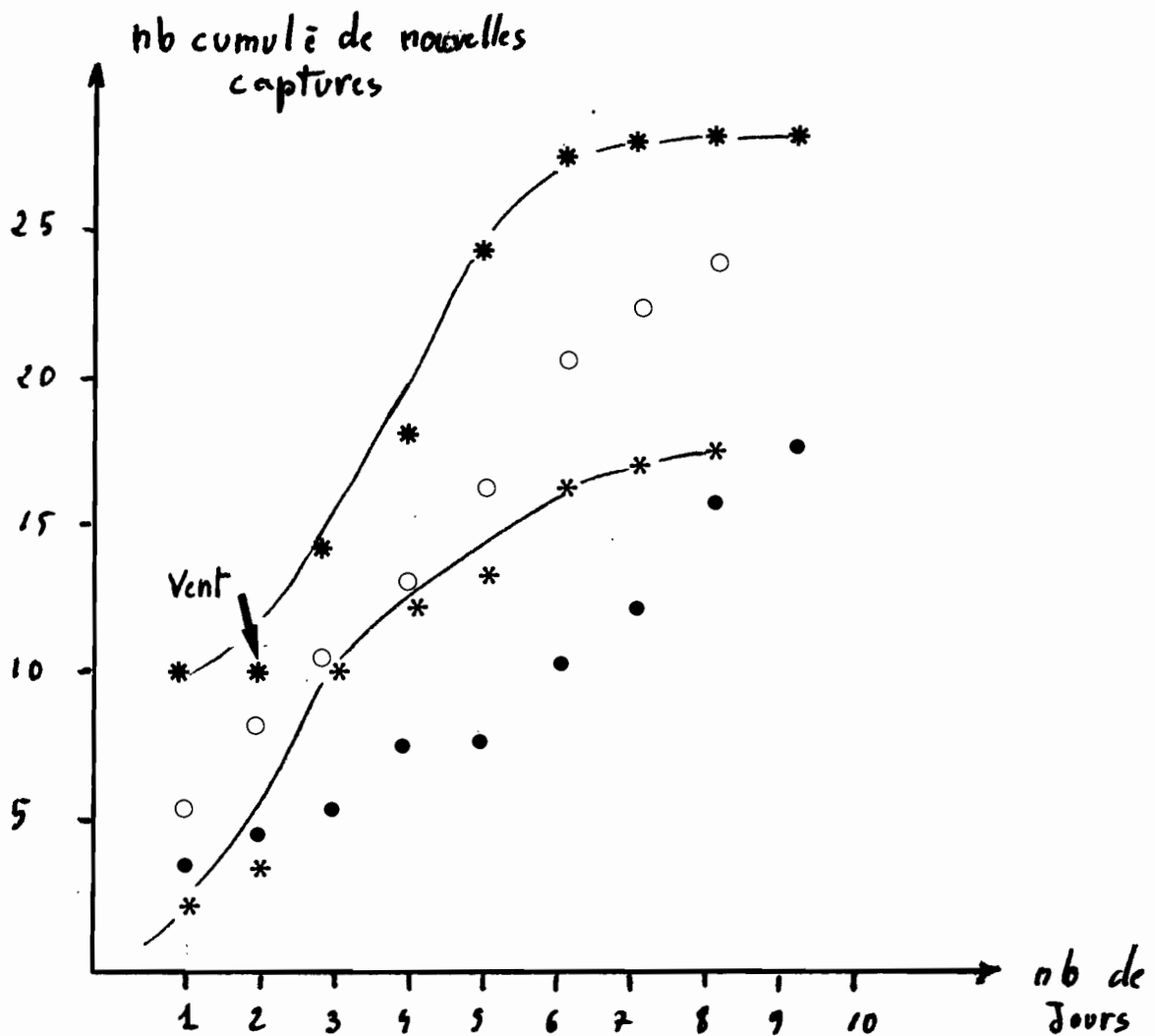


Figure 29: Délais de recapture.



* : Gerbillus du quadrat d'Ourni

* : Acomys de la colime de DJALAFANKA

• : Arvicanthus Mastomys de Kaleb.

o : Taterillus des Jarbins d'Ourni et de Kaleb

Figure 3.0: Courbe des nouvelles recaptures cumulées en fonction du nombre de jours de piégeage.

B.3.2 : ETUDE DU METABOLISME HYDRIQUE:

B.3.2.1: Métabolisme hydrique du genre Taterillus:

Nous comparons ci-dessous les métabolismes hydriques de Taterillus pygargus au Sénégal et de Taterillus gracilis au Burkina fasso. Ce dernier groupe comporte une faible proportion de Taterillus sp. en cours de description par F. Petter que nous ne distinguerons pas de Taterillus gracilis. Les valeurs individuelles des paramètres du bilan hydrique des animaux des différents groupes sont indiquées dans le tableau **XII** en annexe. Les moyennes et les écarts types des divers groupes sont résumés dans le tableau **XIII** en annexe et dans le tableau **XVIII** ci-après.

Les poids corporels des animaux (mâles et femelles confondus) ne sont pas significativement plus faibles au Sénégal qu'au Burkina Fasso. Même un échantillonnage plus important permettrait difficilement de préciser s'il existe une différence entre les deux espèces de Taterillus, car les échantillonnages diffèrent forcément par leur composition (tranche d'âge des animaux). Dans ce travail les Taterillus capturés à Oursi, du mois de Février au mois de Juin 84, étaient certainement plus âgés que ceux capturés au Sénégal en Février 83. On observe également une tendance à l'augmentation des poids des animaux en laboratoire non significative statistiquement (tableau **XVIII**).

On remarquera la grande homogénéité des teneurs en eau corporelle (TEC) dont les valeurs individuelles extrêmes vont de 62% et de 74% et dont les valeurs moyennes extrêmes des différents groupes vont de 64% à 70%. Les teneurs en eau corporelle des Taterillus pygargus du Ferlo ne sont pas différentes de celles des Taterillus gracilis du Sahel voltaïque.

Nous n'avons pas quantifié les valeurs moyennes des déséquilibres hydriques (quand les flux sortants (FS) sont différents des flux entrants (FE)). Nous nous contentons d'indiquer dans la colonne équilibre hydrique (EH) du tableau ,si les différences entre les flux entrants et sortants sont significatives (on notera alors le sens de la différence: + pour un excès d'eau, et - pour un déficit en eau). Il apparait nettement (tableaux **XXVII** et pentes EH des figures **31a** et **31 b**) que les animaux sont tous en équilibre hydrique sauf les mâles juvéniles, étudiés sur le terrain ou en laboratoire, qui présentent un excédent d'eau significatif de 2 à 3 % de la teneur en eau corporelle. Notons malgré la significativité statistique de ces différences que nous sommes à la limite de la précision de la méthode isotopique: $(14.9 - 12.92) * 100 / 14.9 = 13.4\%$.

L'équilibre hydrique des animaux est atteint cependant avec des vitesses de renouvellement de l'eau (VRE) significativement très différentes selon les groupes. Nous étudierons successivement les adultes (figure **31 a**) puis les juvéniles (figure **31 b**) dans les différents groupes.

Chez les adultes, les vitesses de renouvellement de l'eau (VRE) bien que plus faibles chez *Taterillus pygargus* du Sénégal que chez *taterillus gracilis* du Sahel voltaïque (pentes VRE-A de la figure 31 a, et résultats du tableau XXVIII), ne montrent des différences significatives que chez les femelles. Les tendances des VRE des *Taterillus gracilis* après acclimatation aux conditions de laboratoire (diminution chez les mâles, augmentation chez les femelles) ne sont pas significatives.

On peut faire des observations très comparables chez les juvéniles (pente VRE-J de la figure 31 b et tableau XXVIII), mais les résultats sont plus simples car dans les deux sexes, il n'existe aucune différence significative entre les deux espèces. Notons cependant qu'à la différence des mâles, les femelles *Taterillus gracilis* juvéniles augmentent significativement leur VRE après acclimatation aux conditions du laboratoire.

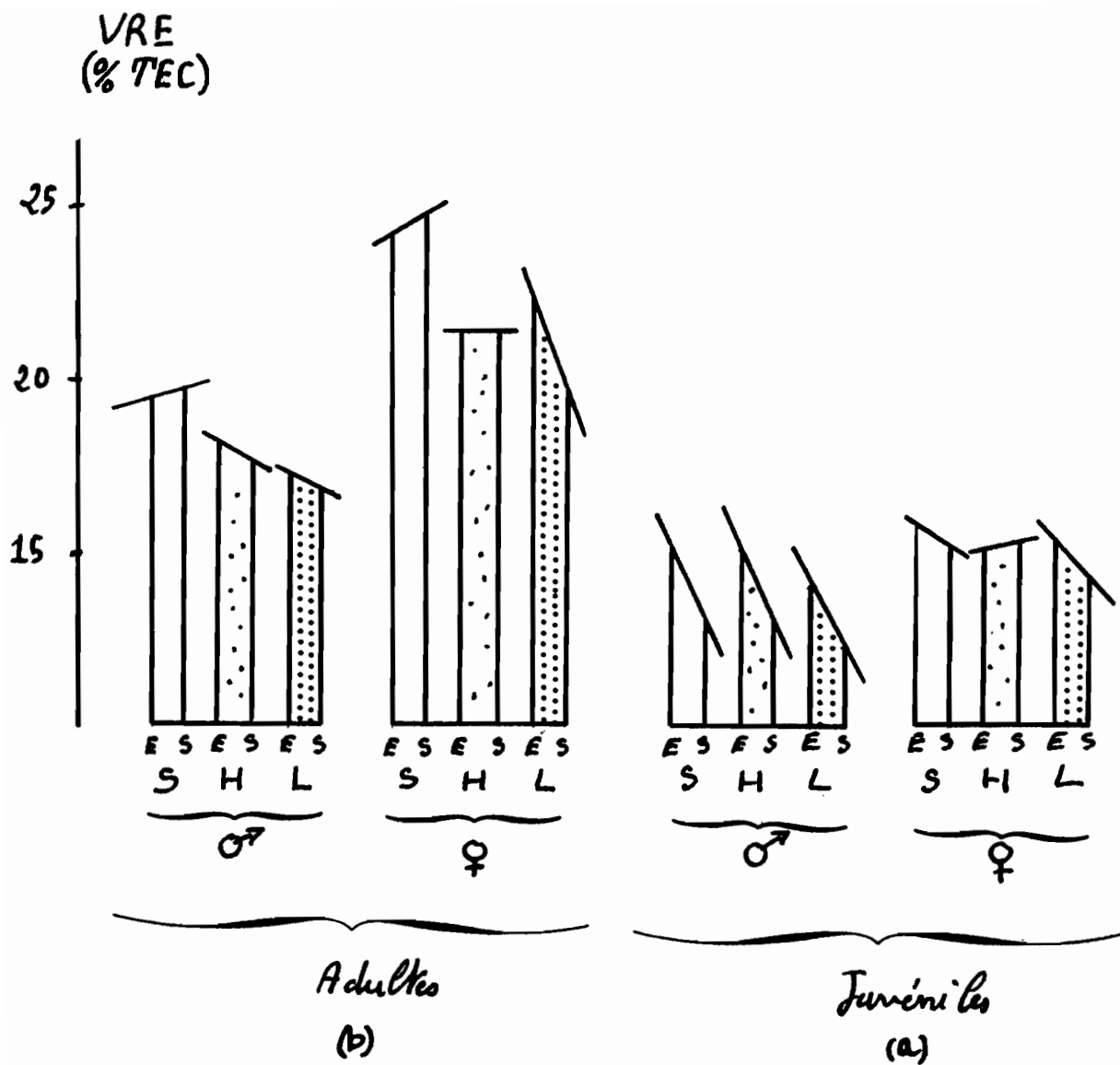
Alors que les juvéniles de sexe mâle ou femelle ont des VRE très voisines, les adultes mâles et femelles diffèrent très significativement par leur VRE (figure a et b, et résultats du tableau). Ce résultat montre que dans les conditions naturelles, une différence entre les sexes se manifeste après la maturation sexuelle. Les mâles restent à un niveau homogène faible comparable à celui des juvéniles, alors que les femelles ont des VRE qui augmentent de 40% (en passant de 15% de la TEC à 22% de la TEC).

De nombreuses expériences réalisées en laboratoire ou sur le terrain ont montré que des différences entre les vitesses de renouvellement de l'eau (VRE) peuvent apparaître au sein d'une même espèce en fonction de l'état physiologique de l'animal (âge, taille), de son mode de vie (activité locomotrice, régime alimentaire), et des conditions macro-climatique et micro-climatique (C. Greno, 1979; D. Bradshaw, 1976). Nous avons mis en évidence une influence essentielle de la maturation sexuelle sur les vitesses de renouvellement de l'eau, mais il est essentiel pour bien comprendre la signification de ces différences intra-spécifiques de mieux connaître le mode de vie de l'animal. En effet c'est peut-être parce que, les femelles ont une activité locomotrice plus importante, que leur VRE sont plus élevées que celles des mâles. Mais on peut également faire le raisonnement inverse et penser que les animaux économes en eau, les mâles donc, sont les mieux préparés pour affronter la dispersion juvénile. Pour répondre, il faut donc savoir si les valeurs des femelles adultes correspondent à une dépense en eau résultant d'une activité particulière, ou si les valeurs faibles des VRE des juvéniles conservées par les mâles correspondent à une adaptation particulière. En effet, la VRE est inversement liée aux capacités de concentration rénale, et de nombreux auteurs ont montré une bonne corrélation entre ces capacités et l'importance de la zone médullaire des reins (Schmidt-Nielsen et O'Dell, 1961; Mac Millen et al. 1972; Rouffignac et al., 1981; Dantzler, 1982).

♂	♀	PDS	TEC	V R E		E H	
				FE	FS		
	S	45.7 ± 5	67.7 ± 4	19.3 ± 2	19.7 ± 2	○	1
	H	48.8 ± 6	69.5 ± 2	18 ± 2	17.8 ± 1	○	2
	AD	47.3 ± 5	68.6 ± 3	18.7 ± 2	18.8 ± 2	○	3
	S	27.7 ± 6	66.3 ± 3	15.3 ± 2	12.7 ± 2	+	4
	H	27.9 ± 6	70 ± 2	14.9 ± 2	12.9 ± 2	+	5
	JUV	27.8 ± 6	69 ± 3	15 ± 2	12.8 ± 2	+	6
	TERRAIN	38 ± 11	68.8 ± 3	16.9 ± 3	15.9 ± 4	○	7
	AD.H	52.3 ± 5	68.3 ± 3	17.3 ± 1	16.7 ± 2	○	8
	JUV.H	31.8 ± 7	69.9 ± 3	14 ± 2	12 ± 2	+	9
	LABO	40.6 ± 12	69.2 ± 3	15.4 ± 3	14 ± 3	○	10

	S	42.7 ± 4	69.3 ± 2	24 ± 1	24.7 ± 2	○	11
	H	47 ± 5	69.2 ± 3	21.3 ± 2	21.3 ± 2	○	12
	AD	45.6 ± 7	69.2 ± 3	22.2 ± 1	22.4 ± 1	○	13
	S	30 ± 7	64.7 ± 3	15.7 ± 1	15 ± 1	○	14
	H	28.7 ± 6	66.3 ± 3	15 ± 1	15.1 ± 2	○	15
	JUV	29.1 ± 6	65.8 ± 3	15.2 ± 1	15.1 ± 1	○	16
	TERRAIN	36.9 ± 10	67.4 ± 3	18.5 ± 4	18 ± 4	○	17
	AD H	50 ± 6	69.2 ± 4	22.2 ± 3	19.5 ± 2	+	18
	JUV H	31.1 ± 6	67.3 ± 3	15.3 ± 2	14.7 ± 1	○	19
	LABO	40.1 ± 12	68.7 ± 3	16.9 ± 4	15.4 ± 3	○	20

Tableau XXVIII :



S : Senegal
 H : Haute Volta
 L : Laboratoire

Figure 31: (a) Metabolisme hybride des Juveniles.
 (b) Tetabolisme hybride des Adultes.

Compte tenu de ce qui est dit plus haut, il serait important:

- de replacer les valeurs des VRE observées dans les deux sexes par rapport aux performances spécifiques que l'on peut déterminer en laboratoire sous différentes conditions d'élevage.
- de déterminer en laboratoire et sur le terrain les capacités de concentration rénale à partir du critère précité.
- de déterminer sur le terrain et en laboratoire au moyen des ponctions intra-cardiaques sans anesthésie, les variations de la production et de l'utilisation de l'hormone antidiurétique (ADH) chez les juvéniles et après la maturation sexuelle dans les deux sexes.
- de suivre tous ces paramètres en fonction de l'activité sexuelle des animaux. Nous pouvons penser que les femelles risquent d'avoir pendant la gestation des pertes en eau irréductibles liés aux besoins de l'organogénèse des embryons.

