ISSN-0754-9962

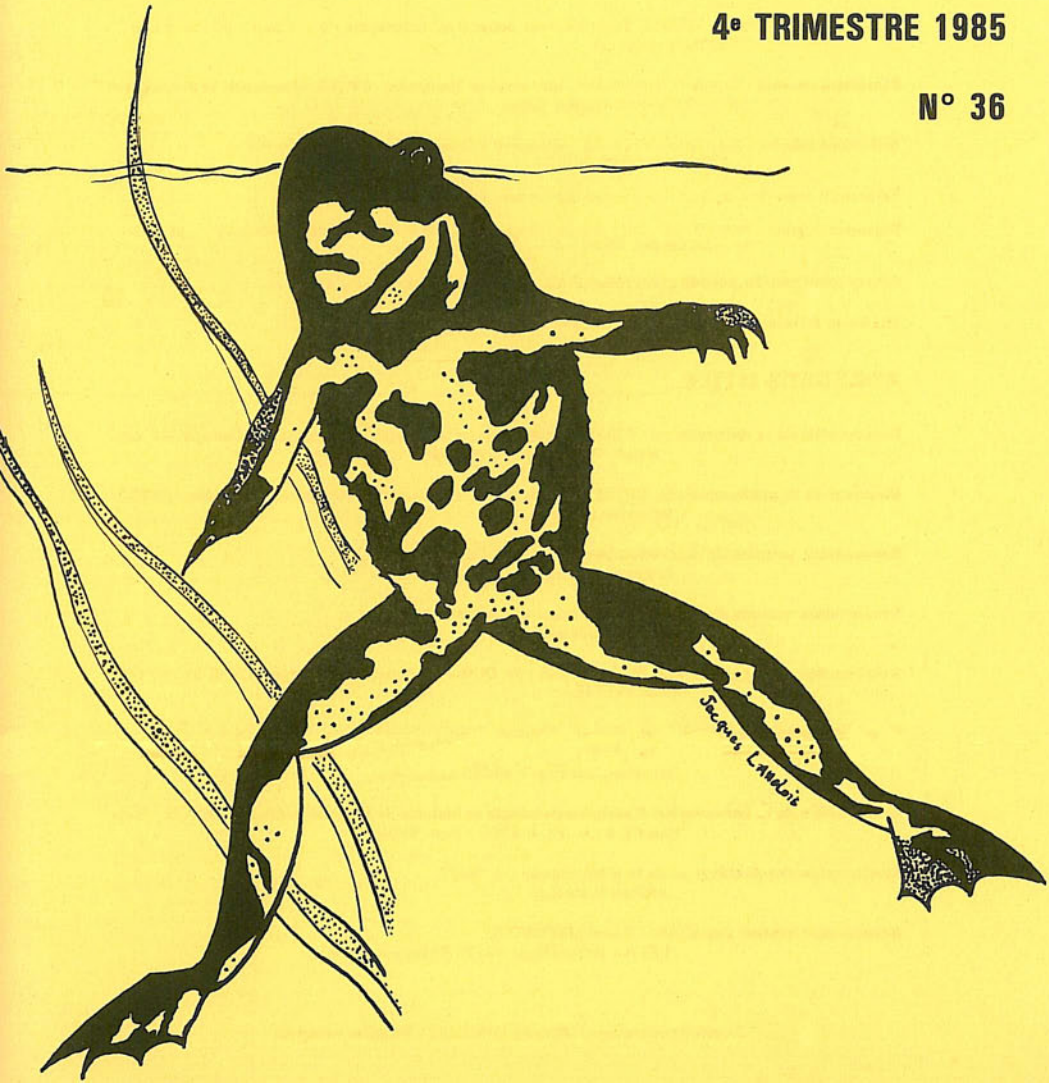
bulletin de la

SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE

DE FRANCE

4e TRIMESTRE 1985

N° 36







RENCONTRES HERPÉTOLOGIQUES D'ORLÉANS
(26-30 Juin 1985)

Les comptes-rendus du colloque national d'Herpétologie, qui s'est tenu du 26 au 30 juin 1985 dans la ville d'ORLÉANS ont pu être édités grâce à une subvention exceptionnelle de la Municipalité d'ORLÉANS.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

4e trimestre 1985 — n° 36

SOMMAIRE

RENCONTRES HERPÉTOLOGIQUES D'ORLÉANS (26-30 Juin 1985)

- **Editorial**
  J.M. FRANCAZ 1

- **Caractéristiques des Uropeltidés et leurs rôles**
  C. GANS 3

- **Utilisation des isotopes pour l'évaluation des métabolismes dans les populations de Reptiles**
  C. GRENOT 5

- **Renouvellement de l'eau et bilan énergétique journalier chez** *Eremias olivieri* **et** *Acanthodactylus pardalis (Sauria, Lacertidae),* **en milieu naturel. Iles Kerkennah (Tunisie)**
  R. VERNET, C. GRENOT et S. NOUIRA 13

- **L'élimination nasale d'électrolytes chez le Varan gris,** *Varanus griseus* Daud. *(Sauria, Varanidae)*
  M. LEMIRE et R. VERNET 20

- **Modifications physiologiques affectant les Amphibiens en métamorphose lors du passage du milieu aquatique au milieu terrestre**
  J. HOURDRY 28

