

UNIVERSITE DE MAROUA

\*\*\*\*\*

ECOLE NORMALE SUPERIEURE

\*\*\*\*\*



THE UNIVERSITY OF MAROUA

\*\*\*\*\*

HIGHER TEACHERS' TRAINING

COLLEGE

\*\*\*\*\*

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

DEPARTMENT OF LIFE AND EARTH SCIENCES

**Quelques aspects du métabolisme hydrique de la Chauve-souris frugivore *Epomophorus gambianus* (Ordre des Chiroptères, Famille des Pteropodidés) de la ville de Maroua : Extrême-Nord Cameroun**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Professeur d'Enseignement  
Secondaire de deuxième grade (DIPES II)

Par :

BACHIROU HAMADOU

Licence de Biologie et Physiologie Animales

MAPOUNG CHANTAL

Licence de Biologie et Physiologie Animales

ZOURMBA MATHIEU

Licence de Biologie et Physiologie Animales

Sous la direction de :

Dr David Emery TSALA, Chargé de Cours

M. Bakwo Fils Eric Moise, Assistant

Ecole Normale Supérieure

Université de Maroua

Année académique 2010- 2011

## **DEDICACE**

Nous dédions ce mémoire à nos parents ALH. HAMADOU SAMBO et ASTADJAM NDJIDDA PAYANG André et MASSILE Rosalie et ZOURMBA Michel et MAIDIKE MALAYE pour leurs amours et soutiens dans la réalisation de ce travail.

## REMERCIEMENTS

Notre étude est le fruit des efforts de plusieurs personnes que nous tenons à remercier du fond du cœur. Toute notre reconnaissance et notre gratitude vont :

- aux Enseignants qui ont acceptés de juger ce travail en qualité de membres du jury ;
- au Pr NGO BUM Elisabeth, Vice Doyen Chargé de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques à la Faculté des Sciences de l'Université de Ngaoundéré qui a accepté de superviser ce travail, malgré ses lourdes charges et l'éloignement;
- au Pr DIMO Théophile pour nous avoir reçu tel un père et mis à notre disposition équipements et réactifs, sans nous avoir jamais connus, au Laboratoire de Physiologie Animale de l'Université de Yaoundé I où tous les dosages plasmatiques ont été faits;
- au Dr David Emery TSALA pour son aide inestimable qu'il a apporté;
- à Mr BAKWO Fils Eric pour sa disponibilité sans faille, malgré la longue absence de notre encadreur direct, son assistance matérielle et physique pour la capture et la manipulation des Chauves-souris, sans quoi ce travail n'aurait certainement pas été fait ;
- à Mr FOBDA, Chef de Section « nyebe » de l'IRAD de Maroua qui nous a fait entièrement confiance, nous a introduit auprès de sa hiérarchie et nous a aidé avec la centrifugeuse de son laboratoire ;
- à Mr GUILLE, technicien de laboratoire à l'antenne IRAD de Maroua, qui nous a accompagné toutes les fois que nous l'avons sollicité, sans jamais se fatiguer, pour la préparation du plasma des animaux ;
- à Mr TABI Nkoulou Thierry pour s'être personnellement impliqué dans l'organisation des dosages plasmatiques et l'analyse statistique de nos résultats, ainsi que tous les autres membres du Laboratoire de Physiologie animale de l'Université de Yaoundé I pour leur encadrement durant notre séjour dans leurs locaux ;
- à Mr Awong William dont l'aide et la diligence ont permis d'expédier les échantillons de plasma par avion de Maroua à Yaoundé, afin de faire les dosages plasmatiques dans de bonnes conditions ;
- à nos parents et à tous nos frères et sœurs ;
- à tous ceux qui de prêt ou de loin ont participé à l'élaboration de ce travail.

## TABLE DE MATIERES

DEDICACE .....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
TABLE DE MATIERES .....	iii
LISTE DES PLANCHES ET FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	vi
Résumé.....	1
Abstract .....	2
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE I : REVUE DE LA LITERATURE.....</b>	<b>6</b>
I- Généralités sur l'équilibre hydrominéral et thermique chez les Mammifères.....	7
I-1- contrôle de l'équilibre hydrique .....	7
I-2- influence de la température ambiante sur le renouvellement de l'eau.....	10
I-3-Différences entre le froid et la chaleur chez les mammifères : Définition de la torpeur .....	10
I-4-Thermorégulation et métabolisme des Chauves-souris .....	11
I-5-Chaue-souris vampire et insuffisance rénale chronique .....	12
I-6-Influence de la disponibilité en eau et des changements climatiques sur la fonction de reproduction des Chauves-souris .....	13
I-7-Influence de la disponibilité en eau et des changements climatiques sur l'activité des Chauves-souris.....	11
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>16</b>
I- la zone d'étude .....	16
I- 1- Présentation de la zone d'étude.....	16
I-2- Repérage des sites de capture.....	16

II- Méthodologie.....	17
II-1- Matériel biologique.....	17
II-2- Justification du choix de l'espèce .....	17
II-3-Protocole expérimental .....	17
II-4- Calcul théorique de l'osmolalité.....	27
II-5- Analyse des données.....	28
<b>CHAPITRE III : RESULTAT ET DISCUSSION.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I- Résultats .....	30
I-1- Température rectale, eau bue, aliments consommés et poids corporel.....	30
I-2- Détermination de la teneur du plasma en ion chlorures.....	31
I-3- Détermination de la teneur du plasma en ion potassium .....	31
I-4- Détermination de la teneur du plasma en ion sodium.....	33
I-5- Détermination de la teneur du plasma en protéines totales (g/L) .....	33
I-6- Détermination de la teneur du plasma en urée.....	35
I-7- Détermination de la teneur du plasma en glucose.....	35
I-8- Estimation théorique de l'osmolalité plasmatique .....	36
II -Discussion.....	37
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE</b>	

## LISTE DES PLANCHES ET FIGURES

Planche 1 : <i>Epomophorus gambianus</i> .....	18
Planche 2 : photo de mise à nu de la veine brachiale, Maroua 2011 .....	20
Figure 1 : Courbe d'étalonnage des protéines .....	266
Figure 2 : Teneur du plasma en ion chlorure .....	31
Figure 3 : Teneur du plasma en ion potassium .....	32
Figure 4 : teneur du plasma en sodium .....	33
Figure 5: teneur du plasma en protéines .....	34
Figure 6 : teneur du plasma en urée .....	35
Figure 7: teneur du plasma en glucose.....	36
Figure 8 : Osmolalité théorique.....	37

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Position géographique des sites de capture, nombres de capture et les coordonnées G P S.....	16
Tableau 2 : dosage de l'ion chlorure. ....	21
Tableau 3 : dosage de l'ion potassium .....	22
Tableau 4 : dosage de l'ion sodium.....	233
Tableau 5 : dosage du glucose.....	244
Tableau 6 : dosage des protéines.....	255
Tableau 7 : dosage de l'urée.....	277
Tableau 8 : température rectale, quantité d'eau bue et aliments consommés en 12 h.....	30

## LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS

**AT1:** Récepteur de Type 1 de l'Angiotensine

**BR :** Blanc de Réactif

**Cap :** Captopril

**ECA :** Enzyme de Conversion de l'Angiotensine

**Ech:** Echantillon

**EDTA:** Ethylene Diamino Tetraacetic Acid

**ESM :** Erreur Standard sur la Moyenne

**GPS:** Global Positionning System

**IRAD :** Institut de Recherche Agricole pour le Développement

**LEC :** Liquide extracellulaire

**SAB :** Sérum Albumine Bovin

**SRA :** Système Rénine- Angiotensine

**Std :** Standard

## Résumé

L'objectif de cette étude était d'explorer les effets de la privation d'eau sur le métabolisme hydrique d'une espèce pérenne de chauve-souris frugivore et sa relation avec le système rénine-angiotensine (SRA). Pour ce faire, *Epomophorus gambianus*, mégachiroptère de la classe des Mammifères a été identifié et choisie, grâce aux témoignages et à notre propre observation. Quatre groupes d'animaux (sel, sel+cap, sel+jeûne, sel+jeûne+cap) ont été constitués et soumis à différents traitements (mise à jeun, injection du captopril et de NaCl). Au terme de notre étude, la température rectale des animaux est restée sensiblement égale à 37°C avec une marge d'erreur très faible. Le plasma obtenu a servi pour doser les ions et les métabolites. Associés au NaCl, le captopril inhibe légèrement la soif accompagnée d'une réduction de leur consommation alimentaire, soit 22,75% et 20,31% respectivement). La composition du plasma a été modifiée créant de ce fait le trouble de l'homéostasie. Il en est ressorti une diminution du taux d'ion chlorure (de 14,75 à 0,92%), potassium (de 15,86 à 0,10%), sodium (de 86,98 à 36,37%), glucose (de 64,72 à 12,81%), osmolalité plasmatique (de 75,49 à 30,85%), du taux de protéine (de 44,44 à 20,45%), augmentation du taux d'urée (0,13 à 60,07%) tous par rapport au témoin. Les effets sur les osmorécepteurs, comparés à ceux des récepteurs d'angiotensine II, seraient plus importants dans la réaction des animaux et l'ion sodium aura contribué pour la plus grande part à la diminution de l'osmolarité. Enfin, si *Epomophorus gambianus* peut ajuster ses entrées d'eau, il semble nécessaire que celle-ci lui soit disponible pour assurer sa survie.

**Mots clés :** Chauve-souris frugivore, *Epomophorus gambianus*, Système rénine-angiotensine, homéostasie.

## Abstract

The main objective of this work was to explore the effects of water restriction on water metabolism of a resident fruit bat species in the Northern part of Cameroon and its relationship with the renin–angiotensin system. *Epomophorus gambianus* seems to be a resident fruit bat in the Sahel context of the Far-North Region of Cameroon (Central Africa). This species seems to contribute mostly to seed dispersal of *Azadiracta indica*, a valuable and multipurpose plant of semi-arid regions. Animals were captured with nets, identified and divided in 4 groups of three animals depending on the treatment received. Groups were formed as follow: salt (NaCl 0.9%); salt+cap (NaCl 0.9%+captopril); salt+fast ( NaCl 0.9% + fasting) ; and salt+fast+cap ( NaCl 0.9%+ fasting+ captopril). 12 hrs post treatment, rectal temperature, main plasma electrolytes and metabolites of each animal were measured. The average rectal temperature remained around 37°C for all the groups. Captopril associated with NaCl slightly inhibited thirst accompanied with a reduction of food consumption of 22.75% and 20.31% respectively. Chloremia, kaliemia, natremia, glycemia and plasmatic osmolality decreased at range of 14.75-0.92%, 15.86-0.10%, 86.98-36.37%, 64.72-12.81%, and 75.49-30.85% respectively compared to control animals. Proteinemia also decreased at range of 44.44-20.45 % compared to control animals. Finally urea has increased at range of approximately 0.13-60.07% compared to control animals. These results suggested that the effect of the various treatments on osmoreceptors (drinking water availability/restriction) might be more important compared to that of angiotensine II, and sodium ion has contributed mainly to the osmolarity. Definitely *Epomophorus gambianus* can adjust its water intake. In addition water availability is compulsory for its survival, despite the higher temperatures and low precipitations levels in the region.

**Keywords:** Bats, *Epomophorus gambianus*, hydromineral homeostasis, seed dispersal

## Introduction

L'image de la chauve-souris dans la culture populaire peut être bénéfique ou maléfique selon les cultures. A cause de leur aspect « étrange » et de leur vie nocturne et, par voie de conséquence du mystère qui entoure leur mode de vie, elles sont souvent victimes d'idées reçues qui leur ont valu longtemps d'être persécutées par l'homme. (Teeling *et al.*, 2002 ;2005). Les Chauves-souris appartiennent à l'Ordre des Chiroptères qui est subdivisé en deux sous ordres, à savoir : les Microchiroptères et les Mégachiroptères. Les Mégachiroptères faisant l'objet de notre travail, appartiennent à la famille des Ptéropodidés qui compte aujourd'hui cent soixante dix (170) espèces environs regroupées en plusieurs genres comme : *Pteropus*, *Roussettes*, *Epomophorus*, *Eidolon* (Dobson, 1878).

Les Chauves-souris ont des caractéristiques uniques parmi les mammifères et présentent une diversité de niche écologique qui font d'eux des organismes clé dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes (Reis et Guillaumet, 1983; Rodriguez *et al.*, 2006). En effet, de nombreuses études ont démontré le rôle significatif des Chiroptères dans la régulation des populations d'insectes, la pollinisation et la dispersion des graines de nombreuses plantes ayant une importance écologique et économique. C'est le cas en zone tropicale où ces animaux semblent par leur abondance et leurs activités être parmi les principaux agents de dissémination des graines, bien plus que les oiseaux et des autres mammifères frugivores (Reis et Guillaumet, 1983).