B.3.2.2: Métabolisme hydrique de quelques genres de rongeurs soudanosaéliens:

Les tableaux **XXIV** à **XXV** en annexe indiquent les valeurs individuelles obtenues pour les différents genres étudiés. Les moyennes de ces résultats sont représentées dans le tableau **XXIX**. Nous ne distinguons pour l'instant que les différences entre mâles et femelles, le nombre insuffisant d'animaux ne permettant pas de pousser plus loin le nombre des groupes.

Tout au long de cette analyse, nous serons amenés à distinguer, au regard des résultats qui vont suivre, deux groupes d'animaux. Le premier de ces groupes rassemble les genres *Acomys*, *Gerbillus*, et *Taterillus* qui sont très économes en eau. Le deuxième groupe est lui constitué d'animaux peu économes, les *Arvicanthis* et les *Mastomys*. Nous remarquerons dans la première colonne du tableau **XXIX**, qu'il n'existe pas de dimorphisme sexuel au niveau du poids corporel chez les animaux du premier groupe, alors que les mâles du deuxième groupe sont plus gros que les femelles. Il ne s'agit pas d'une différence entre *Gerbillidés* et *Muridés* car les *Acomys* appartiennent bien au premier groupe. Il serait intéressant de savoir si la possibilité d'économiser l'eau, l'adaptation aux conditions saéliennes, passe par la suppression des différences pondérales entre les sexes.

Les TEC sont très stables, de 67% à 71% en moyenne pour les animaux du premier groupe, et de 79% à 81% en moyenne pour les animaux du second groupe. Les résultats obtenus pour le premier groupe sont plus faibles que ceux mesurés sous conditions climatiques favorables au printemps (72%) chez le Campagnol terrestre *Arvicola terrestris* pris pour référence comme espèce de milieu humide. Les valeurs du deuxième groupe se rapprochent des valeurs obtenues dans le sud tunisien chez *Meriones libicus* (80%), celles du premier groupe se rapprochent de celles (73%) obtenues chez *Meriones shawii* moins hydrophile ().

On retrouve également des résultats comparables à ceux du premier groupe chez Pseudomys albocinereus à Watheroo en Australie sous des conditions climatiques (397 mm de pluie annuelle dont 314 mm en été pour des températures estivales de 17°C à 36°C) assez comparables à celles de nos milieux d'étude (). Enfin, on retrouve des valeurs voisines entre les animaux du premier groupe et les valeurs obtenues en laboratoire sur le rat épineux Acomys aicensis (), mais la comparaison est ici plus délicate car certains auteurs pensent que les conditions de laboratoire sous-estiment en général les quantités d'eau corporelle (TEC) et les vitesses de renouvellement de l'eau (VRE).

Les valeurs obtenues in natura montrent que les espèces sont toutes en équilibre hydrique équilibré ou légèrement excédentaire (tableau ~~XIX~~ et segments EH de la figure 32). Contrairement à ce à quoi nous pouvions nous attendre, chez toutes les espèces pour lesquelles nous avons réalisé ce test, sauf pour les Taterillus, les valeurs obtenues en laboratoire (sur les mêmes individus étudiés précédemment sur le terrain), sont plus élevées que celles obtenues sur le terrain. Cette différence porte essentiellement sur les flux entrants (segments TL de la figure 32), et cela surtout chez les femelles, d'où une tendance à une accumulation d'eau qui est peut être convertie en graisse.

Si l'équilibre hydrique est atteint, il l'est à des niveaux très différents selon les groupes et les sexes. Le premier groupe a des VRE comprises entre 15% et 20% de la TEC, alors que le deuxième groupe connaît des VRE beaucoup plus élevées de 30% à 40%. Il n'est pas possible de définir systématiquement les différences entre les mâles et les femelles selon les deux groupes, on peut simplement remarquer que dans la plupart des cas, les femelles ont des VRE plus élevées que les mâles et qu'alors ces différences s'accroissent en laboratoire. Finalement, les différences les plus significatives que nous obtenons sont celles qui permettent de distinguer les groupes 1 et 2, mais on peut tirer certaines remarques essentielles à l'intérieur des groupes:

- Les Mastomys ont les VRE les plus élevées (40%) et sont donc les animaux les moins économes. Peu adaptés aux conditions difficiles du Sahel, ils sont très anthropisés à l'intérieur des maisons et dans les jardins. Nous ne notons pas de différence très nette entre les sexes si ce n'est que les flux entrants augmentent considérablement en laboratoire.

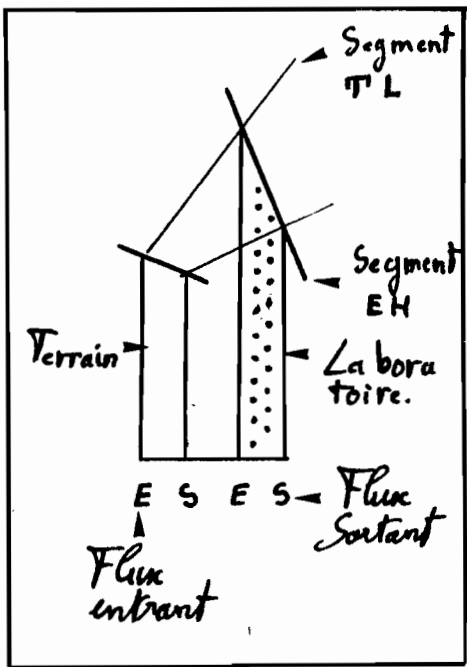
- Les Arvicanthis présentent des valeurs plus faibles de 28% à 36% en moyenne, ce qui expliquerait qu'il puissent occuper des biotopes plus larges que les Mastomys. Nous obtenons les plus grandes différences entre mâles et femelles (28% contre 36% en moyenne). Ces différences s'accroissent en laboratoire par une forte augmentation des flux entrants dans les deux sexes.

- Chez les animaux du premier groupe les différences sont de moins grande amplitude car les valeurs absolues sont nettement plus faibles. Seuls les Taterillus présentent une diminution des VRE au laboratoire. Les différences entre mâles et femelles sont conservées sauf chez les Gerbillus.

		TERRAIN				LABORATOIRE			
		POIDS g	TEC	VRE		POIDS g	TEC	VRE	
				FE	FS			FE	FS
<u>ACOMYS</u>	♂	35 ± 6 (12)	71 ± 5 (12)	16 ± 2 (12)	15 ± 2 (12)		74 ± 6 (4)	20 ± 2 (4)	16 ± 2 (4)
	♀	36 ± 7 (13)	73 ± 6 (13)	18 ± 3 (13)	18 ± 3 (13)		79 ± 6 (5)	23 ± 5 (5)	19 ± 2 (5)
<u>GERBILLUS</u>	♂	25 ± 6 (8)	67 ± 5 (8)	20 ± 2 (8)	21 ± 2 (8)				
	♀	24 ± 5 (16)	67 ± 3 (16)	18 ± 2 (16)	17 ± 2 (16)				
<u>TATERILLUS</u>	♂	38 ± 11 (23)	69 ± 3 (23)	17 ± 3 (23)	16 ± 4 (23)	41 ± 12 (14)	70 ± 3 (14)	15 ± 3 (14)	14 ± 3 (14)
	♀	37 ± 10 (19)	67 ± 3 (19)	18.5 ± 4 (19)	18 ± 4 (19)	41 ± 12 (13)	69 ± 3 (13)	17 ± 4 (13)	15 ± 3 (13)
<u>ARVICANIHIS</u>	♂	99 ± 11 (6)	79 ± 6 (6)	30 ± 4 (6)	29 ± 3 (6)		79 ± 5 (6)	34 ± 5 (6)	30 ± 5 (6)
	♀	84 ± 23 (8)	81 ± 8 (8)	36 ± 3 (8)	35 ± 4 (8)		83 ± 6 (8)	39 ± 2 (8)	36 ± 3 (8)
<u>MASTOMYS</u>	♂	45 ± 5 (5)	81 ± 7 (5)	42 ± 6 (5)	41 ± 5 (5)		81 ± 6 (5)	43 ± 5 (5)	42 ± 5 (5)
	♀	39 ± 2 (3)	82 ± 6 (3)	38 ± 9 (3)	38 ± 6 (3)		82 ± 5 (3)	44 ± 5 (3)	38 ± 6 (3)

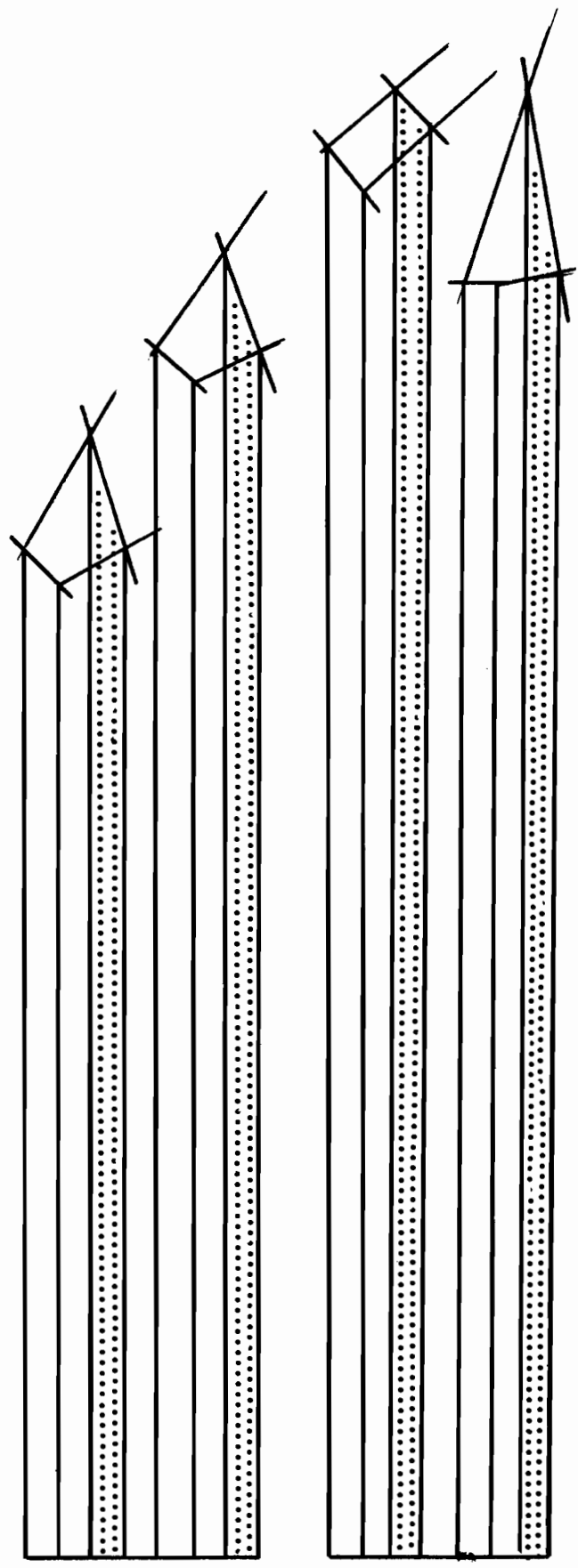
Tableau XXIX :

Métabolisme hydrique de quelques genres de rongeurs soudano-sahéliens



- 40%

- 30%



- 20%

ES ES ES ES
T L T L

ES ES
♂ ♀

Taterillus

Arvicanthus

Mastomys

♂ Acomys ♀
Figure 32:

Illustration du Tableau XXIX. les VRE sont exprimées en % de la TEC.

B.2.3: CONCLUSIONS A L'ETUDE DES FACTEURS DU CYCLE D'ABONDANCE DES RONGEURS:

Nous avons montré en laboratoire que la précision des méthodes isotopiques permettait de mettre en évidence des variations des paramètres du métabolisme hydrique (teneurs en eau corporelles TEC, et vitesses de renouvellement de l'eau VRE) de plus de 13% en moyenne. Cette précision est suffisante pour caractériser l'évolution de ces paramètres en fonction, des régimes alimentaires imposés en laboratoire aux animaux, ou en fonction des différents groupements des animaux étudiés *in natura*, à partir de critères d'espèce, d'âge ou de sexe.

Les différences les plus significatives que nous ayons obtenues permettent de distinguer les *Mastomys* des *Arvicanthis* des autres espèces qui très adaptées ont des VRE et des TEC très basses. Chez ces dernières, les *Taterillus* et les *Acomys* mâles non significativement différents entre eux, diffèrent significativement des *Gerbillus* aux paramètres plus élevés. Les femelles des trois genres ne présentent pas de différences au niveau du métabolisme hydrique.

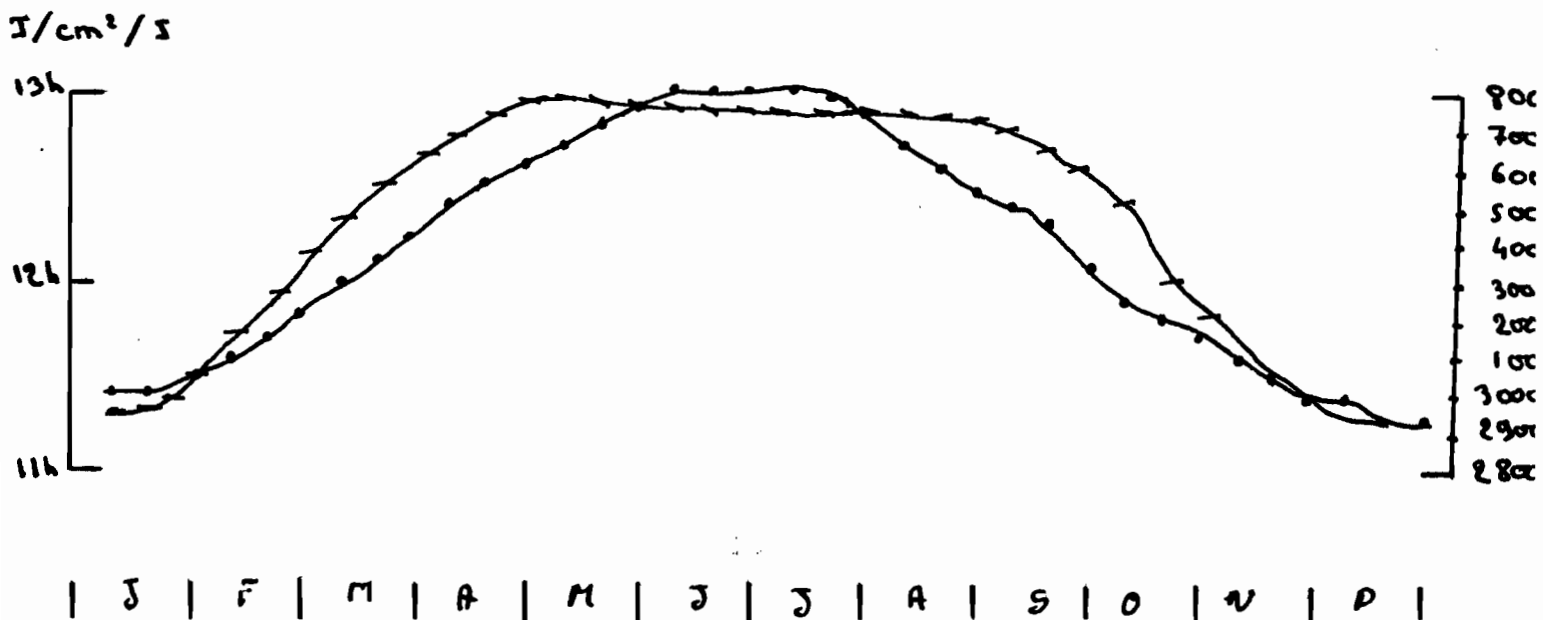
Viennent ensuite les différences intra-spécifiques qui permettent de mettre en évidence des dimorphismes sexuels importants au niveau du métabolisme hydrique. En général, les mâles ont des VRE et des TEC plus basses que les femelles, sauf chez les *Gerbillus*. Il serait intéressant de suivre les évolutions des paramètres de la reproduction et du métabolisme sur les mêmes animaux, mais cela n'est malheureusement pas possible, car le tritium perturberait les dosages radioimmunologiques. Nous pouvons cependant pratiquer certaines autopsies permettant de mesurer les paramètres habituels après étude du métabolisme hydrique chez certains animaux.

Viennent enfin les différences entre les conditions *in natura* et les conditions *ad libitum* qui se manifestent surtout par une augmentation des flux entrants, sauf chez *Taterillus*.

CONCLUSIONS

Il est intéressant que les différences intra-spécifiques les plus significatives obtenues dans l'étude du métabolisme hydrique (un facteur essentiel du cycle d'abondance des rongeurs), se manifeste chez certaines espèces par un dimorphisme sexuel intervenant après la maturation. Ce fait suggère l'importance du métabolisme hydrique dans la reproduction (la composante principale du cycle d'abondance des rongeurs).

Figure 33: Evolution de la photophase au cours de l'année



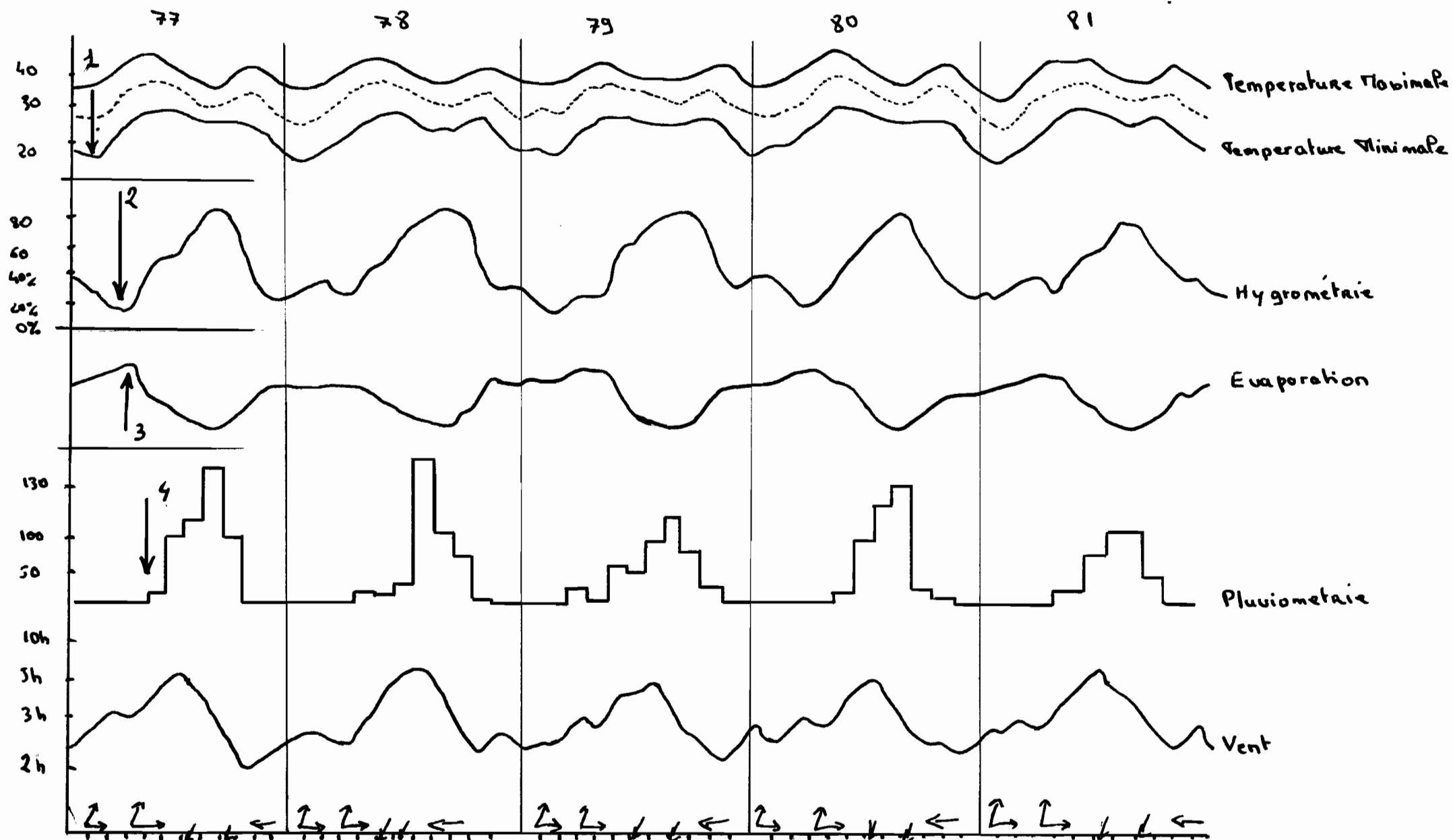


figure 37 : suivi pluriannuel des phénomènes climatiques

L'étude de la reproduction sera poursuivie en laboratoire et sur le terrain comme nous l'avons indiqué dans la conclusion du paragraphe consacré à l'étude des composantes du cycle d'abondance. Une détermination *in natura* de la position au cours du cycle annuel des manifestations majeures de la reproduction est espérée. Un travail en tous points similaire peut être envisagée pour étudier la mobilité des animaux.

L'étude du métabolisme hydrique sera poursuivie comme indiqué en conclusion du précédent paragraphe. Nous rechercherons dans la mesure du possible à relier les résultats obtenus sur la reproduction aux résultats du métabolisme hydrique par des expériences de laboratoire et par quelques autopsies sur le terrain.

L'étude des corrélations entre l'évolution des composantes et des facteurs doit inclure les facteurs externes. Nous n'avons pu étudier les données climatiques en 1984, mais nous présentons ci dessous une réflexion sur un suivi de l'évolution de ces données dans la région d'Oursi de 1977 à 1982 afin de déterminer les événements majeurs de l'évolution des paramètres météorologiques.

Il existe régulièrement deux maximums annuels des températures qui encadrent globalement la saison des pluies (figures 34 et 35). L'évolution des maximums et des minimums des moyennes mensuelles des températures permet de distinguer un écart maximum entre les températures nocturnes et diurnes précoce au début de l'année. Cet événement est suivi du minimum de l'humidité relative qui descend à des valeurs extrêmement basses (ce qui est à relier avec l'augmentation maximale de l'évaporation). Arrive enfin la saison des pluies qui se caractérise par une grande variabilité de l'abondance et de la répartition des pluies, mais aussi par l'irrégularité des dates de son apparition (figure 37). Quant à l'évolution des durées de la photophase (2 heures) elle se produit très rapidement puisqu'en totalité entre Février et Avril, et reste stable durant toute la saison des pluies (figure 33). Une série d'événements reproductibles et significatifs se déroule du début de l'année au mois d'Avril: maximum des écarts entre les moyennes des températures mensuelles, minimum de l'humidité relative, augmentation rapide de la photophase et début aléatoire des pluies. Il est possible que les premiers facteurs reproductibles agissent seuls ou combinés comme des déclencheurs alors que la pluie et ces conséquences plus aléatoires interviendraient comme des facteurs facilitants. Il est essentiel pour distinguer ces deux rôles, de savoir si la reproduction a lieu (indépendamment de son intensité) qu'il y ait ou non beaucoup de pluie.

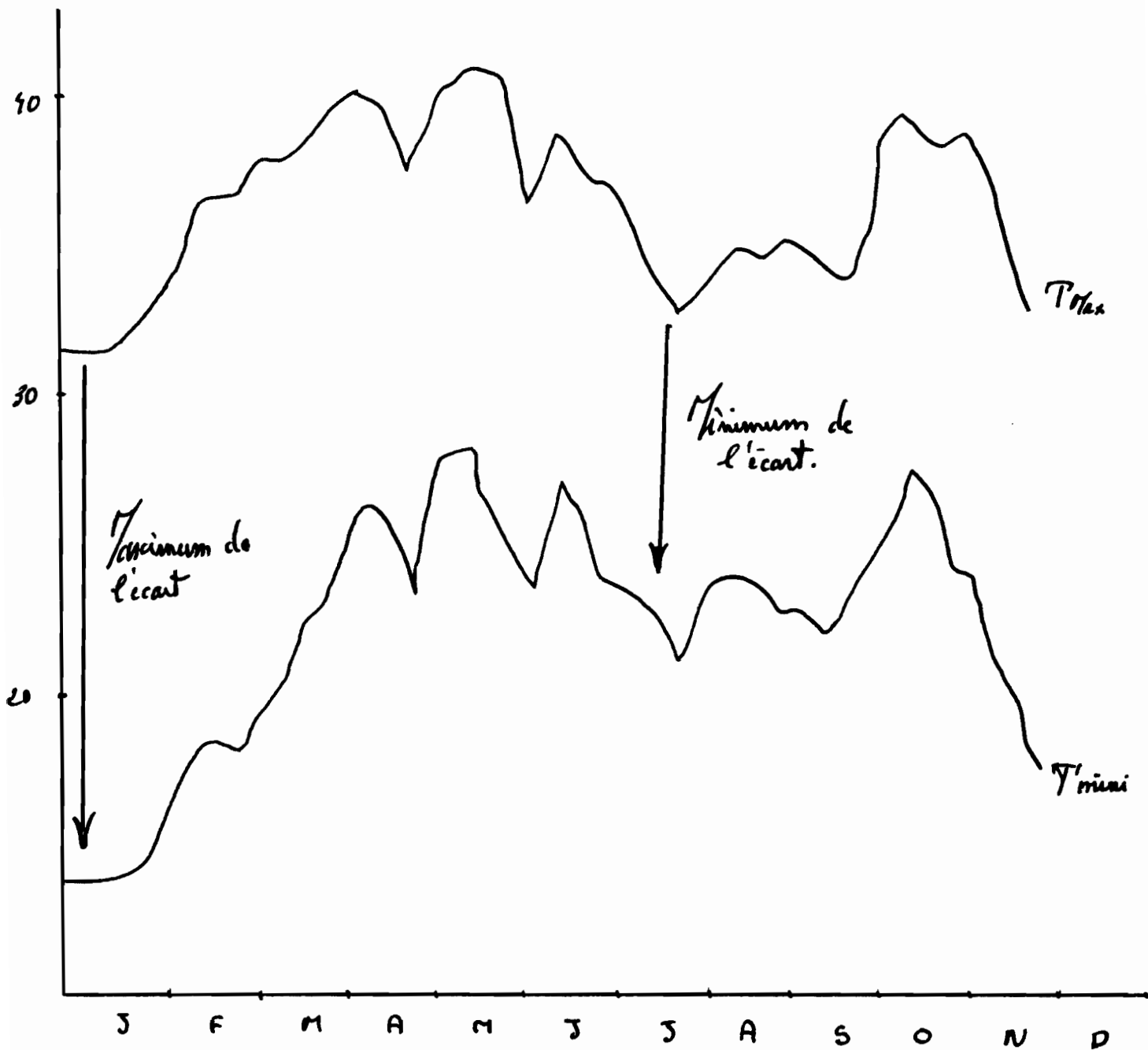


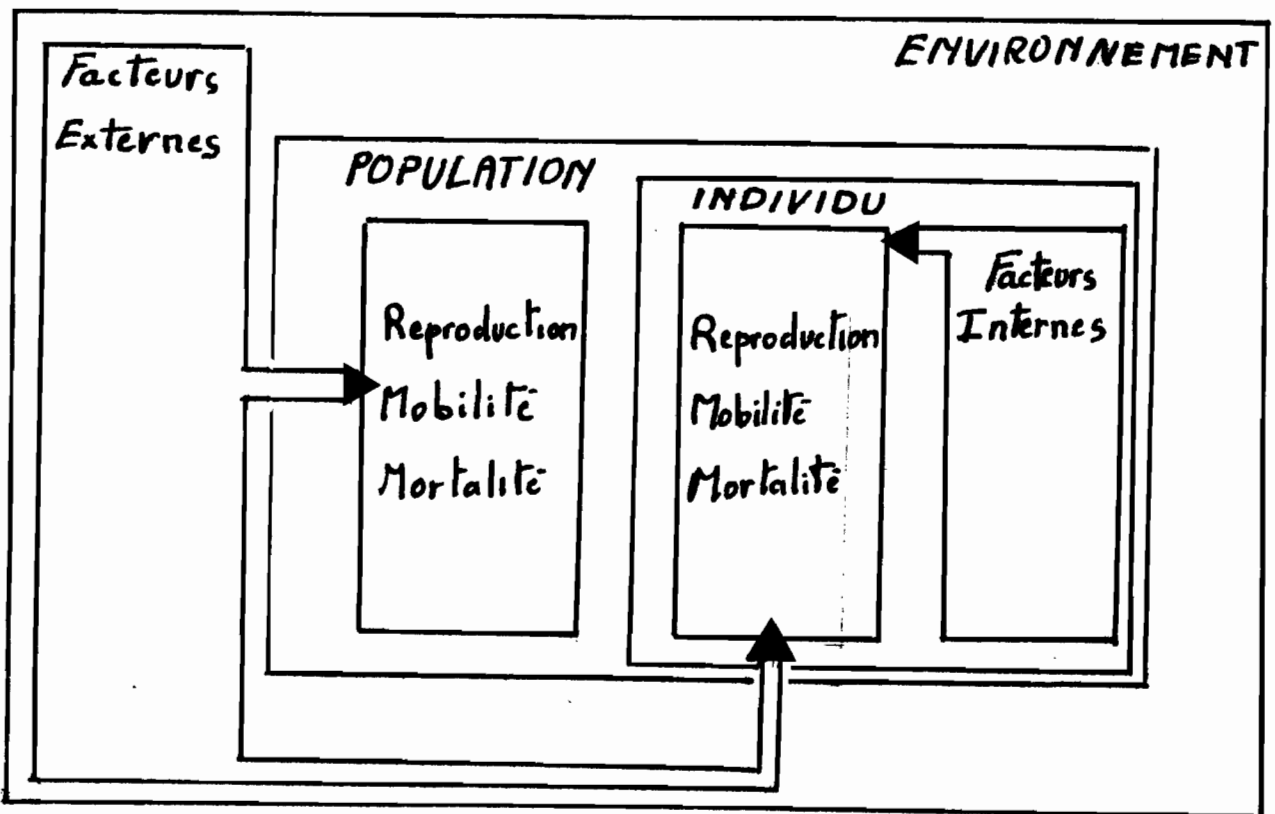
Figure 35 Détail de l'évaluation des températures
(Maxima et Minima quotidiens)

RESUME

Le cycle d'abondance des rongeurs nuisibles ou vecteurs de maladies transmissibles à l'homme peut être évalué à partir de l'évolution annuelle des densités de rongeurs estimées par la technique des captures recaptures. La mise au point d'un modèle prévisionnel permettrait de pratiquer une lutte préventive particulièrement efficace. Cette modélisation nécessite de mieux connaître le déterminisme du cycle d'abondance. L'étude de ce déterminisme est l'objet principal du présent travail et du programme de recherche plus général qu'il propose.

Pour étudier le déterminisme du cycle d'abondance nous avons dissocié les trois composantes principales de ce cycle (reproduction, mobilité et mortalité) et les facteurs internes (métabolisme général) et externes (données climatiques de l'environnement) qui agissent sur ces composantes comme des déclencheurs ou des facteurs facilitants.

Un tel suivi *in natura* de l'évolution des composantes du cycle d'abondance en fonction de l'évolution des facteurs du cycle ne peut se faire qu'à partir d'indicateurs plus précis que les mesures habituelles (poids des testicules et des vésicules séminales, état de l'orifice vaginal, de l'utérus et des glandes mammaires). Ces indicateurs seront évalués et leur évolution suivie *in natura* sur le même animal tout au long de l'année. Cette étude permettra de mettre en évidence les corrélations entre facteurs et composantes du cycle d'abondance. Une étude plus fine en laboratoire devrait permettre de vérifier les relations cause à effet entre facteurs et composantes du cycle. Ces résultats seront alors dégagés dans un modèle prévisionnel de l'évolution des rongeurs à partir des densités initiales en fonction des facteurs internes et externes mesurés (figure 36).



Nous étudions dans ce travail la reproduction et le métabolisme hydrique des principaux genres concernés par cette étude.

Expériences de laboratoire:

- Nous avons commencé à tester la validité des indicateurs de la reproduction et du métabolisme hydrique, à savoir, les concentrations plasmatiques en hormones sexuelles et les paramètres du métabolisme hydrique. Cette étude de laboratoire nous montre que la précision des méthodes écophysiologiques utilisées est suffisante pour permettre de suivre tout au long de l'année, in natura, la reproduction et le métabolisme des animaux.

La reproduction peut être décomposée en trois événements (déclenchement, intensité et durée), à partir des concentrations plasmatiques en hormones gonadotropes, en prolactine, en Hcg et en stéroïdes sexuels. Nous avons vérifié la validité des méthodes radioimmunologiques pour certaines hormones de la reproduction (et de la mobilité). Nous avons étudié les variabilités liées au mode de prélèvement des échantillons plasmatiques, et les variabilités individuelles nycthémerales qui restent dans tous les cas inférieures aux variations saisonnières qui nous intéressent car indiquant le degré d'avancement de la reproduction. L'étude entamée sera poursuivie et généralisée aux autres hormones indiquées en figure. De même, le déclenchement et l'intensité de la mobilité seront étudiés à partir des hormones thyroïdienne et corticotropes (et des hormones périphériques de ces systèmes : hormones thyroïdiennes et stéroïdes corticosurrénaux).