La connaissance des Chiroptères d'Afrique centrale reste un domaine où très peu d'études ont été menées. Néanmoins quelques travaux ont été faits sur la communauté des Chiroptères du Cameroun par Aellen (1952) et Bakwo (2009a, 2009b). Il existe donc un réel déficit d'informations de base sur la richesse spécifique, la distribution de ces espèces en Afrique Centrale et notamment leur physiologie. C'est en tenant compte des réalités écologiques de la région de l'Extrême Nord Cameroun et du rôle que pourraient jouer les chauves-souris dans la régénération des arbres que le Département des Sciences de la Vie et de la Terre de l'Université de Maroua a entrepris une étude de l'Ecophysiologie des Chauves-souris de la Région.

L'objectif global recherché dans le cadre de ce mémoire est d'explorer les effets de la privation d'eau sur le métabolisme hydrique d'une espèce pérenne de chauve-souris frugivore et sa relation avec le système rénine-angiotensine (SRA). Les objectifs spécifiques à atteindre sont :

- ✚ évaluer la variation de la consommation hydrique après une période de privation de 12 heures;
- ✚ Observer l'influence de l'inhibition centrale et périphérique de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ACE) sur la prise hydrique spontanée.
- ✚ déterminer le rôle des ions sodium, potassium et chlorure, ainsi que le rôle des métabolites tels que le glucose, l'urée et les protéines plasmatiques sur les variations de l'osmolalité, et la prise hydrique spontanée.

#### Hypothèses de recherche:

-Il sera question d'évaluer certains paramètres tels que la privation d'eau, l'activation et le blocage du SRA, afin de voir s'ils entraîneraient une augmentation de la prise d'eau.

-Si les animaux n'ajustent pas leur prise d'eau, alors les mécanismes utilisés pour contrôler la soif seraient contrebalancés par des mécanismes plasmatiques et/ou rénaux impliqués dans l'homéostasie de l'eau.

# CHAPITRE 1 : REVUE DE LA LITTERATURE

## I- Généralités sur l'équilibre hydrominéral et thermique chez les Mammifères

L'eau est le composant majeur chez les mammifères en général et peut atteindre jusqu'à 63% chez un adulte mâle et 52% chez la femelle. L'eau corporelle est composée de dioxyde de carbone, de nutriments, des protéines et des ions. Dans l'organisme, elle peut être distribuée à différents compartiments tels que :

- le liquide intracellulaire (à l'intérieur des cellules) ;
- le liquide extracellulaire (tout liquide hors de cellule composés de 75% de liquide interstitiel et 25% de plasma) (Spinrad, 1999).

### I-1- contrôle de l'équilibre hydrique

L'eau est d'une importance cruciale pour la vie de tout être vivant y compris celui du désert.

#### I-1-1-Régulation de l'osmolarité

Le sodium est le plus important cation du milieu extracellulaire tandis que le potassium l'est dans le milieu intracellulaire. L'osmolarité se définit comme étant le nombre d'osmoles de soluté par litre de solution. Sa valeur normale dans le plasma est de 280 à 298 mosmol /L. A cette valeur il n'existe pas de mouvements d'eau. La diminution ou l'augmentation de l'osmolarité plasmatique peut causer le gonflement cellulaire avec pour danger la lyse ou destruction cellulaire (Spinrad, 1999).

#### I-1-2-Soif et contrôle de la prise d'eau

La privation d'eau entraîne la soif. Cette dernière intervient dans le maintien de la balance hydrique. Elle régule les entrées d'eau dans l'organisme, exerçant une action complémentaire à celle de l'hormone antidiurétique (ADH) qui régit les sorties d'eau (Claude *et al.*, 2006). Les mécanismes qui régissent la soif ne sont pas parfaitement connus (Costill *et al.*, 2006). La perte d'eau se manifeste par deux phénomènes, l'un au niveau intracellulaire (2/3 du stock hydrique), l'autre au niveau extracellulaire (1/3 du stock hydrique) : la pression osmotique au sein des cellules augmente, tandis que l'hypo volémie c'est-à-dire la diminution du volume sanguin, provoque une baisse de la tension artérielle.

Lorsque le volume d'eau à l'intérieur des cellules diminue, la concentration en solutés, tels que les ions sodium ou chlorure, augmente et provoque ainsi une hyperosmolarité. Cette dernière est détectée par des osmorécepteurs situés dans l'organe vasculaire de la lame terminale et l'organe subfornical, qui se trouvent tous deux parmi les organes circumventriculaires, partie de l'hypothalamus en dehors de la barrière hémato-encéphalique.

De nombreuses mesures expérimentales confirmées par la pratique médicale quotidienne ont démontré l'existence de deux compartiments hydriques régulés de façons distinctes bien qu'interdépendantes. Ce sont l'espace intracellulaire et l'espace extracellulaire. Ce dernier comporte deux autres compartiments principaux, vraisemblablement susceptibles d'agir sur la soif de façon différente. Ce sont l'espace extracellulaire vasculaire ou volémie et l'espace extracellulaire non vasculaire qu'on peut confondre avec l'espace interstitiel. Nous insisterons ici seulement sur les deux variations susceptibles d'induire la soif. La première est la déshydratation extracellulaire hypertonique (secondaire à des pertes urinaires, sudorales et salivaires) qui par voie de conséquence, produit une déshydratation intracellulaire. Il est facile de provoquer expérimentalement ce type de déshydratation en administrant par voie intraveineuse une solution hypertonique de NaCl (Claude *et al.*, 2006). L'ion sodium qui détermine la valeur de la pression osmotique, se trouve en quantité importante dans l'espace extracellulaire faisant appel d'eau dans le milieu ainsi déshydraté pour corriger le déséquilibre hydrominéral et par conséquent l'homéostasie.

La deuxième est la déshydratation extracellulaire isotonique telle qu'on l'observe chez l'homme après une hémorragie importante et telle qu'on peut la produire expérimentalement par injection sous-cutanée d'une solution de polyéthylène glycol (Claude *et al.*, 2006). L'entrée d'eau dans le milieu intérieur a deux effets indissociables : la dilution ionique d'une part et l'augmentation du volume global des liquides de l'organisme d'autre part. Dans le premier cas, le fait de boire vise à la dilution des solutions dans l'ensemble de l'organisme ou de l'un de ses compartiments ; l'eau est bue en tant que diluant. Dans le second cas, l'eau est bue en tant que fluide de remplissage d'espaces contractés par les pertes liquidiennes obligatoires (Claude *et al.*, 2006).

### **I-1-3-Contrôle hormonal de l'excrétion**

Le système majeur intervenant dans la rétention du sodium inclut le système rénine-angiotensine-aldostérone est le système sympathique. Toutefois, les facteurs natriurétiques

tels que le peptide natriurétique atrial et l'oxyde nitrique sont importants dans l'excrétion du sodium. En réponse à l'augmentation de la consommation d'aliments riches en sodiums, le système de rétention du sodium est inhibé et les hormones natriurétiques sont activées. La pression sanguine à l'intérieur des reins s'associe au système hormonal et nerveux pour réguler l'excrétion du sodium, Knox et Granger (1987 ; 1992).

Durant les vingt dernières années, le système rénine-angiotensine (SRA) a fait l'objet de nombreuses études tant cliniques que fondamentales. Impliqué dans de nombreuses régulations, il joue un rôle majeur dans celle du tonus vasculaire. Le SRA apparaît comme un système circulant avec trois composants : la rénine sécrétée par le rein, l'angiotensinogène par le foie et l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) par le poumon, permettant la synthèse d'angiotensine II, élément actif du système dont les effets sont médiés principalement par les récepteurs AT<sub>1</sub>. La découverte d'un SRA tissulaire ainsi que la compréhension de son rôle central dans la physiopathologie de l'athérogenèse et des remodelages vasculaires ont constitué une avancée considérable (Dzau *et al.*, 1980). Plus récemment, des recherches fondamentales ont mis en évidence qu'une partie ou la totalité des éléments du SRA peuvent être présents dans de nombreux tissus. L'enzyme de conversion est retrouvée à la surface des cellules endothéliales des vaisseaux et la rénine peut être séquestrée dans la paroi vasculaire. Plusieurs tissus expriment les ARN messagers de la rénine, de l'angiotensinogène et de l'enzyme de conversion : le cerveau, les vaisseaux, les reins, le cœur. Ces constatations sont en faveur de SRA complets dans un même organe.

Il a été démontré clairement et à plusieurs reprises que l'angiotensine II entraîne la soif chez certains vertébrés (Fitzsimons, 1979). Cependant, Une approche commune pour un tel problème endocrinologique est d'étudier les effets du blocage de la synthèse ou des actions de l'hormone. Dans le cas du SRA, un certain nombre de procédures ont été utilisées: La néphrectomie pour éliminer la source de la rénine circulante, les médicaments pour supprimer la rénine, les inhibiteurs compétitifs de l'angiotensine II tels que la saralazine et des lésions de l'angiotensine II dont les sites sensibles sont localisés dans le cerveau, (Fitzsimons, 1979).

Rubin *et al.*, (1978) ont étudié l'utilité de certaines drogues tel que le captopril dont la formule chimique est : 1-[(2S)-3-mercapto-2-méthylpropionyl]-L-proline sur l'Homme et certains mammifères. Cette drogue est une substance qui bloque de manière sélective la synthèse de l'angiotensine II dans le sang ou dans le cerveau. Les travaux de ces auteurs démontrent ainsi que le Captopril est un puissant inhibiteur compétitif de l'angiotensine II.

Par ailleurs, une injection sous-cutanée à faibles doses du captopril empêche la synthèse de l'angiotensine II dans les deux circulations et le cerveau (Evered *et al.*, 1980).

## **I-2- influence de la température ambiante sur le renouvellement de l'eau**

La perte d'eau par évaporation représente environ 40-60% de la perte d'eau par évaporation totale pour les souris dans l'air sec (Brody, 1945). Le taux de perte d'eau par évaporation total a été clairement reflété de la manière à réguler la température du corps à des températures ambiantes élevées. La sudation est due à l'activité des glandes sudoripares classées en deux catégories qui diffèrent tant par la composition de la sueur que par leur rôle dans la thermorégulation. Ce sont les glandes apocrines annexées aux poils (épitrichiales) et les glandes eccrines (atrichiales). Les pertes de chaleur par voie cutanée dépendent de deux facteurs: la quantité d'eau sécrétée et la quantité d'eau évaporée. Le premier est d'ordre physiologique, lié à l'activité des glandes sudoripares, Le second est d'ordre physique, son intensité dépend de la différence entre la température cutanée et la température extérieure de l'état hygrométrique et son agitation (Brody, 1945).

## **I-3-Différences entre le froid et la chaleur chez les mammifères : Définition de la torpeur**

La torpeur inclut le bas contrôle de la thermorégulation à un point donné, résultant de la baisse de température du corps et du degré de métabolisme (Hudson, 1978 ; Wang et Wolowyk, 1988). Les endothermes (animaux dont la température centrale est générée par un mécanisme interne autonome de thermorégulation active) peuvent être stimulés à partir de la torpeur sans dépendre des sources de chaleur exogènes. Parmi tout un ensemble de mammifères et d'oiseaux, la torpeur est généralement qualifiée soit de journalière soit de saisonnière (Geiser et Ruf, 1995). Dans d'autres situations les animaux captivés sont utilisés dans plusieurs recherches pour démontrer plusieurs aspects de la torpeur tels que la réduction des dépenses énergétiques et la sauvegarde en eau. Dans les laboratoires des recherches, le début de l'éveil de la torpeur, la profondeur et la durée des périodes de torpeur, la sauvegarde de l'énergie, ont été déterminés par la mesure du degré de métabolisme (Hiebert, 1990; Morris *et al.*, 1994; Coburn et Geiser, 1996). Dans d'autres cas, certains critères purement comportementaux sont utilisés pour déterminer l'état de torpeur.

En littérature, plusieurs définitions différentes sont utilisées pour expliquer la torpeur de la normothermie (Audet et Fenton, 1988; Hickey, 1993; Arlettaz *et al.*, 2000). Dans certaines

études les seuils de température sont arbitraires et la température normothermique du corps des individus ou des espèces n'est pas prise en considération. Cette variation rend plus difficile les comparaisons entre les études et il se peut alors que des réductions de températures corporelles petites mais significatives des points de vue écologiques et énergétiques ne soient pas détectées. La température normothermique du corps doit être mesurée chez tous les individus. La torpeur peut alors être définie comme l'état qui prévaut quand la température du corps descend au dessous de ce niveau. Lorsqu'il est impossible de mesurer la température de tous les individus, une valeur spécifique doit être utilisée (Webb *et al.*, 1993).