Le métabolisme hydrique peut être caractérisé par la teneur en eau corporelle (TEC), les vitesses de renouvellement de l'eau VRE (qui comportent les flux entrants d'eau (FE) et les flux sortants (FS), la différence de ces deux données permettant de savoir si l'animal est en équilibre hydrique (EH).

Nous avons testé la précision des méthodes de marquage isotopiques en général car une utilisation de plusieurs marqueurs nous permettra par la suite d'étudier in natura le métabolisme respiratoire (énergétique) et le régime alimentaire des animaux. Pour ce qui est du métabolisme hydrique nous avons vérifié que la précision de la méthode isotopique permet des comparaisons intra et inter-spécifiques en fonction de l'âge du sexe et du régime alimentaire.

Expériences de terrain:

Nous avons commencé les recherches in natura sur la reproduction et le métabolisme hydrique des animaux.

La mise au point d'un piège à décapitation s'avèrera peut être nécessaire pour la détermination des concentrations plasmatiques de certaines hormones peptidiques particulièrement sensibles au stress (la ponction intra-cardiaque intervenant trop longtemps après la capture). Une des premières questions à résoudre est de savoir s'il vaut mieux utiliser un tel piège ou effectuer des ramassages fréquents en fonction des horaires des captures pour recueillir le sang rapidement avant manifestation du stress

(délais à déterminer selon les hormones).

Nous avons commencé la mise au point d'une chaîne de froid (à partir de blocs de carboglace) reliant les quadrats au campement, et le campement au laboratoire de mammalogie à Ouagadougou.

Nous avons commencé les recherches in natura du métabolisme hydrique des animaux chez les principaux genres concernés, à savoir, les genres: Acomys, Gerbillus, Taterillus, Arvicanthis et Mastomys.

Cette étude montre que les différences inter-spécifiques observées au niveau des paramètres du métabolisme hydrique permettent d'interpréter correctement la répartition des espèces. Notons cependant que les Gerbillus plus désertiques que les Taterillus ont pourtant des vitesses de renouvellement de l'eau plus importantes que les Taterillus.

Les différences intra-spécifiques les plus significatives montrent que chez certains genres (Taterillus), un dimorphisme sexuel apparaît après la maturité sexuelle, les femelles adultes ayant des VRE plus élevées que les mâles adultes dont les VRE restent à un niveau comparable à celui, indifférencié dans les deux sexes, des juvéniles.

Le cas des Gerbillus et celui des femelles de Taterillus à VRE élevées sont d'interprétation difficile: Les VRE traduisent-elles dans ce cas un "manque d'adaptation", sorte de moindre tendance à l'économie d'eau (hypothèse I), ou expriment-elles un métabolisme énergétique plus important chez les Gerbillus que chez les taterillus, et chez les femelles que chez les mâles Taterillus (hypothèse II) ?

Nous pouvons envisager plusieurs approches pour répondre à cette question:

Il faudrait comparer in natura les métabolismes énergétiques de Gerbillus et de Taterillus par la méthode à l'oxygène 18, ainsi que l'importance des zones médullaires des reins (par rapport aux zones corticales) dans les deux espèces. Des études in natura et en laboratoire, peuvent montrer si l'on observe au moment de la maturation sexuelle chez les Taterillus femelles une différence significative dans l'évolution, des concentrations plasmatiques en hormone anti diurétique (ADH) ou des rapports de concentration osmotiques, par rapport à ce que l'on observe chez les mâles.

B. SICARD



BIBLIOGRAPHIE

- AUDI, M.C. 1976. Le cycle sexuel saisonnier du mâle des Mustélinés européens. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 30, 117-127.
- BARTKE, A., STEELE, R.E., MUSTO, N. et CADWELL, B.V. 1973. Fluctuations in plasma testosterone in adult male rats and mice. *Endocrinol.*, 92, 1223-1228.
- BAVERSTOCK, P.R. and WATTS, C.H.S. 1975. Water balance of small lactating rodents. I. Ad libitum water intakes and effects of water restriction on growth of young. *Comp. Biochem. Physiol.*, 50A:819-825.
- BEATLEY, J.C. 1969. Dependence of desert rodents on winter annuals and precipitation. *Ecology*, 50:721-724.
- 1976. Rainfall and fluctuating plant populations in relation to distributions and numbers of desert rodents in southern Nevada. *Oecologia*, 24:21-22.
- BEVAN, J.M., BEVAN, W. et WILLIAMS, B.F. 1958. Spontaneous aggressiveness in young castrate C3H mice treated with three dose level of testosterone. *Physiol. Zool.*, 31:284-288.
- BRADLEY, W.G., MAUER, R.A. 1971. Reproduction and food habits of Merriam's kangaroo rat, *Dipodomys merriami*. *J. Mamm.*, 52:497-507.
- BRADSHAW, D., CHENITI, T., LACHIVER, F. 1976. Taux de renouvellement d'eau et balance hydrique de 2 rongeurs désertiques, *Meriones shawii* et *Meriones libicus* étudiées dans leur environnement naturel en Tunisie. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 282, série D:481-484.
- BREED, W.G. 1975. Environmental factors and reproduction in the female hopping mouse, *Notomys alexis*. *J. Reprod. Fert.*, 45:273-281.
- BUSCARLET, L.A., PROUX, J., and GERSTER, R. 1978. Utilisation du double marquage HT18-O dans une étude de bilan métabolique chez *Locusta migratoria migratorioides*. *J. Insect. Physiol.* 24:225-232.
- CHITTY, D. 1960. Population processes in the vole and their relevance to general theory. *Can. J. Zool.* 38:99-113.
- 1964. / Animals number and behavior. p. 41-53 in the J.R. Dymond, (ed), Longmans Canada Ltd Don Mills

- CHRISTIAN, J.J., and DAVIS, D.E. 1964. Endocrine behavior and population dynamics. *Science* 146:1550-1560.
- DANTZLER, W. 1982. Renal adaptations of deserts vertebrates. *BioScience* 32 (2):108-113.
- DOUCHEMENT, J. 1979. Rapport de stage DEA USTL Montpellier:64p.
- FERTIG, D. EDMONS, V. 1969. The physiology of the house-mouse. *Sc. Am.* 221:103-110.
- FOUCARD, T. 1982. Analyse factorielle. programmation sur micro-ordinateurs. Masson. Paris. 243p.
- FRENCH, N.R., et al. 1974. A population study of irradiated desert rodents; *Ecol. Monogr.*, 44:45-72.
- GAUTUN, J.C. et RIO, B. 1977. Contribution à l'étude des rongeurs nuisibles aux palmeraies industrielles de la zone forestière ivoirienne. Rap. Multigr., 69p+ 48p., ORSTOM Centre d'Adiopodoumé et SODEPALM (ed).
- GREEN, B. 1978. Estimation of food consumption in the Dingo *Canis familiaris* by means of ²²-Na turnover. *Ecology* 59:207-10.
- GRENOT, D. SERRANO, V. 1979. Vitesse de renouvellement d'eau chez cinq espèces de rongeurs déserticoles et sympatriques étudiées à la saison sèche dans leur milieu naturel (Désert de Chihuahua au Mexique). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 288, ser.D:1227-1230.
- GRENOT, D., PASCAL, M., SELLAMI, M. 1982. L'équilibre hydro-minéral du Campagnol terrestre, *Arvicola terrestris*. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 264, ser.III:629-634.
- HAINES, H., SCHMIDT-NIELSEN, K. 1967. Water deprivation in wild house mice. *Physiol. Zool.* 40:424-431.
- HUBERT, B., ADAM, F., et POULET, A.R. 1981. Modeling of the population cycle of two rodents in Sénégal. *Bull. Carnegie Mus. Nat. Hist.*, 6:81-91.
- HUBERT, B., COUTURIER, G., POULET, A.R., et ADAM, F. 1981. Les conséquences d'un supplément alimentaire sur la dynamique des populations de rongeurs du Sénégal: I/ Cas de *Mastomys erythroleucus*, en zone soudano-sahélienne. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, 35: 73-95.
- HUBERT, B. et DEMARNE, Y. 1981. Le cycle saisonnier des lipides de réserve chez deux espèces de rongeurs au Sénégal. *Rev. Ecol. (terre et vie)*, 35:56-72.

- HUBERT, B. et ADAM, F. 1982. Rodents anthreaks in the sahelo-sudanian zone in Senegal; somme data on *Mastomys erythroleucus* and *Tatrillus gracilis*. *Acta Zool.*
- KREBS, C.J. 1964. The Lemming cycle at Baker lake, Northwest Territories, during 1959-62. *Arct. Inst. N. Am. Tech. Rep. N° 15*, 104p.
- 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecol. Monogr.*, 36:239-276.
- LACHIVER, F., CHENITI, R., BRADSHAW, D., BERTHIER, J.L. and PETTER, F. 1978. Field studies in Southern Tunisia on water turnover and thyroide activity. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 282:481-484.
- LESHNER, A.I. 1975. A model of hormones and agonistic behavior. *Physiol. Behav.*, 25:225-235.
- LESHNER, A.I. et MOYER, J.A. 1975. Androgens and agonistic behavior in mice: relevance to aggression and irrelevance to avoidance-of-attack. *Physiol. Behav.*, 15:695-699.
- LIFSON, N. McCINTOCK. 1966. Theory of use of the turnover rates of body water for mesuring energie and material balance. *J. Théoret. Biol.*, 12:46-74.
- LORENZ, K. 1963. *L'agression*, Paris, Flammarion.
- MacCULLOCH, C.Y. and INGLIS, J.M. 1961. Breeding periode of the Kangaroo rat. *J. Mamm.* 57:337-344.
- MacMILLAN, R.E., LEE, A.K. 1967 Australian desert mice independence of exogenous water. *Science*. 158:383-385.
- 1969. Water metabolism of Australian hopping mice. *Comp. Biochem. Physiol.*, 28:493-514.
- 1970. Energy metabolism and pulmocutaneous loss of Australian hopping mice. *Comp. Biochem. Physiol.*, 35:355-369.
- MARTINET, L. 1966. Modification de la spermatogénèse chez le Campagnol des champs, *Microtus arvalis*, en fonction de la durée quotidienne de l'éclairément. *Ann. Biol. Anim. Biophys.*, 6:301-313.
- MARTINET, L., et MEUNIER, M. 1969. Influence des variations saisonnières de la luzerne sur la croissance, la mortalité et l'état de la maturité sexuelle chez *Microtus arvalis*. ----- 9:457-462.

- MARTINET, L. et SPITZ, R. 1971. Variations saisonnières de la croissance et de la maturité du Campagnol terrestre *Microtus arvalis*. Role de la photopériode et de la végétation. *Mammalia*, 35:38-84.
- MARUNIAK, J.A., DESJARDIN, C.L. et BRONSON, F.M. 1977. Dominant-subordinate relationship in castrated male mice bearing testosterone implants. *Am. J. Physiol.*, 233:E495-E499.
- MULLEN, R.K., 1970. Respiratory metabolism and body water turnover rates of *Perognathus formosus* in its natural environment. *Comp. Bioch. Physiol.* 32:259-265.
- MORRIS, K.D., and BRADSHAW, S.D. 1981. Water and sodium turnover in coastal and inland populations of the Ash-grey Mouse, *Pseudomys albocinereus*, in Western Australia. Dept. Zool. U. of West Aust.
- NAGY, K.A. and COSTA, D.P. 1980. Water flux in animal. Analysis of potential errors in the tritiated water method. *Am. J. Physiol.* 238:454-465.
- NAGY, K.A. 1983. the doubly labeled water $^3\text{H}_2^{18}\text{O}$ method. A guide to its use. UCLA pub. N° 12:1417 45p.
- NEGUS, N.C. and BERGER P.J. 1977. Experimental triggering of reproduction in a natural population of *Microtus montanus*. *Science*, 196:1230-1231.
- NEGUS, N.C., BERGER, P.J. and FORSLUND, L.G. 1977. Reproductive strategie of *Microtus montanus*. *J. Mamm.*, 54:347-353.
- POULET, A.R., COUTURIER, G., HUBERT, B., et ADAM, F. 1981. les conséquences d'un supplément alimentaire sur la dynamique des populations de rongeurs au Sénégal: II/ Le cas de *Taterillus pygargus*. en zone sahélienne. *Rev.Ecol. (Terre et vie)*, 35:195-215
- PRINTER, J. and NEGUS, N.C. 1965. Effects of nutrition and photoperiod on reproductive physiologie of *Microtus montanus*. *Am. J. Physiol.*, 208:633-638.
- REICHMAN, O.J. and VAN DE GRAAFF, K.M. 1975. Association between ingestion of green végétation and desert rodent reproduction. *J. Mamm.*, 56:503-506.
- REYNOLDS, M.G. 1958. Ecology of the Merriam kangaroo rat on the grazing lands of southern Arizona. *Ecol. Monogr.*, 28:11-127.

- SICARD, B. 1982. La photo-gonado-stimulation chez la caille. Etude de la photo-réactivité cérébrale. Thèse de troisième cycle. USTL Montpellier.
- SMITH, B.W., and Mac MANUS, J.J. 1975. The effect of litter size on the bioenergetique and water requirement of lactating *Mus musculus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 51A:111-115.
- SOHOLT, L.F. 1978. consumption of herbaceous vegetation and water during reproduction and development of Merriam's Kangaroo rat, *Dipodomys merriami*. *Am. Midland Nat.*, 98:445-457.
- STORY, J.A. et GRIFFITH, D.R. 1975. Effect of exercise on thyroid hormone secretion rate in aging rats. *Horm. Metab. Res.*, 6:403-406.
- THIESSEN, D.D., FRIEND, M.C. et LINDZEY, G. 1968. Androgen control of territorial marking in the mongolian gerbil. *Science*, 160, 432-434.
- TOLLMAN, J. et KING, J.A. 1956. The effect of testosterone propionate on aggression in male and female C/57 3L/19 mice. *Anim. Behav.*, 4:156-147.
- VAN DE GRAAFF, K.M., and BALDA, R.P. 1973. Importance of green vegetation for reproduction in the Kangaroo rat *Dipodomys merriami merriami*. *J. Mamm.*, 54:509-512.
- YAHR, P. and KESSLER 1975. Suppression of reproduction in water-deprived mongolian gerbils. *Biol. Reprod.*, 12:249-254.
- ZNARI, M. 1983. Utilisation du sodium 22 et de l'eau tritiée pour l'estimation de la consommation alimentaire et des besoins hydriques chez deux espèces de rongeurs *Acomys airensis* et *Meriones unguiculatus*. DEA d'Ecologie Univ. Pierre et Marie Curie.

TABLEAUX EN ANNEXE

Testostérone rad. liée (B)	ipm		B/EO	BO/T	N/T
(pg)	ipm	ipm moy	%	%	%
Activ. Totale	6888 7039 7116	7014			
Activ. non sp.	168 177 169	171			2.4
E-0	3116 3289 3249 3284 3187	3235		46.1	
E-3,5	3319 3291 3265	3266	101		
E-7,8	3092 3113 3143 3083	3108	96.1		
E-15,6	2790 2927 2874 3011	2901	89.7		
E-31,2	2482 2549 2390 2372	2448	75.7		
E-65,4	1929 1895 1874 2015	1928	59.6		
E-125	1371 1316 1364 1320	1343	41.5		
E-250	899 890 897 852	885	27.4		
E-500	553 529 542 546	543	16.8		
BLANC-Tt	3210 2995 3124	3110	96.1		
Stand. Rats	1257 1305 1004 1327		38.9 40.3 31 41		133 130 204 127

TABLEAU I : Valeurs des pourcentages de liaison permettant la construction de la courbe de référence pour le dosage des concentrations en Testostérone des échantillons plasmatiques. La validité du dosage est mesurée par BO/T% et par N/T%.

fioles de comptage	(B) ipm	B/B0 %	pg tube	Testostérone ng/100ml	nmol/l
1	1574	48.7	94	150.4	5.2
2	2903	89.7	15.6	25	0.9
3	3206	99.1	ND	ND	ND
5	1534	47.4	97	155.2	5.4
6	2649	81.9	21.5	34.4	1.2
7	2352	72.7	34.5	55.2	1.9
8	2321	71.7	36	57.6	2
9	1903	58.8	66	105.6	3.7
10	781	24.1	285	456	15.8
11	1800	55.6	73	116.8	4
12	2077	64.2	48	76.8	2.7
13	2637	81.5	21.5	34.4	1.2
14	2851	88.1	16	25.6	0.9
15	824	25.5	259	414.4	14.4
16	1354	41.9	120	192	6.7
17	849	26.2	245	392	13.6
18	1723	53.3	79	126.4	4.4
19	2014	62.3	55	88	3.1
20	1994	61.6	56	89.6	3.1
21	1976	61.1	59	94.4	3.3
22	1414	43.7	112	179.2	6.2
23	1044	32.3	186	297.6	10.3
24	1116	34.5	170	272	9.4
25	2955	91.3	12.5	20	0.7
26	656	20.3	357	571.2	19.8
27	667	20.6	355	568	19.7
28	1894	58.5	68	108.8	3.8
29	982	30.4	205	328	11.4
30	1748	54	78	124.8	4.3
31	982	30.4	205	328	11.4
32	1093	33.8	172	275.2	9.5
33	1056	32.6	182	291.2	10.1
34	948	29.3	215	344	11.9
35	1003	31	204	326.4	11.3
36	1007	31.1	205	327.2	11.3
37	1077	33.3	176	281.6	9.8
38	1106	34.2	171	273.6	9.5
39	1654	51.1	86	137.6	4.8
40	1393	43.1	118	188.8	6.5
41	1515	46.8	100	160	5.5
42	1151	35.6	158	252.8	8.8
43	1087	33.6	173	276.8	9.6
44	1692	52.3	81.5	130.4	4.5
45	1085	33.5	177	283.2	9.8
46	1046	32.3	186	297.6	10.3
47	1176	36.4	153	244.8	8.5
48	1360	42	120	192	6.7
49	1737	53.7	78	124.8	4.3
50	2475	76.5	28	44.8	1.6
51	1747	54	78	124.8	4.3
52	1912	59.1	67	107.2	3.7
53	1585	49	93	148.8	5.2
54	667	20.6	360	576	20
55	1123	34.7	160	256	8.9

TABLEAU II : Calcul des concentrations en Testostérone (ng/100 ml ou nmole/l).
On indiquera les positions des différents genres.

fliales de comptage	(B) ipm	B/BO %	pg tube	Testostérone ng/100ml	nmol/l
56	1722	53.2	81	129.6	4.5
57	1592	49.2	90	144	5
58	1458	45.1	108	172.8	6
59	1105	34.2	171	273.6	9.5
60	1138	35.2	158	252.8	8.8
61	1056	32.6	182	291.2	10.1
62	1063	32.9	178	284.8	9.9
63	1018	31.5	193	308.8	10.7
64	641	19.8	380	608	21.1
65	514	15.9	480	768	26.6
66	2240	69.2	38.2	61.1	2.1
67	1110	34.3	178	284.8	9.9
68	944	29.2	218	348.8	12.1
69	922	28.5	230	368	12.8
70	1341	41.5	122	195.2	6.8
71	1639	50.7	86.5	138.4	4.8
72	1107	34.2	171	273.6	9.5
73	1828	56.5	71	113.6	3.9
74	1259	38.9	136	217.6	7.5
75	1237	38.2	150	240	8.3
76	1004	31	198	316.8	11
77	1002	31	198	316.8	11
78	1188	36.7	150	240	8.3
79	786	24.3	278	444.8	15.4
80	1562	48.3	94	150.4	5.2
81	1977	61.1	59	94.4	3.3
82	1763	54.5	76	121.6	4.2
83	826	25.5	259	414.4	14.4
84	2505	77.4	26.7	42.7	1.5
85	2133	65.9	46.5	74.4	2.6
86	1374	42.5	117	187.2	6.5
87	2683	82.9	20.9	33.4	1.2
88	1061	32.8	180	288	10
89	1052	32.5	183	292.8	10.2
90	485	15	500	800	27.7
91	1695	52.4	82	131.2	4.5
92	1854	57.3	69	110.4	3.8
93	1624	50.2	87.5	140	4.9
94	2064	63.8	51.5	82.4	2.9
95	1554	48	97	155.2	5.4
96	1922	59.4	66	105.6	3.7
97	866	26.8	240	384	13.3
98	1723	53.3	79	126.4	4.4
99	761	23.5	295	472	16.4
100	1608	49.7	88.9	142.2	4.9
101	2608	80.6	23.6	37.8	1.3
102	718	22.2	320	512	17.8
103	1082	33.4	177	283.2	9.8
104	880	27.2	239	382.4	13.3
105	981	30.3	208	332.8	11.5
106	1181	36.5	154	246.4	8.5
107	1483	45.8	106	169.6	5.9
108	1765	54.6	75.8	121.3	4.2
109	2210	68.3	42	67.2	2.3
110	945	29.2	218	348.8	12.1

TABLEAU III : Suite du tableau précédant (TABLEAU II).

fioles de comptage	(B) ipm	B/B0 %	pg tube	Testostérone ng/100ml	nmol/l
111	2332	72.1	33.5	53.6	1.9
112	893	27.6	235	376	13
113	2086	64.5	50	80	2.8
114	2042	63.1	53	84.8	2.9
115	2394	74	33	52.8	1.8
116	2000	61.8	56	89.6	3.1
117	1555	48.1	95	152	5.3
118	1889	58.4	67.3	107.7	3.7
119	607	18.8	400	640	22.2
120	597	18.5	420	672	23.3
121	664	20.5	369	590.4	20.5
122	1270	39.3	133	212.8	7.4
123	1675	51.8	84	134.4	4.7
124	1720	53.2	81	129.6	4.5
125	1103	34.1	170	272	9.4
126	1328	41.1	127	203.2	7
127	2299	71.1	36	57.6	2
128	2370	73.3	32.9	52.6	1.8
129	1170	36.2	153	244.8	8.5
130	1820	56.3	71.8	114.9	4
131	1654	51.1	85.9	137.4	4.8
132	1000	30.9	199	318.4	11
133	931	28.8	220	352	12.2
134	1464	45.3	106	169.6	5.9
135	1197	37	148	236.8	8.2
136	1949	60.2	63	100.8	3.5
137	1630	50.4	85	136	4.7
138	967	29.9	210	336	11.7
139	1702	52.6	82	131.2	4.5
140	2549	78.8	25	40	1.4
141	859	26.6	245	392	13.6
142	1980	61.2	59.2	94.7	3.3
143	1911	59.1	67	107.2	3.7
144	846	26.2	255	408	14.1
145	860	26.6	245	392	13.6

TABLEAU IV : Suite des tableaux précédents.

Progesterone (pg)	rad. ipm	liée (B) ipm moy	B/BO %	BO/T %	N/T %
Activ. Totale	7651 7762 7308	7574			
Activ. non sp.	282 220 414	305			4
E-0	3740 4513 4203	4152		54.8	
E-15.6	3567 4341 4018	3975	95.7		
E-31.2	- 3900 3868	3884	93.5		
E-62.5	2721 3205 3221	3049	73.4		
E-125	2121 2406 2703	2410	58		
E-250	1309 1503 2019	1610	38.8		
E-500	855 985 1102	981	23.6		
E-1000	582 607 945	711	17.1		
RE	3258 5150 4819	4409			

TABLEAU V : Valeurs des pourcentages de liaison permettant la construction de la courbe de référence pour le dosage des concentrations en Progestérone des échantillons plasmatiques. La validité du dosage est indiquée par BO/T% et N/T%.

ficelles de compt.	(B)		B/BO %	pg tube	Progesterone	
	ipm	ipm moy			ng/ml	nmol/l
1	2089		50.3	161	1.61	5.12
2	2076		50	165	1.65	5.25
3	2027		48.8	170	1.7	5.41
4	1751		42.2	220	2.2	7
5	659		15.9	1200	12	38.17
6	644		15.5	1300	13	41.35
7	558		13.4	1600	16	50.89
8	430		10.4	2150	21.5	68.38
9	399		9.6	2300	23	73.16
10	417		10	2200	22	69.97
11	593		14.3	1500	15	47.71
12	702		16.9	1000	10	31.81
13	522		12.6	1900	19	60.43
14	886		21.3	600	6	19.08
15	1715		41.3	225	2.25	7.16
16	913		22	560	5.6	17.81
17	1570		37.8	260	2.6	8.27
18	402		9.7		0	0
19	685		16.5	1150	11.5	36.58
20	520		12.5	1900	19	60.43
21	466		11.2	2100	21	66.79
22	1113		26.8	420	4.2	13.36
23	309		7.4		0	0
24	1058		25.5	450	4.5	14.31
25	1986		47.8	180	1.8	5.73
26	1218		29.3	370	3.7	11.77
27	1234		29.7	350	3.5	11.13
28	542		13.1	1900	19	60.43
29	588		14.2	1500	15	47.71
30	549		13.2	1850	18.5	58.84
31	584		14.1	1550	15.5	49.3
32	1967		47.4	185	1.85	5.88
33	447		10.8	2050	20.5	65.2
34	465		11.2	2100	21	66.79
35	776		18.7	800	8	25.45
36	689		16.6	1150	11.5	36.58
37	494		11.9	2070	20.7	65.84
38	1618		39	250	2.5	7.95
39	1265		30.5	350	3.5	11.13
40	1001		24.1	480	4.8	15.27
41	900		21.7	550	5.5	17.49
42	841		20.3	680	6.8	21.63
43	720		17.3	850	8.5	27.04
44	707		17	900	9	28.63
45	644		15.5	1300	13	41.35
46	1438		34.6	295	2.95	9.38
47	979		23.6	480	4.8	15.27
48	722		17.4	1000	10	31.81
49	1208		29.1	370	3.7	11.77
50	1878		45.2	200	2	6.36
51	3010		72.5	65	0.65	2.07
52	2135		51.4	157	1.57	4.99
53	2624		63.2	96	0.96	3.05
54	2876		69.3	65	0.65	2.07
55	2618		63.1	98	0.98	3.12

TABEAU VI: Calcul des concentrations en Progesterone (ng/ml ou nmol/l) d'après la courbe de l'étalon (voir dans Matériel et Méthodes). On indique la position des différents genres.

fioles de compt.	(B)		E/BO %	pg tube	Progesterone	
	ipm	ipm moy			ng/ml	nmol/l
56	3284		79.1	52	0.52	1.65
57	2092		50.4	165	1.65	5.25
58	2118		51	158	1.58	5.03
59	1908		46	190	1.9	6.04
60	1671		40.2	240	2.4	7.63
61	2128		51.3	160	1.6	5.09
62	2366		57	130	1.3	4.13
63	3163		76.2	58	0.58	1.84
64	2045		49.3	162	1.62	5.15
65	1704		41	230	2.3	7.32
66	573		13.8	1900	19	60.43
67	629		15.1	1450	14.5	46.12
68	913		22	560	5.6	17.81
69	542		13.1	1900	19	60.43
70	1697		40.9	235	2.35	7.47
71	1154		27.8	410	4.1	13.04
72	1002		24.1	490	4.9	15.59
73	1482		35.7	2895	28.95	92.08
74	776		18.7	840	8.4	26.72
75	2764		66.6	84	0.84	2.67
76	548		13.2	1850	18.5	58.84
77	1575		37.9	255	2.55	8.11
78	1041		25.1	400	4	12.72
79	1446		34.8	290	2.9	9.22
80	1814		43.7	210	2.1	6.68
81	1458		35.1	290	2.9	9.22
82	1177		28.3	385	3.85	12.25
83	1278		30.8	350	3.5	11.13
84	2512		60.5	110	1.1	3.5
85	2834		68.3	77	0.77	2.45
86	700		16.9	1050	10.5	33.4
87	712		17.1	1000	10	31.81
88	761		18.3	840	8.4	26.72
89	2980		71.8	68	0.68	2.16
90	2999		72.2	60	0.6	1.91
91	2650		63.8	95	0.95	3.02
92	2728		65.7	86	0.86	2.74
93	3159		76.1	56	0.56	1.78
94	985		23.7	480	4.8	15.27
95	2797		67.4	81	0.81	2.58
96	2859		68.9	76	0.76	2.42
97	1045		25.2	455	4.55	14.47
98	899		21.7	580	5.8	18.45
99	705		17	1000	10	31.81
100	581		14	1450	14.5	46.12
101	3044		73.3	63	0.63	2
102	2378		57.3	130	1.3	4.13
103	3492		84.1	43	0.43	1.37
104	2288		55.1	143	1.43	4.55
105	2071		49.9	165	1.65	5.25
106	2122		51.1	158	1.58	5.03
107	2314		55.7	133	1.33	4.23
108	2161		52	153	1.53	4.87
109	2702		65.1	89	0.89	2.83
110	755		18.2	860	8.6	27.35

TABLEAU VII: Suite des tableau précédents.

fliales de compt.	(B)		B/B0 %	pg tube	Progesterone	
	ipm	ipm moy			ng/ml	nmol/l
111	714		17.2	980	9.8	31.17
112	971		23.4	485	4.85	15.43
113	1518		36.6	270	2.7	8.59
114	1939		46.7	182	1.82	5.79
115	1681		40.5	235	2.35	7.47
116	1519		36.6	270	2.7	8.59
117	2222		53.5	145	1.45	4.61
118	1697		40.9	235	2.35	7.47
119	1442		34.7	280	2.8	8.91
120	793		19.1	780	7.8	24.81
121	1386		33.4	320	3.2	10.18
122	2067		49.8	165	1.65	5.25
123	1407		33.9	310	3.1	9.86
124	908		21.9	580	5.8	18.45
125	680		16.4	1100	11	34.99
126	721		17.4	950	9.5	30.22
127	326		7.9		0	0
128	1046		25.2	455	4.55	14.47
129	990		23.8	480	4.8	15.27
130	711		17.1	1000	10	31.81
131	1309		31.5	340	3.4	10.81
132	1390		33.5	315	3.15	10.02
133	1173		28.3	390	3.9	12.4
134	1734		41.8	220	2.2	7
135	1211		29.2	375	3.75	11.93
136	2294		55.3	137	1.37	4.36
137	1033		24.9	470	4.7	14.95
138	1715		41.3	228	2.28	7.25
139	1566		37.7	260	2.6	8.27
140	819		19.7	740	7.4	23.54
141	2039		49.1	168	1.68	5.34
142	488		11.8	2000	20	63.61
143	371		8.9		0	0
144	814		19.6	700	7	22.26

TABLEAU VIII: Suite des tableaux précédents.

Estradiole (pg)	(B)		B/BO	BO/T	N/T
	ipm	ipm moy	%	%	%
Activ. Totale	5652				
	4998	5360			
	5431				
Activ. non sp.	120				2.6
	138	138			
	156				
E-0	2178			41.1	
	2166	2205			
	2270				
E-6.25	2032		93.2		
	2065	2055			
	2067				
E-12.5	1624		76.2		
	1696	1681			
	1724				
E-25	1216		57.7		
	1308	1273			
	1294				
E-50	894		40.9		
	860	902			
	951				
E-100	552		25.7		
	537	567			
	612				
E-200	374		17.4		
	365	383			
	409				
E-400	241		11.5		
	248	254			
	274				
RE	2400				
	2433	2452			
	2522				

TABEAU IX: Valeurs des pourcentages de liaison permettant le calcul de la courbe de référence pour le dosage des concentrations en Estradiole des échantillons plasmatiques. La validité du dosage est attestée par les valeurs de BO/T% et de N/T%.

fioles de compt.	(B) ipm	B/BO %	pg tube	Estradiole ng/100ml	nmol/l
1	2318	105		0	0
2	2310	105		0	0
3	2504	114		0	0
4	2253	102		0	0
5	2031	92.1	6.6	66	0.24
6	2186	99.1		0	0
7	2229	101		0	0
8	2218	101		0	0
9	2119	96.1		0	0
10	2205	100		0	0
11	2113	95.8		0	0
12	2211	100		0	0
13	2221	101		0	0
14	2269	103		0	0
15	2072	94		0	0
16	2166	98.2		0	0
17	2218	101		0	0
18	2159	97.9		0	0
19	2412	109		0	0
20	2189	99.3		0	0
21	2136	96.9		0	0
22	2184	99		0	0
23	2210	100		0	0
24	2226	101		0	0
25	1965	89.1	7.4	74	0.27
26	2090	94.8		0	0
27	1992	90.3	7.1	71	0.26
28	2155	97.7		0	0
29	2280	103		0	0
30	2250	102		0	0
31	2071	93.9		0	0
32	2170	98.4		0	0
33	1911	86.7	8.2	82	0.3
34	2027	91.9	6.7	67	0.25
35	1922	87.2	7.8	78	0.29
36	2031	92.1	6.6	66	0.24
37	2068	93.8		0	0
38	2150	97.5		0	0
39	2147	97.4		0	0
40	2222	101		0	0
41	2166	98.2		0	0
42	2202	99.9		0	0
43	2306	105		0	0
44	2053	93.1	6.2	62	0.23
45	2105	95.5		0	0
46	2076	94.1		0	0
47	1269	57.6	25	250	0.92
48	2227	101		0	0
49	2302	104		0	0
50	2186	99.1		0	0
51	2239	102		0	0
52	2299	104		0	0
53	2151	97.6		0	0
54	2369	107		0	0
55	2289	104		0	0