#### **I-4-Thermorégulation et métabolisme des Chauves-souris**

La thermorégulation est le phénomène qui permet de faire garder une température constante à un corps (Christian *et al.*, 2011). En général, la température centrale est constante, malgré les variations de la température extérieure, dans une certaine limite. La thermorégulation est due à des productions et déperditions de chaleur. On oppose les homéothermes aux poïkilothermes. Les poïkilothermes sont des animaux dont la température interne varie avec celle externe. Mais en général, leur température interne se situe à 1 ou 2 °C au dessus de la température extérieure. On les appelle animaux à sang froid car leur organisme subit les variations de température extérieure sans réagir, à part le fait que leur métabolisme se ralentit. Ils ont un métabolisme basal plus bas que celui des homéothermes, quelque soit la température. A poids égal de 2,5 kg, le lapin a une production thermique de 190 kJ/kg/j et le serpent à sonnette 30 kJ/kg/j. De plus, leur métabolisme augmente beaucoup moins vite que celui des homéothermes, ce qui permet une plus grande résistance à la température. Il existe aussi un hétérotherme, qui forme un intermédiaire entre les homéothermes et les poïkilothermes. Ce sont certains oiseaux et mammifères dont la température est bien réglée quand ils sont actifs : ours brun, marsupiaux (Christian *et al.*, 2011).

Les chauves-souris d'Europe vivent dans des endroits remplis d'insectes à l'été, mais au « désert » pendant l'hiver. Elles doivent alors hiberner, en attendant des jours meilleurs dans des endroits à humidité fixe et chauds comme les grottes. Certaines aiment avoir de l'espace, d'autres au contraire s'entassent comme dans une boîte de conserve pour garder la chaleur. Elles baissent leur température de 38°C à 17 °C. La différence de température entre la cavité buccale (tout au plus 10°C) et le reste du corps (environ 17°C) provoque une condensation de l'humidité à la pointe des poils (rosée). Si la condensation est trop

importante, la chauve-souris doit se réveiller et se lécher (ceci explique que pour éviter cela, la chauve-souris choisit un taux d'hygrométrie lui convenant bien et présentant une stabilité certaine). La pulsation cardiaque descend à moins d'un battement par minute. Vers la fin de l'hiver certaines chauves-souris peuvent être atteintes de troubles du système nerveux, parfois mortel. Réveiller une chauve-souris en pleine hibernation risque fortement de la tuer (car elle a besoin d'une grande production d'énergie pour voler) (Christian *et al.*, 2011).

### **I-5-Chauve-souris vampire et insuffisance rénale chronique**

Les chauves-souris ne se nourrissent pas généralement le sang des humains, seules quelques espèces subtropicales (vampires) qui se nourrissent ordinairement de sang du bétail blessé peuvent le faire, très rarement un écart de régime. Les espèces de chauve-souris des régions tropicales, de la famille des *Desmodinae* et dites « vampires » peuvent dans de très rares cas se nourrir du sang humain durant leur sommeil. Dans ces régions à risque, l'usage d'une moustiquaire suffit pour s'en protéger des infections qu'elles pourraient transmettre tels que la rage et le virus d'Ebola.

La chauve-souris est à la base d'une abondante littérature fantastique. Ce vampire assoiffé de sang est surtout très méconnu. Sur environ 1200 espèces de chauves-souris, seules trois espèces se nourrissent exclusivement de sang à l'exemple de *Desmodus vampirus*. Loin d'être un monstre, la chauve-souris est avant tout une exception dans le monde des mammifères puisqu'elle est la seule à savoir voler. De plus, la chauve-souris est un élément indispensable au bon équilibre des écosystèmes. Sauver les chauves-souris de l'extinction, c'est sauver les écosystèmes dans leur globalité et pas seulement quelques espèces (Findley, 1993).

Les chauves-souris vampires sont des animaux nocturnes et se nourrissent essentiellement du sang d'autres animaux. Mc Farland et Wimsatt (1969) ont étudié certains aspects de la fonction rénale dans une colonie de chauves-souris vampires nourris du sang de bovin une fois par jour. Les Chauves-souris vampires ingèrent le sang d'animaux entraînant une augmentation de 30-40% de leur poids corporel, ce qui peut nuire à la capacité de vol de la chauve-souris (Mc Farland et Wimsatt, 1969). Elle montre presque instantanée avec la miction d'alimentation et peut atteindre des débits de pointe d'urine de  $4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  dans les 30 min après le début de la tétée. Cette diurèse osmotique est probablement due à l'absorption rapide des fluides plasmatique pendant l'alimentation (avec une expansion du

volume extracellulaire) et est suivie par une phase de conservation de l'eau. Cette phase est rendue nécessaire par la perte insensible en eau élevée et le fait que les vampires n'utilisent pas de l'eau libre même si elle est disponible dans les dortoirs. Par exemple, 7 h après un repas, l'osmolalité urinaire peut atteindre une valeur de concentration d'urée d'environ 3 à 3,5 mmol /L. L'apport de sang moyen était de 11,6 g dans cette colonie de chauves-souris (26 g de poids corporel moyen) (Goodship *et al.*, 1990).

### **I-6-Influence de la disponibilité en eau et des changements climatiques sur la fonction de reproduction des Chauves-souris**

La vie animale est régie par les conditions de l'habitat. Chaque espèce pour prospérer a besoin de certaines particularités ayant trait à la température ambiante, au régime des pluies, à la qualité de la végétation et à la présence ou l'absence des points d'eau. En d'autres termes, la vie animale est intimement liée au climat et au milieu physique. Les Chiroptères atteignent leur maturité sexuelle de la première à la troisième année suivant les espèces après avoir choisi un lieu de parturition chaud, ce qui peut donner lieu à une grande migration (Christian *et al.*, 2011). Selon cet auteur, elles donnent le plus souvent naissance à un seul petit, le chauve-souriceau. L'accouplement n'est pas suivi de la formation de couples et le mâle ne s'intéresse pas du tout à sa progéniture. La gestation varie de 45 à 75 jours selon l'espèce (45 jours pour les Pipistrelles, 2 mois pour les Murins) et les conditions climatiques (Sara, 2002). En effet, en cas de mauvais temps, le développement fœtal est ralenti car la gestante diminue le niveau de son métabolisme, de ce fait la gestation se prolonge (Sara, 2002).

### **I-7-Influence de la disponibilité en eau et des changements climatiques sur l'activité des Chauves-souris**

En fonction de la disponibilité en eau et des changements climatiques l'activité des chauves-souris est influencée. Plus il y a abondance d'eau dans le milieu plus on rencontre les chauves-souris en nombre élevé. A partir d'une certaine heure de la soirée (18h), on observe un mouvement de va et vient soit au niveau des points d'eau ou alors tout au tour des arbres cherchant à satisfaire leurs besoins nutritionnels (insectes, fruits). Pour se faire donc, les Chiroptères effectuent des migrations périodiques. Dans le sud de l'Angola par exemple, *Epomophorus angolensis* arrive en novembre au moment où les goyaves mûrissent et disparaît au début de la saison sèche (Monard, cité par Grassé, 1955). Certaines espèces sont douées de mouvement sur de très longues distances. C'est le cas d'*Eidolon helvum* dans la ville de Maroua qui migre sur de longues distances lorsque les conditions de vie deviennent

difficiles pour la recherche des aliments. On les rencontre en grand nombre au niveau du pont rouge à l'approche de la saison pluvieuse (mai - juin) au moment où la plante *Azadirachta indica* entre en fructification, et disparaît pendant la saison sèche.

La présence d'eau étant un facteur qui conditionne le climat, lorsque ce dernier est chaud les conditions de vie deviennent défavorables raison pour laquelle ces animaux migrent vers d'autres endroits plus propices. Pendant cette période les chauves-souris deviennent rares. Les Chiroptères sont très dépendants des conditions climatiques. En effet, celles-ci agissent sur les émergences d'insectes et des fruits. Si elles y sont peu propices, par manque de proies, seules les Chauves-souris les plus expérimentées donc les plus vieilles survivent. Les prédateurs des Chiroptères sont les rapaces comme la chouette, mais ils ne représentent pas une véritable menace pour l'ordre. En milieu urbain, leurs principaux dangers sont les chats qui se sont spécialisés dans la capture des Chauves-souris (Stebbing, 1988). L'homme leur pose également de sérieux problèmes malgré leur protection légale (Mickleburgh *et al.*, 2009). Les braconniers et les collectionneurs des Chiroptères existent malheureusement toujours (Sara, 2002; Mickleburgh *et al.*, 2009; Niamien *et al.*, 2010). De plus, des activités humaines comme l'utilisation de pesticides sont néfastes pour les Chauves-souris (Sara, 2002).



## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

### I- la zone d'étude

#### I- 1- Présentation de la zone d'étude

Nos travaux ont été effectués dans la ville de Maroua, Chef lieu de la Région de l'Extrême Nord Cameroun. Le climat est de type tropical sahélo-soudanien avec près de 8 mois de sécheresse et environ 4 mois de saison pluvieuse. Cette région présente par conséquent une flore très pauvre (Sushel, 1988). La plupart des arbres rencontrés dans la ville ont été plantés pour lutter contre la désertification, fournissant d'une part des abris aux populations contre les rayons solaires et d'autre part de nouveaux habitats pour certaines espèces animales (oiseaux, chiroptères, insectes, etc.). Le relief de la région est très peu marqué et se présente en une vaste plaine clairsemée de quelques monts (Monts Mandara par exemple). La ville de Maroua a le même relief et est arrosée par deux Mayo (cours d'eau saisonnier) : à l'entrée sud le Mayo Tsanaga et au centre de la ville le Mayo Kaliao (Yengue et Yann, 2002). Malgré ces deux cours d'eaux saisonniers le réseau hydrographique de la ville est très réduit ou inexistant pendant une bonne partie de l'année (Sushel, 1988).

#### I-2- Repérage des sites de capture

Les points de capture sont repérés grâce aux renseignements des populations, pendant la prospection et même dans la nuit pendant leurs vols et cris. Les positions géographiques des divers sites de captures ont été prise à l'aide d'un GPS portatif de marque Garmin 12 et sont consignées dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Position géographique des sites de capture, nombres de capture et les coordonnées G P S**

Site de capture (quartiers)	Nombre de capture	Altitude	Nord	Est-ouest
Pont rouge	6	402 m	10°35'47,7''	14°18'54,1''
Hardé 1	4	403 m	10°35'40,8''	14°20'13,7''

<b>Hardé 2</b>	2	422 m	10°35'30,2''	14°19'51,4''
<b>CRTV</b>	8	401 m	10°36'17''	14°20'17''

## **II- Méthodologie**

### **II-1- Matériel biologique**

Le matériel biologique est une espèce de chauve-souris frugivore capturée sur les arbres appelés Figuier (*Ficus sp*) et sur le pont rouge du mayo Kaliao de la ville de Maroua.

### **II-2- Justification du choix de l'espèce**

L'espèce choisie a été préférée d'autres à cause de sa présence tout au long de l'année dans la ville de Maroua et de sa taille relativement grande par rapport aux autres, d'après nos observations et des témoignages concordants comme nous le montre la planche 1 ci-dessous. Compte tenu de la longue saison sèche qui y règne, cette espèce serait prédisposée à tolérer des fortes chaleurs.

### **II-3-Protocole expérimental**

#### **II-3-1-Capture et identification de l'espèce**

Les captures ont été faites en pleine ville en majeure partie au coucher du soleil (dix huit heures) et plus. Les opérations consistaient à planter deux poteaux et à tendre un filet entre lesdits poteaux pour ainsi piéger les Chauves-souris. Les filets étaient ainsi déployés la nuit de 18:00 à 00: 00 à travers les arbres (Figuier) et au pont rouge (Mayo Kaliao), des endroits abritant les Chiroptères. De ce fait nous disposions des lampes frontales pour récupérer le spécimen une fois piégé par le filet ; des gangs pour saisir l'animal sans risque de se faire mordre.

Les individus (12) capturés sont placés dans les cages à fil métallique (60×45×40cm) comme présenté sur la planche 1. Les cages étaient ensuite disposées au laboratoire de l'IRAD. Tous les individus utilisés ont été identifiés grâce aux clés de Rosevear (1965) et de Hayman et Hill (1971). Les mensurations de chaque spécimens ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse numérique de marque MITUTOYO et consignées dans l'annexe 1.

Les animaux capturés recevaient des fruits et de l'eau de robinet à volonté pendant une semaine, afin d'obtenir la stabilisation du poids corporel. Les fruits préalablement pesés à l'aide d'une balance étaient composés de goyaves, tomates, bananes, fruit du Nimier et figues.



**Planche 1 : Photo *Epomophorus gambianus***

### **II-3-2- Répartition et préparation des animaux**

Les animaux ont été répartis en 4 groupes et dans chaque groupe 3 animaux.

Sel : Animaux normaux + NaCl 0,9% (1mL/kg)

Sel+Cap : Animaux normaux + NaCl 0,9% + Captopril 35 mg/kg

Sel+jeûne: Animaux à jeun + NaCl 0,9%

Sel+jeûne+Cap: Animaux à jeun + NaCl 0,9% + Captopril 35 mg/kg

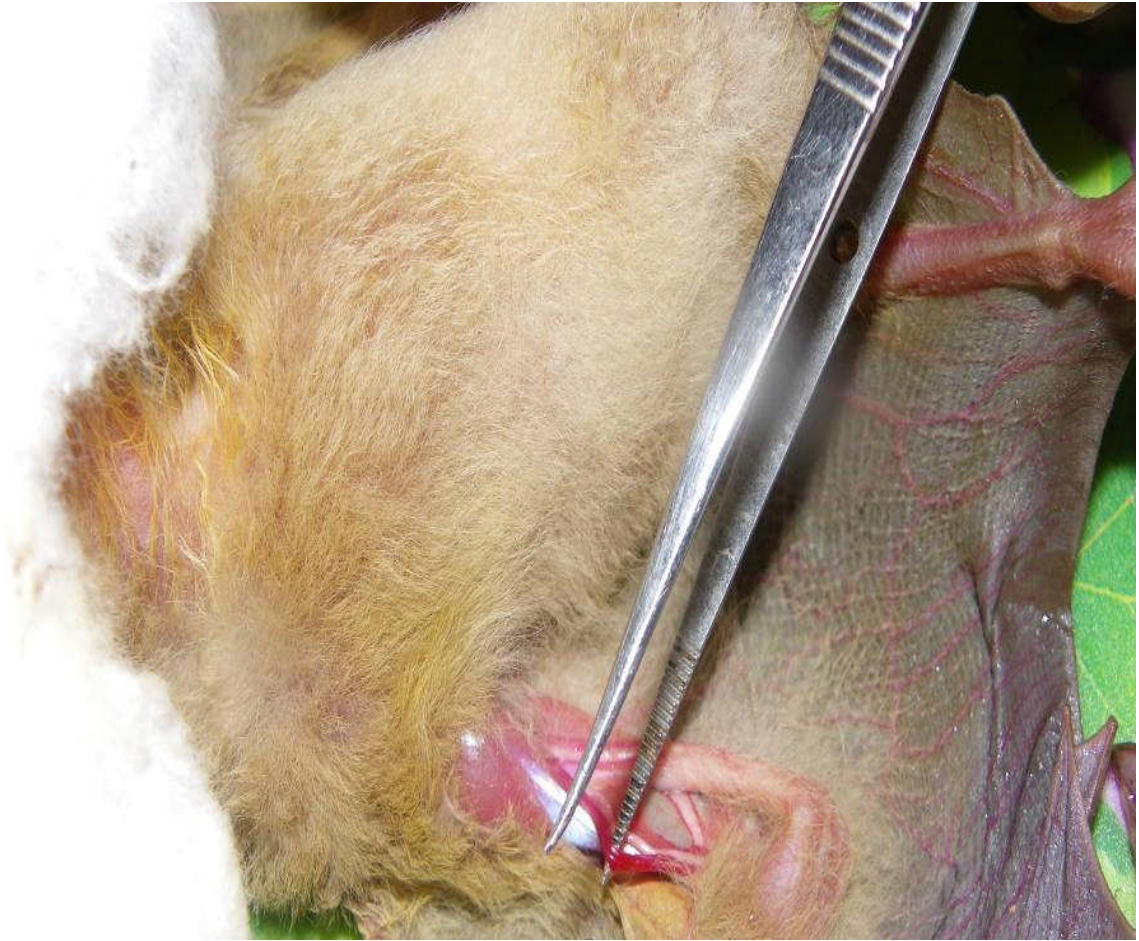
Le NaCl et le captopril étaient injectés dans une veine du patagium 12 h avant la prise des paramètres physiologiques. C'est pendant le même temps que l'eau était enlevée des cages pour les animaux mis à jeun.

### **II-3-3-Prise de paramètres physiologiques**

Le lendemain, 12 h après l'administration de NaCl 0,9%, la température rectale des animaux était prise à l'aide du thermomètre médical. Les aliments déposés dans les cages la veille étaient pesés grâce à une balance digitale et le volume d'eau mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée. Ensuite, le sang était prélevé pour les analyses biochimiques ultérieures. Enfin, les animaux étaient maintenus sous surveillance vétérinaire après l'opération. Ceux qui recouvraient leurs moyens physiques étaient relâchés dans la nature et ceux qui ne résistaient pas étaient placés dans la collection de chauves-souris en création au Département des SVT en vue des analyses morphométriques.

### **II-3-4-Prélèvement sanguin et préparation du plasma**

Le sang est prélevé dans une veine brachiale sous anesthésie. Pour ce faire, l'animal était endormi par les vapeurs d'éther et le membre antérieur de l'animal rasé. En se servant de ciseaux et de pinces une petite partie de la peau était dégagée pour mettre à nue la veine brachiale comme nous précise la planche 2. Grâce à une seringue de 5 mL contenant 400 µL d'EDTA (Ethylène Diamino Tetraacetic Acid) qui est un anticoagulant, 400 µL de sang étaient ponctionnés et transférés dans un tube éppendorf, puis déposés dans un bac de glace car à haute température les enzymes que contiennent le sang peuvent réagir et dénaturer la composition initiale de ce dernier. Ensuite les tubes éppendorfs étaient centrifugés à 3000 tours pendant 10 minutes dans le laboratoire de l'IRAD. Le surnageant recueilli dans un autre tube éppendorf sec et étiqueté était conservé au congélateur jusqu'au jour des dosages. Enfin, les échantillons ont été transportés dans une glacière par avion jusqu'à Yaoundé où les dosages biochimiques ont pu se faire le même jour.



**Planche 2 : photo de mise à nu de la veine brachiale.**

### II-3-5- Dosages biochimiques

Les dosages biochimiques ont été effectués dans le laboratoire de Physiologie Animale de l'Université de Yaoundé I, et ce à l'aide d'un spectrophotomètre de marque Genesys 20.

#### II-3-5 1- Dosage d'ion chlorure

##### a) Principe

L'ion chlorure réagit avec le thiocyanate de mercure pour former le perchlorate de mercure et le thiocyanate. Ensuite le thiocyanate forme un complexe de couleur rouge avec le chlorure ferrique en présence de l'acide nitrique. Le taux de formation du complexe est directement proportionnel à la concentration du chlorure dans l'échantillon.

##### b) Mode opératoire

Dans les tubes à essais, on introduit successivement dans chaque tube, 10  $\mu\text{L}$  de plasma (échantillon) et 1000  $\mu\text{L}$  du réactif de travail. Le tube standard est constitué de 10  $\mu\text{L}$  de standard et de 1000  $\mu\text{L}$  de réactif de travail comme nous montre le tableau 2. Dans le blanc de réactif, on n'introduit que 1000  $\mu\text{L}$ . Bien mélanger, incuber pendant 5 minutes à 37°C. Ensuite lire l'absorbance de chaque échantillon contre le blanc de réactif à 456nm.

NB : Le blanc de réactif est utilisé juste pour tarer le spectrophotomètre et lire les absorbances correspondantes à une longueur d'onde précise.

Tableau 2 : dosage de l'ion chlorure

	Blanc du réactif ( $\mu\text{L}$ )	Ech/standard ( $\mu\text{L}$ )
Ech/standard	0	10
Réactif	1000	1000

##### c) Calcul de la concentration de l'ion chlorure dans chaque tube :

$$C = \frac{\epsilon}{\text{---}} \times 75 \text{ mmol/L} \quad \text{ou} \quad C = \frac{\epsilon}{\text{---}} \times 100 \text{ mmol/L}$$

### II-3-5-2- Dosage de l'ion potassium

#### a) principe

Dans un milieu alcalin, sans protéines, les ions potassium réagissent avec le tétraphénylboron de sodium pour former un précipité finement dispersé de tétraphénylboron de potassium. La turbidité produite est proportionnelle à la concentration de potassium.

#### b) Mode opératoire

Le réactif de travail est obtenu en mélangeant le tétraphénylboron avec la soude à parts égales. Laisser reposer 15 à 30 minutes, avant l'emploi. Le précipitant et le standard sont prêts à l'emploi. Pipeter dans les tubes de centrifugation, 50  $\mu\text{L}$  de l'échantillon et 500  $\mu\text{L}$  du précipitant (Acide trichloracétique) qui est visible dans le tableau 3. Mélanger soigneusement. Centrifuger 10 minutes à grande vitesse. Pipeter dans le tube standard 1000  $\mu\text{L}$  du réactif de travail et 100  $\mu\text{L}$  du standard. Dans les tubes à essais, introduire 1000  $\mu\text{L}$  de réactif de travail et 100  $\mu\text{L}$  du surnageant. Afin d'obtenir une turbidité homogène, agiter le standard et le surnageant au milieu du réactif de travail, puis mélanger immédiatement avant de passer à l'échantillon suivant. Laisser reposer au moins 5 minutes. Lire l'absorbance de l'étalon (standard) et de l'échantillon contre le blanc de réactif de travail dans les 5 à 30 minutes à 578 nm.

Tableau 3 : dosage de l'ion potassium

	Echantillon ( $\mu\text{L}$ )	Standard ( $\mu\text{L}$ )
Réactif de travail	1000	1000
Standard	0	100
Surnageant	100	0

#### c) Calcul de la concentration de l'ion potassium dans chaque tube :

$$C = 5 \times \frac{é}{\text{---}} \text{ mmol/L}$$

### II-3-5-3- Dosage de l'ion sodium

#### a) Principe

Le sodium est précipité avec de l'acétate de Mg-Uranyle ; les ions d'uranyle restant en suspension forment un complexe coloré en brun-jaune avec de l'acide thioglycolique. La différence entre le blanc de réactif (sans précipitation de sodium) et l'échantillon est proportionnel à la concentration de sodium.

#### b) Mode opératoire

Dans les tubes à essai, on introduit 20 µL d'échantillon et 1000 µL du précipitant (Acétate d'uranyle + Acétate de magnésium). Dans le tube standard, on pipette 20 µL du standard et 1000 µL du précipitant comme nous le montre le tableau 4. Ensuite, boucher les tubes et bien agiter. Laisser reposer 5 minutes puis agiter vigoureusement pour au moins 30 secondes. Laisser reposer 30 minutes, puis centrifuger pendant 10 minutes à grande vitesse.

Après centrifugation, laisser reposer 5 à 30 minutes. Ensuite pipeter 20 µL du précipitant et 1000 µL de réactif de coloration (Ammonium thioglycolate et ammoniacque). Bien mélanger. Laisser reposer 5 à 10 minutes. Lire les absorbances du blanc de réactif, du standard et de l'échantillon contre de l'eau distillée à 435 nm.

Tableau 4 : dosage de l'ion sodium

	BR (µL)	STD (µL)	Ech (µL)
STD	0	20	0
Ech	0	0	20
Précipitant	0	1000	1000

Après centrifugation, on obtient :

	BR (µL)	STD (µL)	Echantillon (µL)
Précipitant	20	0	0
Surnageant	0	20	20
RGT	1000	1000	1000

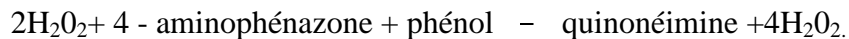
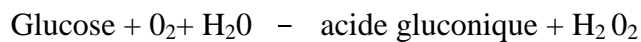
**c) Calcul de la concentration de sodium dans chaque tube :**

$$C = \text{—————} \times 150 \text{ mmol/L}$$

**II-3-5-4- Dosage du glucose**

**a) Principe**

Le glucose est déterminé après l'oxydation enzymatique en présence de glucose oxydase. Par l'action catalytique de phénol et de peroxydase, l'indicateur quinoneimine se développe de peroxyde d'hydrogène et de 4- aminophénazone suivant les équations suivantes :



**b) Mode opératoire**

Dans une série des tubes à essais, sont introduits successivement 10 µL de plasma (échantillon) ou de standard. Ensuite, prélever à l'aide d'une micropipette, 1000 µL du réactif de glucose. Dans le blanc de réactif on a introduit uniquement (1000 µL) du réactif. Mélanger l'ensemble, incuber pendant 10 minutes à 25°C ou 5 minutes à 37°C à l'aide d'un bain marie ci-mentionné dans le tableau 5. Introduire l'échantillon dans une cuve d'épaisseur 1cm dans le spectrophotomètre et après lire l'absorbance du standard et de l'échantillon contre le blanc de réactif à 500nm.