TABLEAU I : Calcul des concentrations en Estradiole (pg/100ml) et nmole /l) d'après la :
 courbe de référence. Les positions des différents genres sont indiquées.

fioles de compt.	(B) ipm	B/BO %	pg tube	Estradiole ng/100ml	nmol/l
56	2346	106		0	0
57	2162	98		0	0
58	2023	91.7	6.6	66	0.24
59	2213	100		0	0
60	1981	89.8	7.3	73	0.27
61	2339	106		0	0
62	2252	102		0	0
63	2244	102		0	0
64	2158	97.9		0	0
65	2049	92.9	6.5	65	0.24
66	2177	98.7		0	0
67	1855	84.1	8.8	88	0.32
68	1806	81.9	9.8	98	0.36
69	1946	88.3	7.6	76	0.28
70	1966	89.2	7.3	73	0.27
71	1912	86.7	8.3	83	0.3
72	1893	85.9	8.4	84	0.31
73	1723	78.1	11.3	113	0.41
74	664	30.1	80	800	2.94
75	1999	90.7		0	0
76	1783	80.9	10.1	101	0.37
77	1786	81	10	100	0.37
78	1956	88.7	7.4	74	0.27
79	1892	85.8	8.5	85	0.31
80	2200	99.8		0	0
81	2255	102		0	0
82	2320	105		0	0
83	2049	92.9	6.5	65	0.24
84	2158	97.9		0	0
85	2109	95.6		0	0
86	2151	97.6		0	0
87	1992	90.3	7.1	71	0.26
88	2010	91.2	6.8	68	0.25
89	2166	98.2		0	0
90	2083	94.5		0	0
91	2088	94.7		0	0
92	1979	89.8	7.3	73	0.27
93	2209	100		0	0
94	1938	87.9	7.6	76	0.28
95	1930	87.5	7.7	77	0.28
96	2148	97.4		0	0
97	1983	89.9	8.9	89	0.33
98	2077	94.2		0	0
99	2035	92.3	6.5	65	0.24
100	2045	92.7	6.1	61	0.22
101	2358	107		0	0
102	2333	106		0	0
103	2362	107		0	0
104	2272	103		0	0
105	2416	110		0	0
106	2298	104		0	0
107	2152	97.6		0	0
108	1237	56.1	27	270	0.99
109	1206	54.7	29	290	1.07
110	1401	63.5	19.5	195	0.72

TABLEAU **XI** : suite du tableau précédent.

fioles de compt.	(B) ipm	B/B0 %	pg tube	Estradiole ng/100ml	nmol/l
112	1290	58.5	24	240	0.88
113	1243	56.4	25	250	0.92
114	1635	74.1	13	130	0.48
115	1295	58.7	23	230	0.84
116	1212	55	27.5	275	1.01
117	1467	66.5	18	180	0.66
118	1957	88.8	7.4	74	0.27
119	1383	62.7	19	190	0.7
120	2237	102		0	0
121	1385	62.8	18	180	0.66
122	1319	59.8	23	230	0.84
123	1838	83.4	9.1	91	0.33
124	1225	55.6	27	270	0.99
125	1221	55.4	27	270	0.99
126	1840	83.4	9.1	91	0.33
127	1356	61.5	21	210	0.77
128	1316	59.7	23	230	0.84
129	1445	65.5	19	190	0.7
130	1234	56	26.5	265	0.97
131	1286	58.3	25	250	0.92
132	1222	55.4	27	270	0.99
133	1290	58.5	25	250	0.92
134	1238	56.1	26	260	0.95
135	1242	56.3	26	260	0.95
136	1275	57.8	25.5	255	0.94
137	1225	55.6	27	270	0.99
138	1564	70.9	15	150	0.55
139	1257	57	24	240	0.88
140	1234	56	26.5	265	0.97
141	1503	68.2	17	170	0.62
142	1994	90.4	7	70	0.26

TABLEAU VII: Suite des tableaux précédents.

D-H	N°	FDS	PF	F	PF	PI	DP	K2*PI	CONSO	CUMUL	CONSO
K2		g	BRUT	EMBAL	NET				mg		% FDS
8h	1	54	25310	397	24913	33658	8745	4712	4033	4033	22
0.14	2	40	20178	391	19787	29560	9773	4138	5635	5635	42
	3	45	21281	361	20920	37516	16596	5252	11344	11344	76
	4	75	22525	355	22170	33450	11280	4683	6597	6597	26
	5	43	22809	381	22428	39452	17024	5523	11501	11501	80
	7	73	12284	379	11905	30124	18219	4217	14002	14002	58
	8	47	17431	401	17030	29601	12571	4144	8427	8427	54
24h	1	55	17027	294	16733	29584	12851	6656	6195	10228	11
0.21	2	41	17468	346	17122	28653	11531	6447	5084	10719	12
	3	44	17557	461	17096	35421	18325	7970	10355	21699	24
	4	74	15380	913	14467	29875	15408	6722	8686	15283	12
	5	41	15442	143	15299	33521	18222	7542	10680	22181	26
	7	71	7979	294	7685	28451	20766	6401	14365	28367	20
	8	45	7788	573	7215	25743	18528	5792	12736	21163	28
28h	1	56	2340	238	2102	33287	31185	8155	23030	33258	35
0.24	2	41	9367	376	8991	31475	22484	7711	14773	25492	31
	3	43	13199	313	12886	29875	16989	7319	9670	31369	19
	4	75	7460	343	7117	33587	26470	8229	18241	33524	21
	5	41	10129	348	9781	23546	13765	5769	7996	30177	17
	7	71	18641	325	18316	29842	11526	7311	4215	32582	5
	8	45	18715	329	18386	27159	8773	6654	2119	23282	4
19h	1	56	8453	506	7947	30200	22253	5738	16515	49773	37
0.19	2	39	5628	529	5099	21666	16567	4117	12450	37942	40
	3	44	6070	592	5478	19558	14080	3716	10364	41733	30
	4	75	4657	434	4223	31749	27526	6032	21494	55018	36
	5	41	10053	655	9398	19062	9664	3622	6042	36219	19
	7	69	12557	558	11999	21500	9501	4085	5416	37998	10
	8	47	19705	685	19020	25505	6485	4846	1639	24921	4
24h	1	57	18658	504	18154	39854	21700	8569	13131	62904	23
0.21	2	39	22781	563	22218	38751	16533	8331	8202	46144	21
	3	44	8046	581	7465	29813	22348	6410	15938	57671	36
	4	75	8756	509	8247	41038	32791	8823	23968	78986	32
	5	41	24406	352	24054	43581	19527	9370	10157	46376	25
	7	69	2676	399	2277	45832	43555	9854	33701	71699	49
	8	49	23764	483	23281	38742	15461	8330	7131	32052	15
32h	1	56	1133	367	766	32451	31685	8275	23410	86314	31
0.25	2	40	8959	328	8631	27876	19245	7108	12137	58281	23
	3	44	5270	351	4919	23960	19041	6110	12931	70602	22
	4	77	490	391	99	35841	35742	9139	26603	105589	26
	5	41	9402	381	9021	25127	16106	6407	9699	56075	18
	7	70	14320	299	14021	39784	25763	10145	15618	87317	17
	8	49	6182	408	5774	24585	18811	6269	12542	44594	19

Tableau XIII: Consommation cumulées en pomme des animaux, en valeur absolue ou en % du poids corporel. Les chiffres sont corrigés de l'évaporation d'eau des pommes en appliquant le coefficient K2 obtenu grâce aux cages témoins.

D-H	N°	PDS	PF	P	PF	PI	CONSO	CUMUL	CONSO
K2		g	BRUT	EMBAL	NET		mg		% PDS
8h	1	54	5555	389	5166	7049	1883	1883	10
0.14	2	40	6962	362	6600	7574	974	974	7
	3	45	5282	348	4934	6032	1098	1098	7
	4	75	4943	347	4596	6765	2169	2169	9
	5	43	5931	320	5611	6287	676	676	5
	7	73	4212	421	3791	6425	2634	2634	11
	8	47	4825	428	4397	6890	2493	2493	16
24h	1	55	4759	397	4362	6493	2131	4014	4
0.21	2	41	4627	309	4318	6126	1808	2782	4
	3	44	5247	351	4896	6781	1885	2983	4
	4	74	4520	378	4142	6548	2406	4575	3
	5	41	4875	245	4630	6078	1448	2124	4
	7	71	4281	541	3740	7059	3319	5953	5
	8	45	5793	498	5295	7456	2161	4654	5
28h	1	56	2880	399	2481	6046	3565	7579	5
0.24	2	41	3373	600	2773	4356	1583	4365	3
	3	43	5463	541	4922	5987	1065	4048	2
	4	75	2225	421	1804	6089	4285	8860	5
	5	41	5653	471	5182	6347	1165	3289	2
	7	71	6942	432	6510	7912	1402	7355	2
	8	45	6785	420	6365	7069	704	5358	1
19h	1	56	5462	395	5067	7890	2823	10402	6
0.19	2	39	6104	601	5503	7307	1804	6169	6
	3	44	6201	387	5814	6896	1082	5130	3
	4	75	3942	348	3594	6137	2543	11403	4
	5	41	5700	351	5349	6257	908	4197	3
	7	69	5601	521	5080	6024	944	8299	2
	8	47	6304	259	6045	6371	326	5684	1
24h	1	57	3454	347	3107	6910	3803	14205	7
0.21	2	39	6692	361	6331	7509	1178	7347	3
	3	44	6400	308	6092	6812	720	5850	2
	4	75	3504	319	3185	6347	3162	14565	4
	5	41	5821	364	5457	6520	1063	5260	3
	7	69	4925	373	4552	5891	1339	9638	2
	8	49	5551	391	5160	5985	825	6509	2
32h	1	56	3862	434	3428	6896	3468	17673	5
0.25	2	40	7089	492	6597	7051	454	7801	1
	3	44	7576	484	7092	7913	821	6671	1
	4	77	5585	462	5123	7967	2844	17409	3
	5	41	5057	521	4536	6403	1867	7127	3
	7	70	4765	563	4202	6928	2726	12364	3
	8	49	6205	508	5697	6543	846	7355	1

Tableau **XIV**: Consommation cumulées en biscuits des animaux. Les valeurs cumulées sont également exprimées en % du poids du corps.

N°	Om	DIETE POMMES	Na POMME	H2O POMME	DIETE BISC.	Na BISC.	H2O BISC.	Na TOTAL	H2O TOTAL	CUMUL Na	CUMUL H2O	CONSO % PDS
1	0.84	4033	0.48	3388	1883	4.52	173	5	3561	5	3561	11
2	0.84	5635	0.67	4733	974	2.34	90	3	4823	3	4823	17
3	0.84	11344	1.36	9529	1098	2.64	101	4	9630	4	9630	28
4	0.84	6597	0.79	5541	2169	5.21	200	6	5741	6	5741	12
5	0.84	11501	1.37	9661	676	1.62	62	3	9723	3	9723	30
7	0.84	14002	1.67	11762	2634	6.32	242	8	12004	8	12004	24
8	0.84	8427	1.01	7079	2493	5.98	229	7	7308	7	7308	23
1	0.81	6195	0.88	5018	2131	5.11	196	6	5214	11	8775	15
2	0.81	4586	0.65	3715	1808	4.34	166	5	3881	8	8704	16
3	0.81	10355	1.47	8388	1885	4.52	173	6	8561	10	18191	28
4	0.81	8686	1.23	7036	2406	5.77	221	7	7257	13	12998	15
5	0.81	10680	1.52	8651	1448	3.48	133	5	8784	8	18507	30
7	0.81	14365	2.04	11636	3319	7.97	305	10	11941	18	23945	25
8	0.81	12736	1.81	10316	2161	5.19	199	7	10515	14	17823	31
1	0.8	23030	3.44	18424	3565	8.56	328	12	18752	23	27527	48
2	0.8	14773	2.21	11818	1583	3.8	146	6	11964	14	20668	41
3	0.8	9670	1.44	7736	1065	2.56	98	4	7834	14	26025	24
4	0.8	18241	2.73	14593	4285	10.28	394	13	14987	26	27985	30
5	0.8	7996	1.19	6397	1165	2.8	107	4	6504	12	25011	22
7	0.8	4215	0.63	3372	1402	3.36	129	4	3501	22	27446	8
8	0.8	2119	0.32	1695	704	1.69	65	2	1760	16	19583	6
1	0.82	16515	2.22	13542	2823	6.78	260	9	13802	32	41329	35
2	0.82	12450	1.67	10209	1804	4.33	166	6	10375	20	31043	36
3	0.82	10364	1.39	8498	1082	2.6	100	4	8598	18	34623	26
4	0.82	21494	2.89	17625	2543	6.1	234	9	17859	35	45844	32
5	0.82	6042	0.81	4954	908	2.18	84	3	5038	15	30049	17
7	0.82	5416	0.73	4441	944	2.27	87	3	4528	25	31974	9
8	0.82	1639	0.22	1344	326	0.78	30	1	1374	17	20957	4
1	0.81	13131	1.86	10636	3803	9.13	350	11	10986	43	52315	31
2	0.81	8202	1.16	6644	1178	2.83	108	4	6752	24	37795	23
3	0.81	15938	2.26	12910	720	1.73	66	4	12976	22	47599	38
4	0.81	23968	3.4	19414	3162	7.59	291	11	19705	46	65549	36
5	0.81	10157	1.44	8227	1063	2.55	98	4	8325	19	38374	27
7	0.81	33701	4.78	27298	1339	3.21	123	8	27421	33	59395	50
8	0.81	7131	1.01	5776	825	1.98	76	3	5852	20	26809	17
1	0.79	23410	3.67	18494	3468	8.32	319	12	18813	55	71128	49
2	0.79	12137	1.9	9588	454	1.09	42	3	9630	27	47425	31
3	0.79	12931	2.03	10215	821	1.97	76	4	10291	26	57890	31
4	0.79	26603	4.17	21016	2844	6.83	262	11	21278	57	86827	39
5	0.79	9699	1.52	7662	1867	4.48	172	6	7834	25	46208	28
7	0.79	15618	2.45	12338	2726	6.54	251	9	12589	42	71984	26
8	0.79	12542	1.97	9908	846	2.03	78	4	9986	24	36795	28

Tableau **XV**: Calcul des diètes en eau et en Na d'après les mesures des consommations en pommes et biscuits. **Om** leur moyenne en eau des pommes.

Tableau **XVI** Etude des variations pondérales de Mus musculus domesticus pendant et après l'étude des bilans hydriques.