Tableau 5 : dosage du glucose

	STD ou échantillon (µL)	Blanc de réactif (µL)
STD ou échantillon	10	0
RGT	1000	1000

**c) Calcul de la concentration en glucose pour chaque tube :**

$$C = 100 \times \frac{\epsilon}{\text{—————}} \text{ mg/dl}$$

$$C = 5,55 \times \frac{\epsilon}{\text{—————}} \text{ mmol/L}$$

La concentration du standard est de 100 mg /dl ou 5,55 mmol/L

### II-3-5-5- Dosage des protéines plasmatiques

La méthode de Biuret décrite par (Gornall *et al.*, 1949) a été utilisée pour doser les protéines plasmatiques.

#### a) Principe

En milieu basique, le tartrate forme avec le sel cuivrique un complexe soluble. L'addition d'une protéine déplace le cuivre complexé pour former un autre complexe cuivro-protéique de couleur violette. L'intensité de coloration est proportionnelle à la concentration des protéines dans la solution à doser.

#### b) Préparation du réactif de Biuret

Le réactif de Biuret est préparé en dissolvant 0,75g de sulfate de cuivre et 3g de tartrate de sodium et potassium dans l'eau distillée en quantité suffisante pour faire 100 mL, donnant ainsi une solution A. Ensuite, 15g d'hydroxyde de sodium sont dissouts dans de l'eau distillée en quantité suffisante pour faire 100 mL : c'est la solution B. Les solutions A et B sont mélangés et le volume final complété à 500 mL avec de l'eau distillée.

#### c- Mode opératoire

Les tubes utilisés pour le dosage des protéines ont été préparés et complétés avec les différents réactifs suivant l'ordre présenté dans le tableau 6 ci-après.

Tableau 6 : dosage des protéines

N° tube	0	1	2	3	4	5	6	X1	Xn
SAB (3 mg/mL)	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,75	0	0
Eau distillée (mL)	3	2,75	2,5	2,25	2	1,75	1,25	2,95	2,95
Réactif de Biuret (mL)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Plasma ( $\mu$ L)	0	0	0	0	0	0	0	10 $\mu$ L	10 $\mu$ L
Quantité de protéines (mg)	0	0,75	1,5	2,25	3	3,75	4,5	?	?

Dans une série des tubes à essai a été introduit successivement 10  $\mu$ L du plasma puis 2 mL de la solution de Biuret. L'ensemble a été homogénéisé par le vortex et incubé pendant 20 minutes à température ambiante. Dans le tube témoin, le plasma a été remplacé par l'eau distillée. L'absorbance est lue à 540 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (type Genesys 20) contre le témoin. La concentration des protéines dans les différents tubes échantillons a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage réalisée avec une solution de SAB.

Tube 0 : tube blanc

Tubes 1 à 6 : tubes étalons

Tubes X1 à Xn : tubes échantillons

#### d) Détermination de la concentration de protéines totales dans les échantillons

Après la lecture, les concentrations de protéines dans les échantillons ont été obtenues à partir de la relation linéaire : *Densité optique* = *f* (*Concentration en protéines*) donnée par la courbe.

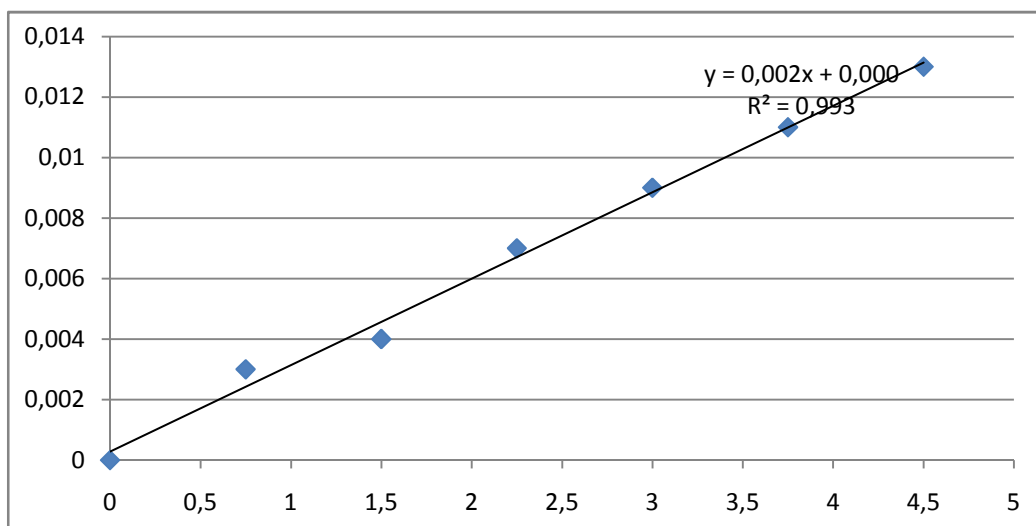
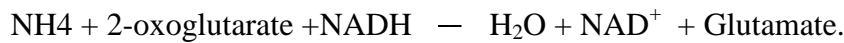
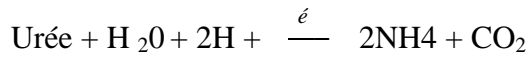


Figure 1 : Courbe d'étalonnage des protéines

### II-3 5-6- Dosage de l'urée :

#### a) Principe

L'urée est hydrolysée en ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et le dioxyde de carbone en présence d'une enzyme appelée uréase. Les ions ammoniums formés agissent avec le 2-oxoglutarate et le NADH en présence d'une enzyme (catalyseur) la GLDH pour donner le glutamate et le NAD suivant les équations suivantes :



### b) Mode opératoire

Dans chaque tube à essai est introduit 10 µL de l'échantillon et 1000 µL de la solution de travail (mélange des 2 réactifs) ce qui est bien illustré dans le tableau 7. Dans l'autre tube appelé calibrateur on a prélevé 10 µL du standard et 1000 µL du réactif de travail. L'ensemble est maintenu à 37°C au bain marie. Mélanger, puis introduire chaque tube dans une cuve d'épaisseur 1cm. Lire la première absorbance A1 après exactement 30 secondes et la deuxième absorbance A2 après 60 secondes à une longueur d'onde de 430 nm contre l'eau distillée.

Tableau 7 : dosage de l'urée

	Echantillon (µL)	Standard (µL)
Standard	0	10
Echantillon	10	0
Solution du travail	1000	1000

### b) Calcul de la concentration en urée pour chaque tube :

$$= \frac{\Delta A \cdot h}{\Delta c}$$

Avec  $\Delta A = A_2 - A_1$ . La concentration du standard est de : 50 mg/dl ou 8,33 mmol/L

### II-4- Calcul théorique de l'osmolalité

L'osmolalité efficace d'un fluide définit la quantité de particules osmotiquement actives par unité de volume de solvant. L'unité de mesure est l'osmole définit par :

1 osmole =  $6,02 \cdot 10^{23}$  particules

L'osmolalité plasmatique se calcule comme suit:

([Natrémie  $\times 2$  en mmol /L + Kaliémie $\times 2$  en mmol/L + Glycémie en mmol/L+ Urémie en mmol/L]) exprimé en mosmol /L

## **II-5- Analyse des données**

Le traitement des données a été fait sur le logiciel « Microsoft Office Excel 2007 » et grâce à la statistique descriptive (calcul des moyennes, l'écart-type, ESM) et aussi à l'aide d'un test non paramétrique (Newman-Keul) respectivement pour établir la relation entre la quantité d'eau bue et d'aliment consommé d'un côté et la teneur du plasma pour chaque soluté de l'autre côté.



## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### I- Résultats

#### I-1- Température rectale, eau bue, aliments consommés et poids corporel

Le tableau 8 ci-après résume la température rectale, la quantité relative d'eau bue par gramme d'animal et la quantité relative d'aliment consommé par gramme d'animal. Il en ressort que, la température rectale mesurée dans les conditions de notre expérience, varie globalement entre 36°C et 38°C.

Quant à la quantité d'eau bue, les animaux témoins (sel) ont consommé en moyenne 1,45 mL/g d'animal en 12 h. Chez les trois animaux traités au captopril, ce volume a légèrement diminué à 1,12 mL/g d'animal par rapport au groupe témoin, de la même façon la quantité d'aliments consommés quant à elle est passée de 3,20g d'animal à 2,55 g d'animal. Chez les individus de deux derniers groupes, ceux soumis au jeûne hydrique (3) ont une consommation de 2,91g et chez ceux en plus du jeûne le captopril a été administré (3), on note aussi une légère baisse jusqu'à une valeur de 2,87g. Ici le captopril aurait également induit la satiété ce qui explique la diminution de la quantité d'aliment consommée. Ce qui pourrait nous conduire à suggérer que le captopril associé au jeûne favoriseraient la diminution de la prise alimentaire et cosatiété c'est-à-dire la satisfaction cumulée en eau et en aliment causé par l'inhibition centrale du SRA.

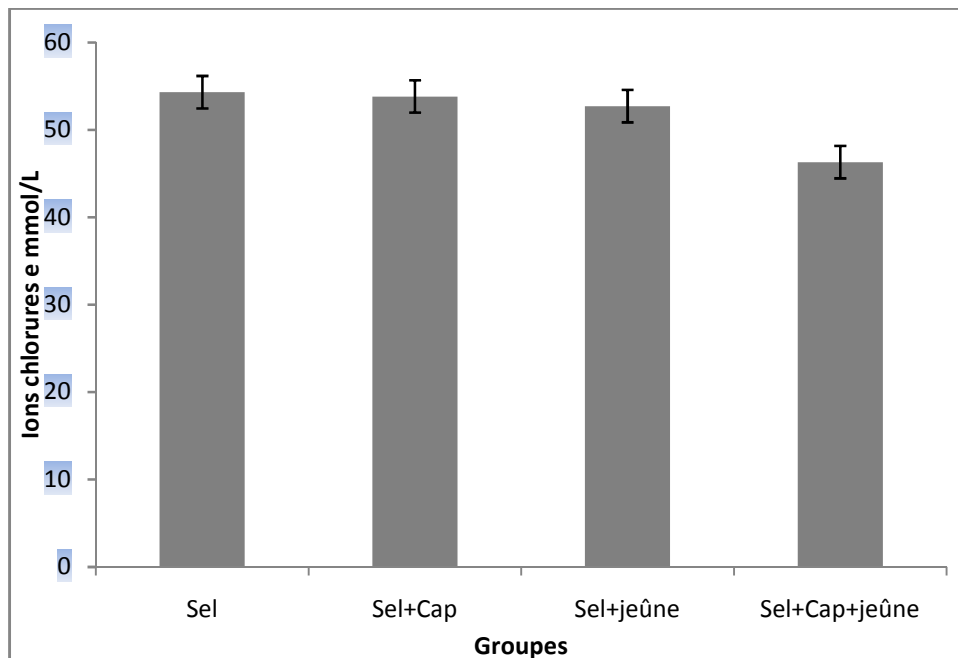
Tableau 8 : température rectale, quantité d'eau bue et aliments consommés en 12 h

	T° rectale	Eau bue par g d'animal	Aliment consommé par g d'animal
Sel	36,7±0,62	1,45	3,20
Sel+Cap	36,6±0,21	1,12	2,55
Sel+jeûne	36,4±0,60	0	2,91
Sel+jeûne+Cap	37±0,58	0	2,87

Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  ESM, n=3.\* p<0,05, \*\* p< 0,01 différences significatives par rapport au lot sel.

## I-2- Détermination de la teneur du plasma en ion chlorures

La figure 2 ci-dessous présente le taux plasmatique d'ions chlorures tel que mesuré dans les conditions de notre étude. Selon cette figure, la chlorémie chez le groupe témoin est de 54,31 mmol/L. Le test d'ANOVA suivit d'un test de student-Newman-Keul est non significatif (p>0,05) pour tous les groupes d'animaux (Annexe 2). La chlorémie n'a diminué chez les animaux normaux traités au captopril que de 0,92 % et de 2,96% chez les animaux privés d'eau, par rapport aux témoins. On observe aussi que chez les animaux à jeun et traités au captopril, le taux d'ions chlorure a diminué de 14,75% par rapport au témoin. En outre, il a été observé une diminution de la teneur du plasma en ion chlorure de 12,14% dans le dernier groupe, par rapport au groupe d'animaux mis simplement à jeun. Le jeûne serait donc responsable de la diminution de la chlorémie observée, y compris en présence de captopril.