NUM.	ARV.	Phase1				Phase2				Phase3				Suite																					
		05/05	09/05	DPZ <0	DPZ >0	10/05	DPZ <0	DPZ >0	12/05	DPZ <0	DPZ >0	17/05	DPZ <0	DPZ >0	18/05	DPZ <0	DPZ >0	19/05	DPZ <0	DPZ >0	20/05	DPZ <0	DPZ >0	21/05	DPZ <0	DPZ >0	22/05	DPZ <0	DPZ >0	23/05	DPZ <0	DPZ >0			
M. dom.	1111	17	18	17	-5.56	16	-11.1	16.5	-8.33					14	-22.2	13	-27.8	12	-33.3	9	-50														
	1112	17	10	17	-5.56	15.5	-13.9	15	-16.7					13	-27.8	10	-44.4	10	-44.4	8	-55.6														
	1113	16	17.8	15.5	-12.9	16	-10.1	15.5	-12.9				17	-4.49	18		1.11	14	-22.2	13	-33.3														
	1114	16	16	16	0	0	15.5	-3.13	14	-12.5	16.5		3.13	17		5.88	11	-18.5	9	-33.3	8	-40.7	8	-40.7											
	1121	13	13.5	13.5	0	0	12	-11.1	12.4	-8.15				11.5	-14.8	12	-25	13	-18.8	12	-25	9	-43.8	8	-50										
	1122	15	16	16	0	0	15	-6.25	13.5	-15.6				15		3.33	14.5	-3.33	15	-11.8	10	-41.2	10	-41.2											
	1123	13	14.5	14	-3.45	12	-17.2	13	-10.3	14.5	0	0		14	-6.67	15	-11.8	14	-17.7	15	-11.8	12	-29.4	13	-23.5	10	-41.2	9	-47.1	8	-52.9				
	1124	15	15	15	0	0	14	-6.67	12	-20				15	-11.8	21		9.52	21		14.29														
	1211	17	17	10	5.56	17	0	0	17	0	0			15	-11.8	21		9.52	21		14.29														
	1212	17	17	17	0	0	17	0	0	16	-5.88			15	-11.8	21		9.52	21		14.29														
	1213	18	19	18	-5.26	18	-5.26	18	-5.26	19	0	0		18	0	0		13	-27.8	13	-27.8														
	1214	17	18	19	5.26	19	5.26	17	-5.56	20	11.11			18	0	0		12.5	-3.85	15	-21.1	12	-7.69	11	-15.4	10	-23.1	10	-23.1	10	-23.1				
	1221	19	18	18.5	2.7	19	5.26	16	-11.1	18	0	0		15	-21.1	17	-5.56	19	0	0															
	1222	16.5	13	16	18.75	16.5	21.21	13.5	3.7	12.5	-3.85			13	-27.8	12	-7.69	11	-15.4	10	-23.1	10	-23.1	10	-23.1	10	-23.1	10	-23.1	10	-23.1	10	-23.1		
	1311	18	19	19	0	0	18	-5.26	17	-10.5				16	-11.1	17	-5.56	19	0	0															
	1312	17	18	17	-5.56	17	-5.56	16	-11.1	16	-11.1			16	-11.1	17	-5.56	19	0	0															
	1313	18.7	18	17.5	-2.78	17	-5.56	16	-11.1	16.5	-8.33			14	-22.2	13	-27.8	13	-27.8	10	-44.4	9	-50												
	1321	17.5	18	17	-8.56	16	-11.1	15.5	-13.9	17	-8.11			18.5	0	0		16.5																	
	1322	18	18.5	18	-2.7	17	-8.11	16	-13.5	14	-6.67			16.5																					
	1323	15	15	14	-6.67	13	-13.3	13	-13.3																										
MUYN	MALES	17.8	17.36	-4.18	2.16	16.91	-5.99	1.75	16.18	-9.08	0																								
EC. TP		1.49	1.51	4.15	2.36	1.96	4.49	3.04	1.47	3.73																									
DR. ST		0.64	0.51	1.38	2.31	0.63	0.95	2.91	0.53	1.12																									
FEMEL.	15.72	15.78	-2.63	4.29	14.94	-10.6	13.24	13.88	-13.3	3.7																									
	2.05	1.91	2.69	8.13	2.15	5.63	15	1.98	6.19	2.62																									
	0.55	0.62	0.95	0.81	0.75	1.99	0.34	0.67	1.91				13.56	-17.8																					
F1:GRE	16.1	15.5	-3.44	0	14.5	-9.94	13.99	-13.1	1.44	8.07																									
	1.59	1.48	4.85	2.49	1.83	5.66	1.69	6.11	0.17	0.82																									
	0.51	0.52	1.71	0.8	0.71	2.09	0	0.64	2.17																										
F2:FER	17	17.75	-2.63	6.45	17.75	-1.75	6.35	16.75	-5.56	1.85																									
	2.25	1.2	3.04	7.81	1.02	3.04	9.19	1.54	2.89																										
	0.92	0.49	1.78	3.4	0.42	0.07	3.76	0.63	1.24																										
PS:POL	17.75	17.08	-3.88	0	16.33	-8.16	15.58	-12.3	2.17	4.26	6.41																								
	1.41	1.57	1.81	1.73	3.44	1.3	1.37	0.22	0.58	1.6																									
	0.63	0.71	0.78	0.77	1.5	0.59	0.92																												
TOTAL	16.87	16.65	-3.5	3.23	16.03	-7.86	6.35	15.15	-10.8	1.85																									
	1.84	1.67	3.67	5.9	2.08	4.86	8.72	1.76	4.72	2.62																									
	0.42	0.39	0.83	1.29	0.48	1.05	1.84	0.41	1.04	0.49																									

17
REGIME S

<hr/>								
M. spretus	2111	12					0	
	2112	13	9.4	72.5	17	15.9	1.1	
	2113	12	7.9	65.5	14	17.8		-3.8
	2121	13.5	10.1	74.5	32.8	31.8	1	
	2122	12.2	8.8	72	38.6	34.1	4.5	
	2123	13.5	8.6	63.5	18.6	23.3		-4.7
	2211	12.5	9.2	73.5	26.1	29.4		-3.3
	2212	14	8.5	60.5	43.7	44.9		-1.2
	2213	14.5	10.9	75	32.2	32.2	0	0
	2221	12	8.7	72.5	18.4	24.1		-5.7
	2222	9.5	6.4	67	14.1	22		-7.9
	2223	12	9.3	77.5	14	12.9	1.1	
	2311	12.5	7.6	60.5	31.7	34.4		-2.7
	2321	13						
	2412	13.2	9.9	74.5	14.1	25.2		-11.1
	2421	10.5	7.8	74.5	8.9	16.6		-7.7
	2422	10.5	6.7	63.5	16.5	34.5		-18
<hr/>								
males	7	12.96	9.06	68.86	25.54	28.54		
		0.91	1.16	6.52	11.18	10.02		
femelles	9	11.86	8.3	70.63	20.24	24.91		
		1.42	1.26	5.31	10.14	8.01		
P1:Madrid	6	12.7	8.96	69.6	24.2	24.58		
		0.72	0.83	4.8	10.82	8.15		
P2:Valence	6	12.42	8.83	71	24.75	27.58		
		1.77	1.46	6.21	11.71	10.8		
P3:Gardiol	1	12.75	7.6	60.5	31.7	34.4		
		0.35						
P4:Laborat	3	11.4	8.13	70.83	13.17	25.40		
		1.56	1.63	6.35	3.89	8.95		
Total	16	12.38	8.65	69.8	22.71	26.61	1.28	-6.01
		1.3	1.23	5.76	10.61	8.87	1.72	5.1
<hr/>								
M. domestic	1111	15.2	12.1	79.5	27.3	32.2		-4.9
	1112	17	12.6	73.5	27.9	32.6		-4.7
	1121	11.7	8.4	71.5	34.5	42.9		-8.4
	1122	13	9.6	74	42.6	31.2	11.4	
	1211	16	12	75	30	35.9		-5.9
	1212	15.5	11.8	76.5	27.8	38.8		-11
	1221	17	13	76.5	24.5	35.3		-10.8
	1222	13	10.3	79.5	37.8	38.8		-1
	1311	16	12.8	80	21.9	30.5		-8.6
	1321	14.7	10.4	70.5	28.9	37.5		-8.6
<hr/>								
males	5	15.94	12.26	76.9	26.98	34		
		0.68	0.42	2.82	3.02	3.32		
femelles	5	13.88	10.34	74.4	33.66	37.14		
		2.04	1.69	3.68	7.15	4.32		
P1:Grece	4	14.23	10.68	74.63	33.08	34.73		
		2.35	2.01	3.42	7.14	5.48		
P2:Perou	4	15.38	11.78	76.88	30.03	37.2		
		1.7	1.11	1.89	5.65	1.86		
P3:Balears	2	15.35	11.6	75.25	25.4	34		
		0.92	1.7	6.72	4.95	4.95		
Total	10	14.91	11.3	75.65	30.32	35.57	11.4	-7.1
		1.8	1.54	3.36	6.26	3.99	#DIV/0!	3.25

M. spretus	2114	13							
	2115	15.5	10.9	70.5	37.5	21	16.5		
	2116	15	10.2	68	30.4	24.5	5.9		
	2124	13.5	9.6	71	20.9	15.7	5.2		
	2125	13	9.4	72.5	25.5	24.4	1.1		
	2126	13.7	8.8	64	25	25	0		0
	2214	12.5	8.9	71.5	32.4	34.7			-2.3
	2215	12.5	9.6	76.5	36.6	33.5	3.1		
	2216	11.5							
	2224	13.5	9.5	70.5	40	43.1			-3.1
	2225	12.5	8.5	67.5	42.6	53.3			-10.7
	2226	12	8.5	71	43.4	44.6			-1.2
	2312	16	12.9	80.5	38	34.9	3.1		
	2322	16.5	13.6	82.5	33	36.7			-3.7
	2413	12.7	9.8	76.5	17.7	19.5			-1.8
	2423	18.7	13.6	72.5	34.6	35.3			-0.7
	2424	15.5	12.3	79.5	39	39.8			-0.8
males	7	13.59	10.38	73.92	32.1	28.02			
		1.66	1.4	4.67	7.68	7.16			
femelles	9	14.32	10.42	72.33	33.78	35.32			
		2.16	2.13	5.64	8.28	11.74			
P1:Madrid	6	13.95	9.78	69.2	27.86	22.12			
		1.06	0.8	3.33	6.36	3.93			
P2:Valence	5	12.42	9	71.4	39	41.84			
		0.66	0.53	3.25	4.55	8.08			
P3:Gardiol	2	16.25	13.25	81.5	35.5	35.8			
		0.35	0.49	1.41	3.54	1.27			
P4:Laborat	3	15.63	11.9	76.17	30.43	31.53			
		3	1.93	3.51	11.24	10.66			
Total	16	13.98	10.41	72.97	33.11	32.4	4.99		-2.7
		1.97	1.81	5.16	7.81	10.53	5.49		3.23
M. domestic	1113	14.2	9.7	68	41.4	42.4			-1
	1114	15.2	9.5	62.5	30.4	31.5			-1.1
	1123	13.7	9.2	67	41.3	45.6			-4.3
	1124	13.2	10	75.5	30.4	43			-12.6
	1213	18.5	14.3	77.5	30	36.3			-6.3
	1214	18.5	12.7	68.5	18.8	37.9			-19.1
	1313	16.2	12.3	75.5	34.2	37.5			-3.3
	1322	16.5	11.5	69.5	46.2	45.4	0.8		
	1323	13.5	9.9	73.5	44.4	47.4			-3
males	5	16.52	11.7	70.4	30.96	37.12			
		1.94	2.06	6.09	8.19	3.9			
femelles	4	14.23	10.15	71.38	40.58	45.35			
		1.53	0.97	3.84	7.08	1.81			
P1:Grece	4	14.08	9.6	68.25	35.88	40.63			
		0.85	0.34	5.39	6.32	6.24			
P2:Perou	2	18.5	13.5	73	24.4	37.1			
		0	1.13	6.36	7.92	1.13			
P3:Baleare	3	15.4	11.23	72.83	41.6	43.43			
		1.65	1.22	3.06	6.47	5.23			
Total	9	15.5	11.01	70.83	35.23	40.78	0.8		-6.34
		2.06	1.77	4.93	8.83	5.26	#DIV/0!		6.35

<hr/>								
M. spretus	2111	12.7						
	2112	13.5	9.8	72.5	17.4	20.4		-3
	2113	13	8.5	65.5	16.5	22.3		-5.8
	2114	12.7	9.4	73.5	17.1	23.5		-6.4
	2115	15.2	10.8	70.5	27.9	32.6		-4.7
	2116	15	10.3	68.5	27.3	37		-9.7
	2121	15.5	11.6	74.5	31.2	34.6		-3.4
	2122	14.2	9.6	67.5	39.4	39.4	0	0
	2123	14.2	9.1	64	24.1	29.6		-5.5
	2124	13.2	9.3	70.5	16.1	32.1		-16
	2125	12.5	9.3	74.5	24.7	34.4		-9.7
	2126	14.5	8.9	61.5	12.6	14.6		-2
	2211	13.5	9.9	73	33.5	36.5		-3
	2212	16	10	62.5	42	42	0	0
	2213	16	12.1	75.5	36.4	29	7.4	
	2214	11.5	8.5	74	29.4	36.5		-7.1
	2215	13	10.2	78.5	29.4	32.4		-3
	2216	11.2						
	2221	12.7	9.6	75.5	18.7	35.7		-16.6
	2222	10	6.7	67	14.9	26.9		-12
	2223	12.2	9.5	77.5	15.8	12.6	3.2	
	2224	15.5	10.9	70.5	30.2	40.2		-10.1
	2225	13	8.5	65.5	35.2	56.3		-21.1
	2226	12	9	75	32.2	43.3		-11.1
	2311	14.5	8.9	61	28.2	26.1		-7.9
	2312	16.5	12.8	77.5	28.9	37.5		-8.6
	2321	14.5						
	2322	15.2	12.2	80	23	41.8		-18.8
	2412	14.7	11.6	78.5	19	27.6		-8.6
	2413	12.7	9.9	78	15.1	20.1		-5
	2421	11.5	8.7	76	24	29.7		-5.7
	2422	11	7.9	72	37.9	44.2		-6.3
	2423	18	12.8	71	22.7	34.4		-11.7
	2424	15.2	12.4	81	22.7	34		-11.3
<hr/>								
males	16	13.86	10.19	72.07	26.29	30.96		
		1.61	1.28	5.81	8.19	7.17		
femelles	16	13.61	9.76	71.97	25.02	34.32		
		1.96	1.67	5.55	8.18	10.44		
P1:Madrid	12	13.85	9.69	69.36	23.12	29.14		
		1.06	0.9	4.38	8.04	7.82		
P2:Valence	11	13.05	9.54	72.23	28.88	35.55		
		1.92	1.4	5.2	8.79	11		
P3:Gardiol	3	15.18	11.3	72.83	26.7	38.47		
		0.94	2.1	10.32	3.22	2.97		
P4:Laborat	6	13.85	10.55	76.08	23.57	31.67		
		2.64	2.02	3.9	7.74	8.05		
Total	32	13.72	9.96	72.02	25.6	32.81	2.65	-8.07
		1.78	1.5	5.57	8.07	9.13	3.51	5.31
<hr/>								
M.domestic	1111	16.7	12.8	76.5	24.2	31.2		-7
	1112	16	11.5	72	32.9	34.7		-1.8
	1113	13.5	9.6	71	33.2	41.6		-8.4
	1114	15	9.7	64.5	23.7	29.9		-6.2
	1121	12.7	9	70.5	35.6	42.3		-6.7
	1122	14.7	11.2	76	49.8	32.9	16.9	
	1123	13.5	9.3	69	32.2	40.8		-8.6
	1124	13.5	10.3	76.5	31	40.6		-9.6
	1211	17.5	13.1	75	20.6	32.7		-12.1
	1212	16.5	12.6	76.5	28	36.4		-8.4
	1213	18	14.1	78.5	28.3	35.4		-7.1
	1214	18	12.5	69.5	24.8	36		-11.2
	1221	17.2	12.8	74	36.8	29.7	7.1	
	1222	14.7	11.3	76.5	34.5	38.1		-3.6
	1311	18	14.7	81	21.2	39.8		-18.6
	1313	16.7	12.7	75.5	30	33.2		-3.2
	1321	16.2	10.9	67	28.5	45.1		-16.6
	1322	17	12	70.5	23.4	37.5		-14.1
	1323	13.5	10.3	76.5	30.9	41.6		-10.7
<hr/>								
males	10	16.59	12.33	74	26.69	35.09		
		1.46	1.66	4.81	4.5	3.63		
femelles	9	14.78	10.79	72.94	33.63	38.73		
		1.66	1.22	3.73	7.28	4.83		
P1:Grece	8	14.45	10.43	72	32.83	36.75		
		1.39	1.3	4.23	8.08	5.1		
P2:Perou	6	16.98	12.73	75	28.83	34.72		
		1.25	0.91	3.1	6.01	3.02		
P3:Balear	5	16.28	12.12	74.1	26.8	39.44		
		1.69	1.72	5.45	4.27	4.46		
Total	19	15.73	11.6	73.5	29.98	36.82	12	-9.05
		1.78	1.63	4.25	6.81	4.52	6.93	4.54

<hr/>								
M. spretus	2111	13.2						
	2112	14	9.9	71	26.2	27.2		-1
	2113	14	9.8	70	24.5	23.5	1	
	2114	13.7	10.1	73.5	23.8	24.7		-0.9
	2115	15.7	10.3	65.5	34	34.9		-0.9
	2116	15.5	10.8	69.5	34.4	35.3		-0.9
	2121	16.7	12.4	74	44.4	42.8	1.6	
	2122	16.5	11.8	71.5	30.5	31.3		-0.8
	2123	14.7	9.4	64	36	37.1		-1.1
	2124	13.5	9.3	69	34.4	37.6		-3.2
	2125	13	9.6	73.5	25.1	26.2		-1.1
	2126	14.5	8.8	61	27.1	23.8	3.3	
	2211	13.5	9.8	72.5	35.8	35.8	0	0
	2212	16.7	11	65.5	41	40.1	0.9	
	2213	17	12.9	76	27.9	28.6		-0.7
	2214	12	9	75	31.2	33.4		-2.2
	2215	14.5	11.5	79.5	39.5	39.5		-0.8
	2216	11.7						
	2221	13.7	10.2	74.5	31.2	30.3	0.9	
	2222	10	6.7	66.5	22.6	30.1		-7.5
	2223	12.5	9.9	79	14.2	13.2	1	
	2224	16.7	11.8	70.5	30.5	35.6		-5.1
	2225	14.5	9.6	66.5	38.4	46.7		-8.3
	2226	12.5	9.8	78.5	32.6	38.7		-6.1
	2311	16.5	10.3	62.5	34.9	32	2.9	
	2312	17	13.2	77.5	34.9	37.2		-2.3
	2321	15						
	2322	14.7	11.6	78.5	33.7	34.6		-0.9
	2412	15.5	11.4	74	28.8	29.7		-0.9
	2413	13.5	10.8	80	22.2	19.4	2.8	
	2421	12	9.4	78	33.1	34.2		-1.1
	2422	11.5	8.1	71	43.1	49.2		-6.1
	2423	19	14.8	77.5	30.4	29.1	1.3	
	2424	16.2	13	80	34.7	30.8	3.9	
<hr/>								
males	16	14.63	10.85	72.29	30.65	30.86		
		1.7	1.19	5.31	5.43	5.8		
femelles	16	14.29	10.36	72.56	31.88	33.61		
		2.22	1.97	5.75	7.23	8.6		
P1:Madrid	12	14.58	10.2	69.32	30.95	31.31		
		1.25	1.09	4.21	6.36	6.62		
P2:Valence	11	13.78	10.24	73.09	30.45	32.98		
		2.21	1.71	5.2	7.36	8.48		
P3:Gardiol	3	15.8	11.7	72.83	34.5	34.6		
		1.12	1.45	8.96	0.69	2.6		
P4:Laborat	6	14.62	11.25	76.75	32.05	32.07		
		2.84	2.42	3.57	6.94	9.74		
Total	32	14.45	10.57	72.44	31.33	32.37	1.78	-2.47
		1.97	1.67	5.47	6.41	7.48	1.24	2.53
<hr/>								
M. domestic	1111	17.5	12.8	73	31.3	31.3	0	0
	1112	17.5	13	74.5	32.2	29.9	2.3	
	1113	16.7	12.2	73	40.3	31.3	9	
	1114	16	10.8	67.5	28.7	32.3		-3.6
	1121	13.5	9.8	72.5	43.9	43.9	0	0
	1122	16	12.6	78.5	39.8	39	0.8	
	1123	14.2	10.1	71	36.6	28.5	8.1	
	1124	15	11.6	77.5	37.8	43		-5.2
	1211	17.5	13.7	78.5	25.5	38.6		-13.1
	1212	17	13.4	79	44.7	43.2	1.5	
	1213	18.5	14.4	78	27	29.8		-2.8
	1214	18.5	13.2	71.5	29.5	34.8		-5.3
	1221	18.2	13.9	76	41.8	36.8	5	
	1222	14.5	11.4	78.5	53.7	27	26.7	
	1311	19	15.9	83.5	29.6	30.9		-1.3
	1313	17.7	13.7	77	35.8	34.4	1.4	
	1321	17.5	11.3	64.5	33.7	39.9		-6.2
	1322	18.2	13.1	72	32	38		-6
	1323	14.5	11.4	78.5	39.5	44.8		-5.3
<hr/>								
males	10	17.59	13.31	75.55	32.46	33.65		
		0.9	1.34	4.56	6.08	4.31		
femelles	9	15.73	11.69	74.33	39.87	37.88		
		1.81	1.33	4.76	6.39	6.36		
P1:Grece	8	15.8	11.61	73.44	36.33	34.9		
		1.47	1.25	3.5	5.18	6.12		
P2:Perou	6	17.37	13.33	76.92	37.03	35.03		
		1.53	1.03	2.85	11.4	5.91		
P3:Balear	5	17.38	13.08	75.1	34.12	37.6		
		1.71	1.89	7.21	3.77	5.3		
Total	19	16.71	12.54	74.97	35.97	35.65	5.48	-4.44
		1.67	1.54	4.57	7.15	5.65	8.13	3.68

Tableau XXII

	-----terrain-----										-----laboratoire-----					
	PDS	TEC	FE-1	FE-2	FE-3	FS-1	FS-2	FS-3	GAIN	PERTE	PDS	TEC	FE-3	FS-3	GAIN	PERTE
T-MAS1	51	73	8.19	16.1	22	7.45	14.6	20	2							
T-MAS2	50	68	6.46	12.9	19	6.8	13.6	20		-1						
T-MAS3	48	70	7.39	15.4	22	7.06	14.7	21	1							
T-MAS4	42	65	4.91	11.7	18	4.64	11.1	17	1							
T-MAS5	42	63	4.5	10.7	17	5.03	12	19		-2						
T-MAS6	41	67	4.94	12.1	18	5.77	14.1	21		-3						
T-MAH1	55	69	7.21	13.1	19	7.59	13.8	20		-1	55	64	18	17	1	
T-MAH2	54	67	7.24	13.4	20	6.51	12.1	18	2		56	70	19	15	4	
T-MAH3	40	71	4.83	12.1	17	4.83	12.1	17			45	68	16	17		-1
T-MAH4	48	70	6.05	12.6	18	6.38	13.3	19		-1	48	67	18	20		-2
T-MAH5	51	68	5.2	10.2	15	5.55	10.9	16		-1	57	71	17	15	2	
T-MAH6	45	72	6.16	13.7	19	5.51	12.2	17	2		53	70	16	16		
T-MJS1	33	70	3.47	10.5	15	2.77	8.4	12	3							
T-MJS2	22	65	2	9.1	14	1.57	7.15	11	3							
T-MJS3	28	64	3.05	10.9	17	2.69	9.6	15	2							
T-MJH1	35	67	3.05	8.71	13	2.58	7.37	11	2		39	68	12	12		
T-MJH2	33	71	3.28	9.94	14	2.34	7.1	10	4		40	70	11	11		
T-MJH3	15	72	1.73	11.5	16	1.4	9.36	13	3		19	73	13	11	2	
T-MJH4	24	69	2.48	10.4	15	2.32	9.66	14	1		28	65	15	12	3	
T-MJH5	30	71	3.62	12.1	17	3.2	10.7	15	2		35	73	16	13	3	
T-MJH6	28	72	3.63	13	18	3.43	12.2	17	1		29	71	18	15	3	
T-MJH7	27	70	2.65	9.8	14	2.27	8.4	12	2		31	67	14	12	2	
T-MJH8	31	68	2.53	8.16	12	2.32	7.48	11	1		33	72	13	10	3	
T-FAS1	41	71	6.7	16.3	23	6.99	17	24		-1						
T-FAS2	40	70	6.72	16.8	24	6.44	16.1	23	1							
T-FAS3	47	67	7.87	16.8	25	8.5	18.1	27		-2						
T-FAH1	50	69	7.59	15.2	22	7.94	15.9	23		-1	51	71	21	20	1	
T-FAH2	45	71	6.39	14.2	20	6.71	14.9	21		-1	45	70	20	19	1	
T-FAH3	54	67	6.87	12.7	19	6.51	12.1	18	1		60	64	23	17	6	
T-FAH4	40	70	5.04	12.6	18	5.6	14	20		-2	43	66	19	21		-2
T-FAH5	48	73	8.06	16.8	23	7.36	15.3	21	2		49	74	22	18	4	
T-FAH6	45	65	7.61	16.9	26	7.31	16.3	25	1		55	70	28	22	6	
T-FJS1	22	68	2.54	11.6	17	2.24	10.2	15	2							
T-FJS2	33	62	3.07	9.3	15	2.86	8.68	14	1							
T-FJS3	35	64	3.36	9.6	15	3.58	10.2	16		-1						
T-FJH1	18	67	2.05	11.4	17	2.17	12.1	18		-1	19	70	18	17	1	
T-FJH2	34	69	3.75	11	16	3.52	10.4	15	1		36	71	15	16		-1
T-FJH3	35	70	3.43	9.8	14	3.92	11.2	16		-2	34	68	16	15	1	
T-FJH4	26	61	2.38	9.15	15	2.22	8.54	14	1		28	63	16	13	3	
T-FJH5	31	68	3.37	10.9	16	3.37	10.9	16			36	65	15	15		
T-FJH6	30	65	2.73	9.1	14	2.54	8.45	13	1		34	68	13	13		
T-FJH7	27	64	2.25	8.32	13	2.42	8.96	14		-1	31	66	14	14		

MYN: TMA5	45.7	67.7	6.1	13.1	19.3	6.1	13.3	19.7
EC-TP	5	4	2	2	2	1	1	2
MYN: TMAH	48.8	69.5	6.1	12.5	18	6.1	12.4	17.8
EC-TP	6	2	1	1	2	1	1	1
MYN: TMA	47.3	68.6	6.1	12.8	18.7	6.1	12.9	18.8
EC-TP	5	3	1	2	2	1	1	2
MYN: TMJS	27.7	66.3	2.8	10.2	15.3	2.3	8.4	12.7
EC-TP	6	3	1	1	2	1	1	2
MYN: TMJH	27.9	70	2.9	10.4	14.9	2.5	9	12.9
EC-TP	6	2	1	2	2	1	2	2
MYN: TMJ	27.8	69	2.9	10.4	15	2.4	8.9	12.8
EC-TP	6	3	1	1	2	1	2	2
MYN: TM	38	68.8	4.5	11.6	16.9	4.3	10.9	15.9
EC-TP	11	3	2	2	3	2	3	4
MYN: TFAS	42.7	69.3	7.1	16.6	24	7.3	17.1	24.7
EC-TP	4	2	1	0	1	1	1	2
MYN: TFAH	47	69.2	6.9	14.7	21.3	6.9	14.7	21.3
EC-TP	5	3	1	2	3	1	2	2
MYN: TFA	45.6	69.2	7	15.4	22.2	7	15.5	22.4
EC-TP	7	3	0	1	1	1	1	1
MYN: TFJS	30	64.7	3	10.2	15.7	2.9	9.7	15
EC-TP	7	3	0	1	1	1	1	1
MYN: TFJH	28.7	66.3	2.9	10	15	2.9	10.1	15.1
EC-TP	6	3	1	1	1	1	1	2
MYN: TFJ	29.1	65.8	2.9	10	15.2	2.9	10	15.1
EC-TP	6	3	1	1	1	1	1	1
MYN: TF	36.9	67.4	4.8	12.5	18.5	4.9	12.6	18.6
EC-TP	10	3	2	3	4	2	3	4
MYN: TT	37.5	68.2	4.7	12.1	17.6	4.6	11.7	17.1
EC-TP	11	3	2	3	3	2	3	4

MYN: TMAL	52.3	68.3	17.3	16.7
EC-TP	5	3	1	2

MYN: TMJL	31.8	69.9	14	12
EC-TP	7	3	2	2

MYN: TML	40.6	69.2	15.4	14
EC-TP	12	3	3	3

MYN: TFAL	50.5	69.2	22.2	19.5
EC-TP	6	4	3	2

MYN: TFJL	31.1	67.3	15.3	14.7
EC-TP	6	3	2	1

MYN: TFL	40.1	68.2	18.5	16.9
EC-TP	12	3	4	3

MYN: TL	40.3	68.7	16.9	15.4
EC-TP	12	3	4	3

Tableau XXIII

		FDS	VRE			Ecart		VRE			
			TEC	FE	FS	>0	<0	TEC	FE	FS	
			-----Terrain-----			-----		-----Laboratoire-----			
Acomys	Ac-Ma1	41	65	16	13	3		67	22	18	
	Ac-Ma2	40	70	15	14	1		69	19	17	
	Ac-Ma3	35	74	12	14		2	80	18	15	
	Ac-Ma4	31	68	14	13	1		78	21	14	
	Ac-Ma5	33	63	17	15	2					
	Ac-Ma6	35	71	15	16		1				
	Ac-Ma7	24	69	19	18	1					
	Ac-Mj1	40	73	13	14		1				
	Ac-Mj2	41	72	15	17		2				
	Ac-Mj3	33	75	19	18	1					
	Ac-Mj4	25	83	13	12	1					
	Ac-Mj5	37	73	18	18						
		Ac-Fa1	28	65	20	19	1		70	23	19
		Ac-Fa2	40	67	21	22		1	75	24	21
		Ac-Fa3	26	77	18	19		1	81	31	20
		Ac-Fa4	35	79	17	16	1		83	19	19
		Ac-Fa5	42	82	15	14	1		84	20	16
		Ac-Fj1	38	68	19	20		1			
		Ac-Fj2	27	82	16	18		2			
		Ac-Fj3	33	71	14	15		1			
		Ac-Fj4	40	69	22	21	1				
		Ac-Fj5	49	72	24	23	1				
		Ac-Fj6	44	75	18	17	1				
		Ac-Fj7	36	68	17	19		2			
		Ac-Fj8	35	70	16	17		1			
Moyennes Ecart	M-a	34	69	15	0			74	20	16	
		6	4	2	2			6	2	2	
	M-j	35	75	16	16						
		6	4	3	3						
	Males	35	71	16	15			74	20	16	
		6	5	2	2			6	2	2	
	F-a	34	74	18	18			79	23	19	
		7	8	2	3			6	5	2	
	F-j	38	72	18	19						
		7	5	3	3						
Femelles	36	73	18	18			79	23	19		
	7	6	3	3			6	5	2		
Total	36	72	17	17			76	22	18		
	6	5	3	3			6	4	2		

Tableau XXIV:

		PDS	VRE			Ecart	
			TEC	FE	FS	>0	<0
-----Terrain-----							
Gerbillus	G-M1	23	65	22	23		1
		22	61	18	22		4
	G-M2	20	68	17	19		2
	G-M3	20	66	20	21		1
	G-M4	33	67	19	18	1	
	G-M5	22	64	20	19	1	
	G-M6	34	70	20	22		2
	G-M7	22	77	23	24		1
	G-F1	24	63	19	18	1	
	G-F2	28	71	19	20		1
	G-F3	31	70	21	19	2	
	G-F4	19	72	18	17	1	
	G-F5	21	65	17	15	2	
		20	65	16	13	3	
		20	65	16	12	4	
	G-F6	28	70	18	19		1
	G-F7	30	70	15	16		1
		30	69	14	16		2
	G-F8	18	65	18	20		2
	G-F9	19	66	18	17	1	
	G-F10	28	65	19	21		2
		26	65	15	17		2
	G-F11	33	60	21	18	3	
	G-F12	16	64	19	17	2	

Moyennes	Males	25	67	20	21		
Ecart		6	5	2	2		
	Femelles	24	67	18	17		
		5	3	2	2		
	Total	24	67	18	18		
		5	4	2	3		

Tableau: XXV

	PDS	VRE			Ecart		VRE			
		TEC	FE	FS	>0	<0	TEC	FE	FS	
-----Terrain-----					-----		-----Laboratoire-----			
Arvicanthis Ar-M1	95	82	25	24	1		80	27	23	
Ar-M2	102	75	33	27	6		78	35	26	
Ar-M3	86	76	36	33	3		70	34	32	
Ar-M4	117	71	31	32		1	76	38	38	
Ar-M5	100	83	30	28	2		82	39	31	
Ar-M6	92	88	25	27		2	85	29	27	
Ar-F1	53	89	38	33	5		92	41	35	
Ar-F2	89	80	33	35		2	80	37	34	
Ar-F3	92	75	37	34	3		74	36	36	
Ar-F4	45	85	35	32	3		88	38	37	
Ar-F5	111	72	41	40	1		79	40	40	
Ar-F6	97	93	34	36		2	89	39	35	
Ar-F7	103	84	39	41		2	81	43	40	
Ar-F8	84	73	32	30	2		77	39	31	

Males	99	79	30	29			79	34	30	
	11	6	4	3			5	5	5	
Femelles	84	81	36	35			83	39	36	
	23	8	3	4			6	2	3	
Total	90	80	34	32			81	37	33	
	20	7	5	5			6	4	5	

	PDS	VRE			Ecart		VRE			
		TEC	FE	FS	>0	<0	TEC	FE	FS	
-----Terrain-----					-----		-----Laboratoire-----			
Mastomys erythrol.	Ma-M1	46	73	38	36	2		74	39	38
	Ma-M2	38	86	42	40	2		85	43	40
	Ma-M3	52	77	41	43		2	76	44	45
	Ma-M4	47	89	37	39		2	88	39	38
	Ma-M5	41	79	52	48	4		80	51	49
	Ma-F1	40	86	48	45	3		88	49	44
	Ma-F2	39	85	34	37		3	79	42	37
	Ma-F3	37	75	32	33		1	79	40	32

Males	45	81	42	41			81	43	42	
	5	7	6	5			6	5	5	
Femelles	39	82	38	38			82	44	38	
	2	6	9	6			5	5	6	
Total	43	81	41	40			81	43	40	
	5	6	7	5			5	5	5	

Tableau XXVI :