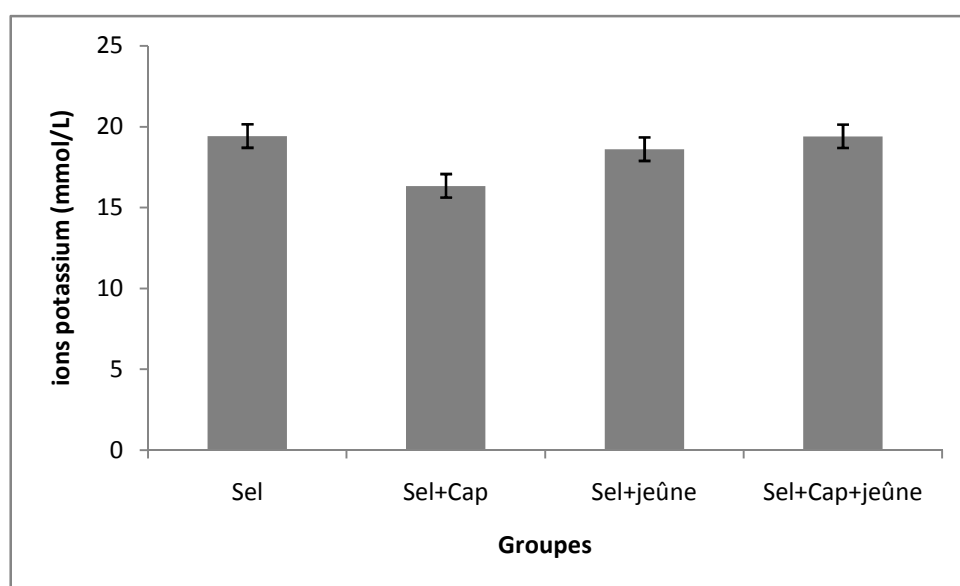


**Figure 2 : Teneur du plasma en ion chlorure**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM, n=3.\* p<0,05, \*\* p< 0,01 différences significatives par rapport au lot sel.

### I-3- Détermination de la teneur du plasma en ion potassium

La figure 3 ci-dessous est une illustration de la variation en ions potassium telle qu'enregistrée au cours de notre étude. Selon cette figure, la kaliémie ou concentration plasmatique en ions potassium dans le groupe des animaux témoins est de 19,40 mmol/L (Annexe 3). Cette concentration a diminué jusqu'à une valeur 16,34mmol/L soit 15,86% chez les animaux traités au captopril par rapport aux témoins. Il a aussi été observé une diminution de la kaliémie de 4,22% chez les autres groupes d'animaux soumis au jeûne hydrique. Ainsi, on observe une légère diminution de 0,10% chez les animaux soumis au jeûne et traités au captopril par rapport au témoin. Le test d'ANOVA suivi du test de student-Newman-Keul est non significatif ( $p>0,05$ ) quel que soit le traitement adopté, par rapport aux témoins. Dans ce cas, c'est l'administration de captopril qui serait responsable de la variation à la baisse de la kaliémie.

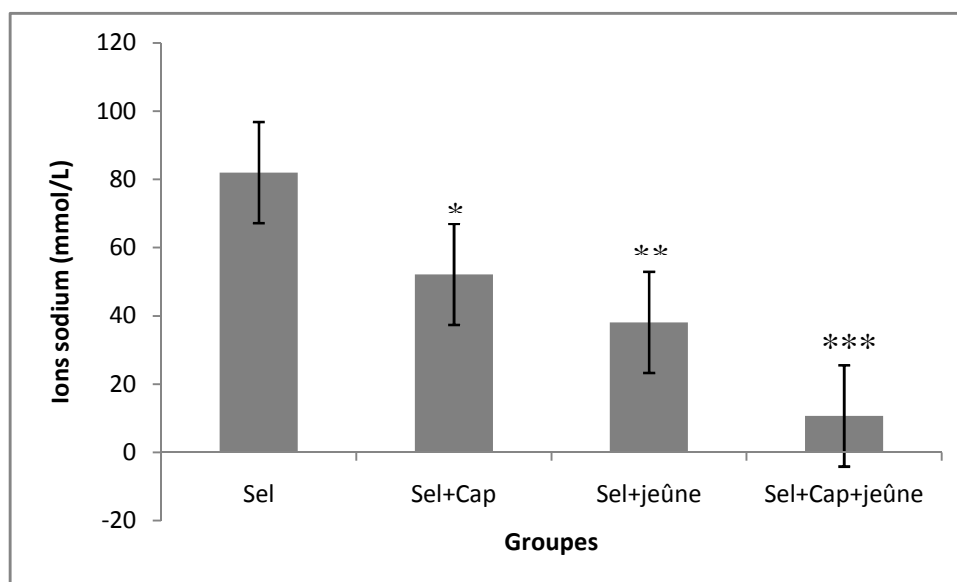


**Figure 3 : Teneur du plasma en ion potassium**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM, n=3.\*  $p<0,05$ , \*\*  $p<0,01$  différences significatives par rapport au lot sel.

#### I-4- Détermination de la teneur du plasma en ion sodium

La figure 4 ci-dessous montre la variation de la concentration plasmatique de sodium ou natrémie, telle que enregistrée dans la cadre de notre étude. D'après ces résultats, la natrémie du groupe témoin (sel) est de 82,01 mmol/L (Annexe 4). Il a été observé une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de 36,37% chez les animaux traités au captopril. Le test statistique a révélé une diminution très significative ( $p < 0,01$ ) de l'ordre de 53,54% et 86,98% respectivement chez les animaux mis à jeun et ceux mis à jeun et traités au captopril en même temps, par rapport au témoin. Il y aurait donc eu ici, un effet synergique du captopril et du jeûne favorisant la diminution de la natrémie chez les chauves-souris.

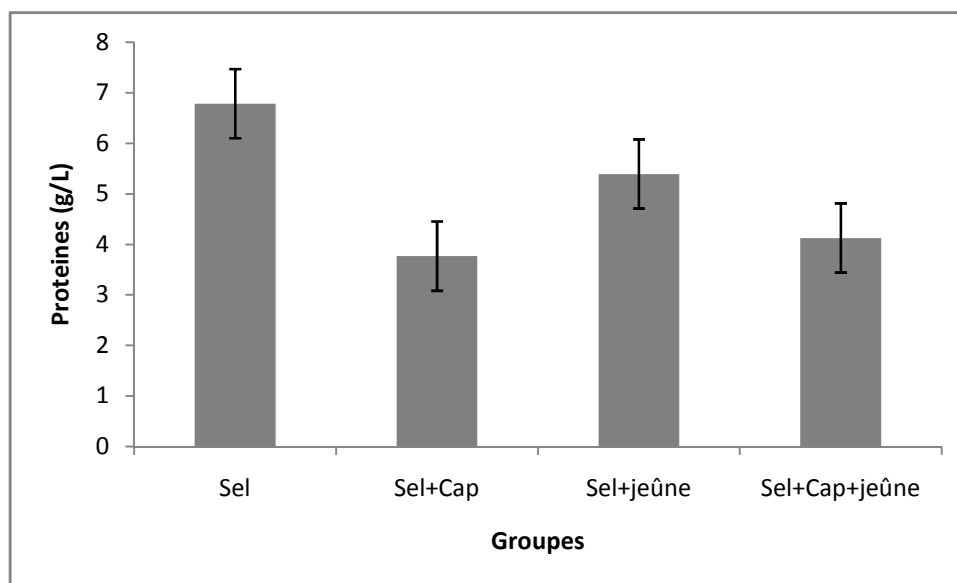


**Figure 4 : teneur du plasma en sodium**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM,  $n=3$ . \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  différences significatives par rapport au lot sel.

### I-5- Détermination de la teneur du plasma en protéines totales (g/L)

La figure 5 ci-dessous est une illustration de la teneur en protéines plasmatiques ou protéinémie, telle qu'observée dans notre étude. Dans le groupe témoin la concentration en protéines plasmatiques est de  $6,78 \pm 0,66$  g/L (Annexe 7). Chez les animaux traités au captopril, la protéinémie a connu une diminution de l'ordre de 44,44 % par rapport au groupe témoin. Il a aussi été observé une diminution de 20,45 % et 39,13% chez les animaux à jeun hydrique et chez les animaux à jeun hydrique et traités au captopril respectivement. Le captopril serait ainsi à l'origine de la diminution de la protéinémie, beaucoup plus que le jeûne hydrique. Les variations de la protéinémie observées étaient toutes non significatives ( $p > 0,05$ ).

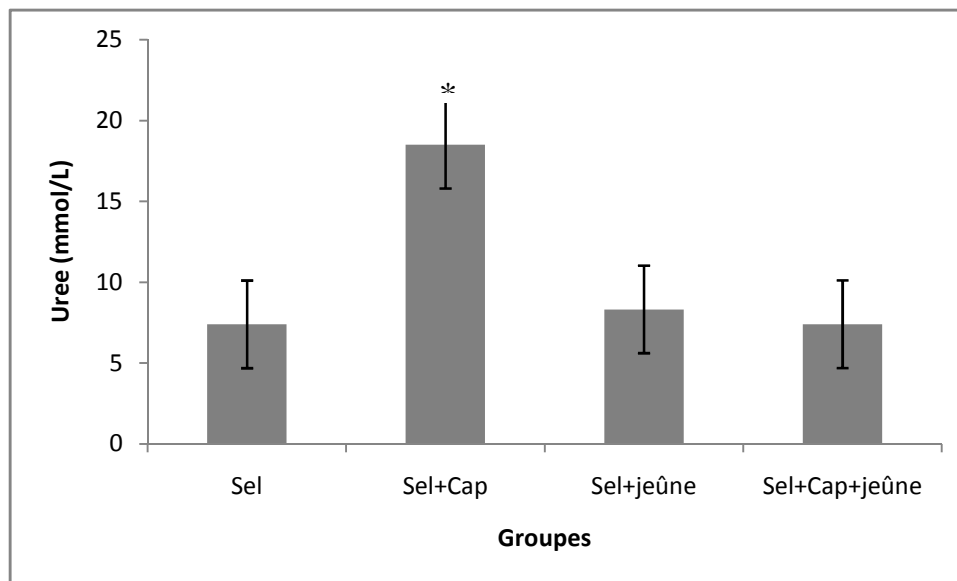


**Figure 5: teneur du plasma en protéines**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM,  $n=3$ . \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  différences significatives par rapport au lot sel.

### I-6- Détermination de la teneur du plasma en urée

La figure 6 ci-dessous présente la concentration du plasma en urée ou urémie des Chauves-souris *Epomophorus gambianus* telle qu'observée dans notre expérience. Selon ladite figure, l'urémie des animaux du groupe témoin est de 7,39 mmol/L (Annexe 5). Ce taux a augmenté de l'ordre de 60,07% ; de 11,17% et de 0,13% respectivement selon que les animaux étaient traités par une injection de captopril, soumis au jeûne hydrique et l'action combinée de deux paramètres. L'on note une diminution de l'ordre de 11,06% des animaux soumis aux deux contraintes (sel+jeûne+cap) par rapport à ceux soumis au jeûne hydrique. L'augmentation de l'urémie est significative ( $p < 0,05$ ) chez les animaux traités au captopril seulement, par rapport aux témoins. Il ressort de ces résultats que l'inhibition artificielle de la soif cause une augmentation de l'urémie.

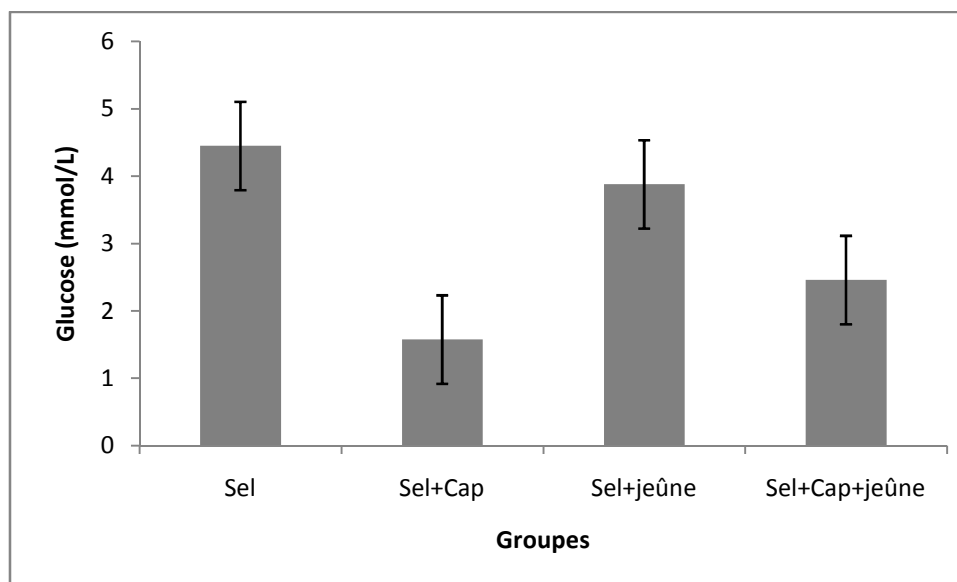


**Figure 6 : teneur du plasma en urée**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM,  $n=3$ . \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  différences significatives par rapport au lot sel.

### I-7- Détermination de la teneur du plasma en glucose

La figure 7 ci-dessous présente la concentration plasmatique de glucose ou glycémie, chez les chauves-souris *Epomophorus gambianus* de la ville de Maroua, telle qu'observée dans les conditions de notre expérimentation. D'après ces résultats, la teneur moyenne du plasma en glucose est de 4,45 mmol/L chez les animaux témoins (Annexe 6). Ce taux a diminué de l'ordre de 64,72%, 12,81%, 44,71% respectivement chez les animaux traités au captopril, animaux soumis au jeûne hydrique et chez ceux mis à jeun et traités au captopril en même temps. Le test d'ANOVA suivi d'un test de student-Newman-Keul est non significatif ( $p > 0,05$ ). Il semblerait donc que le captopril cause une diminution de la glycémie chez les Chauves-souris étudiées du même ordre que la diminution due à l'inhibition centrale de la soif causée par le captopril et le jeûne hydrique. La diminution du taux de glucose observé serait due au captopril car l'organisme a besoin de beaucoup d'énergie qui est fournie par la glycolyse ce qui a fait baisser ce taux. Par contre l'administration de l'indapamide qui est un antihypertenseur tout comme le captopril chez les chiens (trois mâles et trois femelles à la dose de 200mg/kg) a entraîné une augmentation de la glycémie en deux mois (Harrower et *al.*, 1985).

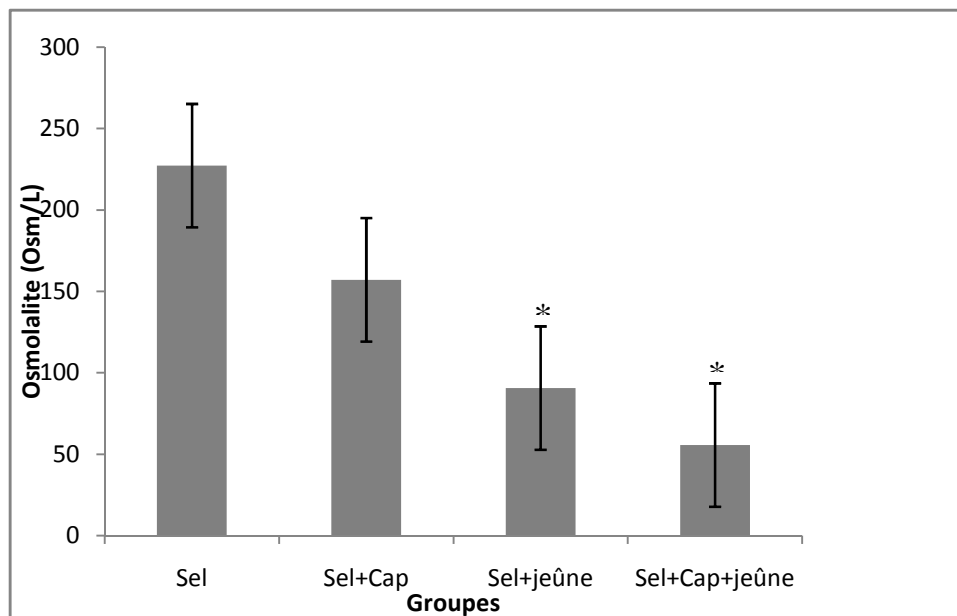


**Figure 7: teneur du plasma en glucose**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM,  $n=3$ . \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  différences significatives par rapport au lot sel.

### I-8- Estimation théorique de l'osmolalité plasmatique

La figure 8 ci-dessous illustre les résultats de l'osmolalité théorique du plasma des chauves-souris *Epomophorus gambianus* telle que calculée dans le cadre de notre étude. De cette figure, il ressort que l'osmolalité plasmatique dans le groupe témoin est de 227,26 mosmol/L (Annexe 8). Cette valeur a connu une diminution de l'ordre de 30,85% et 60,12% lorsque les animaux ont été respectivement traités au captopril et soumis au jeûne hydrique. Il a aussi été observé une diminution de l'ordre 75,50% chez les animaux traités au captopril et soumis en même temps au jeûne hydrique (12 heures) tous par rapport au témoin. La différence d'osmolalité est significative ( $p < 0.05$ ) dans les deux derniers groupes, par rapport aux témoins. On pourrait conclure que l'inhibition centrale de la soif et le jeûne hydrique favoriseraient la diminution de l'osmolalité plasmatique.



**Figure 8 : osmolalité théorique**

Chaque barre représente la moyenne  $\pm$  ESM,  $n=3$ . \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  différences significatives par rapport au lot sel.

## II -Discussion

L'eau est non seulement le constituant le plus abondant dans l'organisme, mais aussi le plus important, si bien que la privation d'eau a des conséquences plus graves que la privation de nourriture (Subrahmanyam *et al.*, 2004). La constance de l'eau corporelle chez

l'Homme est le résultat d'un équilibre entre les pertes et les entrées. Les sources sont représentées par l'eau de boisson, celle contenue dans les aliments et celle générée par les oxydations cellulaires. Les pertes quant à elles peuvent se faire à travers l'urine (reins), l'air expiré (poumons), la perspiration et la transpiration (peau) et dans les selles (tube digestif) (Subrahmanyam *et al.*, 2004 ; Talwar et Srivastave, 2006). Cette constance dans la distribution de l'eau entre les différents compartiments est largement guidée par les forces osmotiques, elles-mêmes gouvernées par les concentrations des solutés organiques et inorganiques (Subrahmanyam *et al.*, 2004).

On peut résumer les réponses à une perte d'eau par : (1) une réduction du volume de liquide extracellulaire (LEC) et du volume plasmatique, grâce à une augmentation de la sécrétion d'ADH qui à son tour stimule la réabsorption de l'eau au niveau des tubes collecteurs rénaux. On peut également observer une stimulation de la soif qui amène à boire. Enfin, une stimulation de la libération d'angiotensine II qui stimulera la sécrétion d'aldostérone dont l'action sera de promouvoir la réabsorption de Na<sup>+</sup> et de l'eau dans les tubules rénaux. La perte d'eau peut aussi entraîner (2) une augmentation du LEC et de l'osmolarité. Cette dernière, à travers les osmorécepteurs, va stimuler la sécrétion de l'ADH qui va à son tour stimuler la réabsorption rénale de l'eau. Une surcharge hydrique entraîne les effets contraires.

Dans notre étude, la température centrale des chauves-souris *E. gambianus* fluctuerait peu en cas de jeûne hydrique ou en cas d'inhibition centrale de la soif. La température rectale des animaux des différents groupes utilisés ne varie presque pas (~37°C). Ceci s'expliquerait simplement par le fait qu'il s'agit d'une espèce d'animaux homéothermes (Peter Morrison 1959). La majorité de l'énergie que les animaux absorbent par la nourriture est dépensée pour maintenir le corps à la bonne température. En cas d'augmentation de la température corporelle, on parle de fièvre ou hyperthermie, en cas de baisse de température, on parle d'hypothermie. Les mécanismes de lutte contre la chaleur sont efficaces pour maintenir la température centrale dans les limites compatibles avec la vie. La mort survient en cas d'hyperthermie par Collapsus cardiovasculaire. Elle peut être due aussi à la précipitation des protéines pour des températures supérieures à 42°C chez les mammifères. Cette température n'est pas absolue et elle est variable selon les espèces et à l'intérieur de l'espèce selon l'adaptation (HAFIZ, 1968). En cas d'hypothermie peuvent survenir des complications suivantes : lenteur dans les mouvements volontaires, tension artérielle élevée, trouble de la

conscience et ensuite apparaît un coma avec diminution de la fréquence cardiaque (HAFIZ, 1968). Pour ce qui est de *E. gambianus* dans le cadre de notre étude dans la ville de Maroua, il semble donc qu'une privation d'eau de 12 heures de temps ne causerait pas un dérèglement du métabolisme de base, tout au moins en ce qui est de la température interne.

Il a été observé dans notre étude une diminution de la soif et de la faim chez les animaux traités avec le captopril. C'est dire que des animaux en situation d'hyperosmolarité (créée par l'injection de sel), au lieu de boire beaucoup d'eau, voient leur consommation hydrique diminuer à cause de l'inhibition du SRA par le captopril. Cependant, la quantité d'eau bue par les animaux traités au captopril n'était pas nulle. Sachant que la demi-vie du captopril est de 6-12h, il conviendrait d'admettre que les animaux ont continué à boire. On pourrait alors penser, que conformément à ce qui a été observé chez le rat (Barney et coll., 1980), la soif induite par la solution hypersaline (témoins) ne serait pas médiée par les récepteurs d'angiotensine II. En effet, ces auteurs, ont démontré que la soif induite par la solution hypersaline n'est pas médiée par les récepteurs d'angiotensine II, tandis que la soif induite par le jeûne hydrique implique à la fois les osmorécepteurs et les récepteurs d'angiotensine II. En plus il est communément admis que les petits mammifères comme les chauves-souris boivent de l'eau par habitude parce que l'évaporation d'eau du corps a lieu continuellement et représente la majeure partie de leurs pertes d'eau. Cette perte d'eau par évaporation se fait le plus souvent par la peau et les poumons (Campbell et Norman, 1998). D'autre côté, il a été constaté que lorsque les chauves-souris sont amenées à ne pas boire de l'eau de façon artificielle (captopril), leur consommation alimentaire diminue. Bien que cela soit contraire aux résultats de (Brosh *et al.* 1986) sur les Chèvres et de (Maloiy, 1973) sur l'âne de Somalie, ce serait un avantage pour les chauves-souris de réduire leur consommation alimentaire en cas de sécheresse d'où leur présence durant toute l'année dans la ville, sauf si dans la nature cela serait compensée par un changement de régime alimentaire en faveur des fruits riches en eau. Toutefois, il est souvent admis que les mammifères peuvent diminuer leur alimentation lors des pertes d'eau (sudation). Ceci a été démontré sur les chèvres (Rubsamen et Engelhardt, 1975), les moutons (Degen, 1977) et les cochons (Zervanos *et al.*, 1983) ; résultats similaires à notre présente étude.

La soif forcée est un facteur qui a modifié l'osmolarité chez les chauves-souris *Epomophorus gambianus* de Maroua. Il a été effectivement observé une diminution de l'osmolarité chez les animaux soumis au jeûne hydrique ainsi que ceux chez qui l'envie de boire a été coupée par administration du captopril. Les effets de ces deux traitements sur

l'osmolalité plasmatique ce sont par ailleurs révélés synergiques. Si cette relative hypoosmolarité est attribuable aux électrolytes en général, on peut penser qu'elle est en majeure partie due à la diminution de la concentration plasmatique en sodium. En effet, la natrémie est reconnue comme étant le principal cation responsable de la valeur de l'osmolarité du sang (Muruges., 2007; Subrahmanyam et *al.*, 2004 ; Guyton et Hall, 2001) et il arrive même parfois que l'on s'en contente en clinique pour déterminer l'osmolarité sanguine (Pankaja, 2010).

Il ressort des résultats de cette étude, une variation relativement modérée des paramètres mesurés chez les animaux traités uniquement au captopril, et un effet plus marqué du jeûne hydrique. Conformément à ce qui a été rappelé plus haut, on pourrait spéculer en disant que l'augmentation de l'osmolarité causée par l'injection de sel a bien pu être compensée par les mécanismes rénaux et dans une moindre mesure la prise d'eau chez les animaux expérimentés, ce qui a effectivement aboutit à une réduction de l'osmolarité plasmatique. Cela se traduit concrètement et par ordre d'importance, par la diminution de la natrémie, de la protéinémie et de la glycémie. La contribution de la chlorémie, la kaliémie et l'urémie serait marginale.

Dans le dernier groupe d'animaux (3), le synergisme entre les conséquences de la soif forcée et de l'inhibition centrale de la soif due au captopril sur l'osmolarité pourrait s'expliquer par l'absence d'un effet direct du captopril sur les osmorécepteurs. En d'autres termes, essayer de couper l'envie de boire aux chauves-souris ne suffirait pas pour enrayer les perturbations de l'homéostasie de l'eau causées par le jeûne hydrique chez la chauve-souris *E. gambianus*.

## CONCLUSION

Au terme de notre étude portant sur le métabolisme hydrique d'une espèce pérenne de chauves-souris frugivore de la ville de Maroua et sa relation avec le système-rénine-angiotensine, il ressort que *E. gambianus* est une espèce qui peut servir pour les études sur le système renine-angiotensine-aldosterone, car le captopril a bien causé chez ces animaux une diminution de la soif spontanée. Il a aussi été observé que l'osmolarité plasmatique des animaux à qui l'on a coupé la soif (pour ne plus boire malgré la soif), aussi bien que ceux à qui on a imposé la soif était relativement basse, à cause de la faible teneur en électrolytes. Le principal paramètre qui en est responsable est l'ion sodium, viennent ensuite les protéines et le glucose. Les ressources métaboliques quant à elles seraient mobilisées pour le maintien de la température corporelle. En plus, il a été observé que ces animaux, comme beaucoup d'autres, sont capables de diminuer leur consommation alimentaire en cas de privation d'eau. Enfin, s'il a été démontré au cours de ce travail que la perception de la soif par les osmorécepteurs serait très importante chez *E. gambianus*, ce qui l'amènerait à consommer de l'eau malgré l'inhibition du système rénine-angiotensine.

Cependant, notre étude a suscité de nombreux points d'interrogations qui mériteraient d'être étudiés à l'avenir. Parmi ceux-ci, il y a l'évaluation des mêmes paramètres sur une durée plus longue afin d'estimer le temps au bout duquel le rein, les poumons et la peau de *E. gambianus* peuvent soutenir l'hyperosmolarité. Ensuite, quel serait le comportement que *E. gambianus* afficherait face à deux fruits, l'un étant plus riche en eau. On pourrait alors suggérer quel type d'arbre privilégier pour favoriser l'éclosion de *E. gambianus* dans une zone donnée. Enfin, le dosage des mêmes ions et métabolites dans l'urine et l'évaluation de la fonction rénale par la clairance sérique du rouge de phénol (Filtration glomérulaire).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen W., 1952**, Contribution à l'étude des chiroptères du Cameroun, *Mém. Soc. neuchât. Sci.nat* (1):1-121.
- Arlettaz, R., Ruchet, R.C., Aeschmann, J., Brun, E., Genoud, M., and Vogel, P( 2000)**, Physiological traits affecting the distribution and wintering strategy of the bat *Tadarida teniotis*. *Ecology*, **81**: 1004–1014.
- Audet, D., and Fenton, M.B., (1988)**, Heterothermy and the use of torpor by the bat *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae): a field study. *Physiol. Zool.* **61**: 197–204.
- Australia. *Edited by* F. Gesier, A.J. Hulbert, and S.C. Nicol. University of New England Press, Armidale, N.S.W., Australia.
- Bakwo fils E. M., (2009a)**. Inventaire des chauves souris de la réserve de biosphère du Dja, Cameroun, *Vespère*, (2) : 11-20.
- Bakwo fils E. M., (2009b)**. La communauté de chauves-souris de la réserve de biosphère du Dja. *Canopée*. **28** : 6-8
- Barham D., Trinder P., (1972)**, *Analyst* **97**
- Barney CC., Katovich MJ., and Fregly MJ., (1980)**, The effect of acute administration of an angiotensine converting enzyme inhibitor captopril (, 225) on experimentally induced thirst in rats. *JPET* **212** (1): 53-57
- Brody S., (1945)**, Bioenergetics and Growth. New-york; Reinhold.
- Brosh A, Shkolnik A, Choshniak I (1986)** Metabolic effects of infrequent drinking and low-quality feed on Bedouin goats. *Ecology* **67**: 1086-1090.
- Campbell,G,S.,et J.M.Norman.1998**. An Introductionto Environmental Biophysics.*Springer-Verlag*,New-york.
- Christian C. Voigt., Daniel Lewanzik1., (2011)**, trapped in the darkness of the night: thermal and energetic constraints of daylight flight in bats, in Proceedings of the Royal Society.
- Claude Martin., Brno Riou., Benoît Vallet.,(2006)**, Physiologie humaine appliquée, Editions Arnette, 455-470.
- Coburn, D.K., and Geiser, F., (1996)**, Daily torpor and energy savings in a subtropical blossom-bat, *Syconycteris australis* (Megachiroptera). In Adaptations to the Cold: Proceedings of the Tenth International Hibernation Symposium, 30 June – 6 July 1996, Tasmania.
- David L. Costill., Jack H. Wilmore., (2006)**, Physiologie du sport et de l'exercice: Adaptations physiologiques à l'exercice physique, *De Boeck Université*, 361-368.
- Degen AA (1977)** Responses to dehydration in native fat-tailed awassi and imported german Mutton Merino sheep. *Physiol Zool* **50**: 284-293.
- Dobson G.E., 1878 catalogue of the Chiroptera in the collection of the British Museum. London, 1 vol., XL II-567p.

- Dzau V.J., Colucci W.S., Williams G.H., et al., (1980)**, Sustained effectiveness of converting-enzyme inhibition in patients with severe congestive heart failure. *N Engl J Med*; **302** : 1373-9.
- Evered M. D., Robinson, M. M., et Richardson, M. A., (1980)**, Captpril given intracerebro ventricularly, subcutaneously or by gavage inhibits angiotensin-converting enzyme activity in the rat brain. *Eur. J. Pharmacol.* **68**; 443-449.
- Findley J. S., (1993)** Bats, a community perspective. *Cambridge University press*, New York.
- Fitzsimons J.T., (1979)**, The Physiology of Thirst and Sodium Appetite. *Monographs of the Physiological Society no. 35*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gesier, F., and Masters, P., (1994)**, Torpor in relation to reproduction in the mulgara, *Dasyercus cristicauda* (Dasyuridae: Marsupialia). *J. Therm. Biol.* **19**: 33–40.
- Goodship THJ Mitch, Hoerr RA, Wagner DA, Steinman TI, Jeunes VR, (1990)**, Adaptation à faible teneur en protéines des régimes dans l'insuffisance rénale: chiffre d'affaires de leucine et le bilan azoté *J Am Soc Nephrol* **1**: 66 - 75.
- Gornall A.G., Bardwill G.S., and David M.M., (1949)**, Determination of serum protein by means of Biuret reactions. *J.chem.* **177**: 751-766
- Grassé P.P., 1955**, Traité de zoologie (Anatomie, Systématique et Biologie), Mammifères : Tome XVII ; Fascicule II 1729-1853.
- Guyton AC and Hall JE (2001)**. Medical physiology. Harcourt Asia PTE LTD. Noidia (India). 10<sup>th</sup> Ed: 1064 p
- Hafiz E.S.E., (1968)**. Adaptation of domestic animals. Léa et Fébiger-Phyladelphia.
- Hayman, R. W., et J. E. Hill. (1971)**. The Mammals of Africa An identification manual. Part 2. Order Chiroptera. *Smithsonian Institution Press. Washington, D.C*,73 pp.
- Harrower ABD, Mc Farlane G, Donnelly T, Gray CE (1985)** Effect of indapamide on blood pressure and glucose tolerance in non-insulin dependant diabetes. *Hypertension*, **7**(Suppl II): 161-3
- Hickey, M.B.C., (1993)**, Thermoregulation in free-ranging whip-poorwills. *Condor*, **95**: 744–747.
- Hiebert, S.M., (1990)**, Energy costs and temporal organization of torpor in the rufous hummingbird (*Selasphorus rufus*). *Physiol.Zool.* **63**: 1082–1097.
- Hill J. E., (1968)**. Bats from Cameroon, with description of a new species of. *Pipistrellus Bonn. Zool. Beitr.*, **19** (1/2): 43-48.
- Hillmann G., Beyer G., Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.** **5**, 93 (1973)

- Hudson, J.W., (1978)**, Shallow, daily torpor: a thermoregulatory adaptation. *In Strategies in the cold: natural torpidity and thermogenesis. Edited by L.C. Wang and J.W. Hudson. Academic Press, London. pp. 67–108.*
- Knox, F. G., and J. P. Granger., (1987)**, Control of sodium excretion: the kidney produces under pressure. *News Physiol. Sci. 2:* 26–29.
- Knox, F. G., and J. P. Granger (1992)**, Control of sodium excretion: an integrative approach. In: *Handbook of Renal Physiology*, edited by **E. Windhager.**, New York: Oxford Univ. Press, p. 927–967.
- Maloiy GMO (1973)** Water metabolism of East African ruminants in arid and semi- arid region. *Z Tierzucht Zuchtungsbiol* **90:** 219-228.
- McFarland WN., et Wimsatt WA., (1969)**, de la fonction rénale et sa relation avec l'écologie de la chauve-souris vampire, *Comp Biochem Desmodus rotundus Physiol* **28:** 985 - 1006.
- Mickleburgh S., Waylenand K. & Racey P., 2009**, Bats as bushmeat, *Fauna & Flora International*, Oryx, **43(2):** 217-234.
- Morris, S., Curtin, A.L., and Thompson, M.B., (1994)**, Heterothermy, torpor, respiratory gas exchange, water balance and the effect of feeding in Gould's long-eared bat *Nyctophilus gouldi*. *J. Exp. Biol.* **197:** 309–335.
- Murugesh., (2007)**. Biochemistry and clinical pathology. Sathya publishers, Mudarai (india), 3<sup>rd</sup> Ed: 6.01- 6.14
- Niamien C. J. M., Yaokokoré B. H. K., Koné I. & N'goran K. E., 2010**, Données préliminaires sur l'écologie des chauves-souris frugivores de la commune du Plateau (Abidjan, Côte d'Ivoire), *Sciences & Nature*, **7 (1) :** 21-30.
- Pankaja N (2010)**. Biochemistry, Jaippee Brothers medical publishers (P) LTD Jaypay (India), 3<sup>rd</sup> Ed. 708 p
- Peter Morrison, (1959)**. Body temperatures in some Australian mammals. I. *Chiroptera. Biol. Bull.* **116:** 484-497.
- Reis N. R. & Guillaumet J. L., (1983)**. Les chauves-souris frugivores de la région de Manus et leur rôle dans la dissémination des espèces végétales. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **38:**147-169.
- Rodriguez R. M., Hoffmann F., Porter C. A. & Baker R., (2006)**. La communauté de chauves-souris du champ pétrolifère de Rabi dans le complexe d'aires protégées de gamba, Gabon. *Bull. of the biol. soc of Washington.* **12:**149-154.
- Rosevear D. R., 1965**, The Bats of West Africa, Trustees of the British Museum (Natural History), London, 401p.
- Rubin B., Antonaccio M. J., Horovitz Z. P., (1978)**, Captopril (SQ 14,225) (D-3-mercapto-2-methylpropranoyl-L-proline): a novel orally active inhibitor of angiotensin-converting enzyme and antihypertensive agent. *Prog. cardovac. Di8. 21,* 183-194.

- Rubsamen K, Engelhardt W von (1975)** Water metabolism in the llama. *Comp Biochem. Physiol* **52A**: 595-598.
- Sara D., 2002**, Chauves-souris et zoonose, Thèse de Médecine Vétérinaire, Faculté de médecine de Créteil, France, 120 p.
- Stebbins R. E., 1988**, Conservation of european bats, London, Christopher Helm, 246p
- Subrahmanyam S, Ankutty MK, and Singh HD (2004)**. Textbook of humn physiology. S> Chand and compant LTD, New Delhi, 6<sup>th</sup> Ed: 1016 p
- Sushel J. B., 1988**, Les climats du Cameroun, Thèse de doctorat d'état, Université de St Etienne, France, pp 605-607.
- Talwar GP and Srivastava LM (2003)**. Textbook of biochemistry and human biology. Ghosh AK, new Delhi (India). 1284
- Teeling Ec, Springer MS, Madsen O, Bates P, O'Brien SJ, et al., (2005)**; A molecular phylogeny for bats illuminatis biogeography and the fossil record. *Science* **307**: 580-584
- Teeling Ec, Madsen O, Van den Bussche RA, de jong WW, Stanhope MJ, et al. (2002)**, Microbat paraply and the convergent evolution of a Key innovation in old world rhinolophoid microbats. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* **99**: 1431-1436.
- Teusher A., Richterich P., Schweiz.med. Wschr., (1971), 101**: 345 et 390.
- Tietz N.W.,(2006)**, Fundamentals of Clinical Chemistry, Saunders, Philadelphia, 4<sup>th</sup> Edit., 984.
- Tietz NW., Clinical Guide to Labolatory Test 3<sup>rd</sup> Edition.**
- Trinder P., (1951), Analyst 76, 596.**
- Wang, L., and Wolowyk, M., (1988)**, Torpor in mammals and birds. *Can. J. Zool.* **66**: 133–137.
- Webb, P.I., Speakman, J., and Racey, P.A., (1993)**, The implication of small reductions in body temperature for radiant and convective heat loss in resting endothermic brown long-eared bats (*Plecotus auritus*). *J. Therm. Biol.* **18**: 131–135.
- Yagil R., Berlyne GM., (1976)**, Sodium and potassium metabolism in the dehydrated and rehydrated bedouin camel. *J Appl Physiol.* **41** : 457-61.
- Yengue J. L. & Yann Callot, 2002**, L'arbre et la ville dans la région de Maroua (Extrême-Nord-Cameroun), *sciences et changements planétaires / Sécheresse*, **13** (3) : 155-163.
- Zervanos SM, McCort WD, Graves HB (1983)** Salt and Water balance of feral versus domestic Hampshire hogs. *Physiol Zool* **56**: 67-77.