- **Données squelettochronologiques sur la croissance, l'âge et la structure des populations de** *Sphenodon punctatus. (Reptilia, Rhynchocephalia)*
  J. CASTANET, D.G. NEWMAN et H. SAINT-GIRONS 33

• **Un modèle de couveuse thermostatée pour l'incubation en écloserie des oeufs de Tortues marines**
J. LESCURE, Cl. LECHAT, F. RIMBLOT et J. FRETEY 36

• **Le Protée aveugle des cavernes disparaitra-t-il ?**
J.P. DURAND 43

• **Place du Crapaud commun,** *Bufo bufo,* **dans l'alimentation du Blaireau européen,** *Meles meles*
Cl. HENRY 49

• **Analyse de la parade sexuelle de** *Triturus helveticus (Urodela, Salamandridae)*
P. WAMBREUSE et V. BELS 51

• **Vie de la Société. Informations** 53-64

CONTENTS

ANNUAL MEETING OF THE FRENCH HERPETOLOGICAL SOCIETY (ORLÉANS - June 26-30, 1985)

• **Editorial**
J.M. FRANCAZ 1

• **Uropeltid characters and their roles**
C. GANS 3

• **The use of isotopes for measuring energy metabolism in free-living Reptiles**
C. GRENOT 5

• **Water turnover and daily metabolic rate in** *Eremias olivieri* **and** *Acanthodactylus pardalis (Sauria, Lacertidae)* **in field. Kerkennah island (Tunisia)**
R. VERNET, C. GRENOT and S. NOUIRA 13

• **Nasal salt elimination in the sand goanna,** *Varanus griseus* Daud. (Sauria, Varanidae)
M. LEMIRE and R. VERNET 20

• **Physiological changes in Amphibians during the metamorphic evolution from aquatic to terrestrial habitat**
J. HOURDRY 28

- **Skeletochronological data on the growth, age and population structure of** *Sphenodon punctatus (Reptilia, Rhynchocephalia)*
  J. CASTANET, D.G. NEWMAN and H. SAINT-GIRONS 33

- **A Model of thermostated incubation utilizable in hatcheries for eggs of sea-turtle**
  J. LESCURE, C. LECHAT, F. RIMBLOT and J. FRETEY 36

- **Will the blind Salamander disappear ?**
  J.P. DURAND 43

- **Place of the common toad,** *Bufo bufo* **in the european badger's diet** *Meles meles*
  C. HENRY 49

- **Mating behaviour of** *Triturus helveticus (Urodela, Salamandridae)*
  P. WAMBREUSE and V. BELS 51

- **News from the society. Informations** 53-64

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 1-2

EDITORIAL

Pour la deuxième fois, les Rencontres de la Société Herpétologique de France, XVèmes du nom, se sont tenues à Orléans du 26 au 30 juin 1985. Alors que les Rencontres de 1972 étaient celles d'une toute jeune Société, peu de temps après son Assemblée Générale constitutive d'Angers, les XVèmes Rencontres étaient celles d'une société adulte, ayant désormais une audience nationale et internationale ; la présidence d'honneur en était assurée par le Prof. Carl GANS (U.S.A.), que nous remercions bien vivement.

Un soleil magnifique était au rendez-vous, invitant les congressistes à lézarder sur le Domaine universitaire, entre forêt et lac. Mais l'appel des communications était le plus fort et ils se sont retrouvés dans l'amphithéâtre 3, hélas privé par la volonté des architectes de tout éclairage naturel.

Après l'accueil par M. le Professeur QUENTIN, représentant le Président de l'Université et le Directeur de l'U.E.R. de Sciences fondamentales et appliquées, tous deux empêchés, la journée du jeudi 27 juin a été consacrée essentiellement aux communications d'Ecophysiologie et d'Ecologie des Amphibiens et Reptiles, celle du vendredi 28 aux autres communications scientifiques, l'après-midi du samedi 29 étant traditionnellement réservé aux communications d'élevage et de terrariophilie.

Les réunions des commissions se sont tenues le vendredi après-midi au Laboratoire de Biologie cellulaire et animale (Prof. QUENTIN), l'Assemblée Générale annuelle prenant sa place le samedi matin.

Il fut largement rendu compte de ces Rencontres Herpétologiques dans la presse locale (La République du Centre), ainsi que sur les ondes où intervinrent notre Président J. LESCURE (à FR3-Centre) et J. CASTANET (Radio-France Orléans).

Mais les Rencontres Herpétologiques avaient aussi leur pied-à-terre en ville, sous la forme d'une exposition d'affiches, dans un restaurant de la Place du Martroi. Une présentation publique de films a eu lieu le jeudi 27 en soirée au Centre Régional de Documentation Pédagogique, avec l'aide de Monsieur NUGUE, professeur de Sciences Naturelles détaché au C.R.D.P. Nous avons été accueillis dans les salons du XVème siècle de l'Hôtel de Ville d'Orléans par M. FRANCK, professeur de lettres, dont on lira plus loin la remarquable allocution, et par Mlle Christine PARENT, étudiante en biologie, conseillers municipaux représentant le Maire d'Orléans. Un banquet à St Cyr-en-Val devait clore la journée du vendredi.

La découverte des espaces naturels s'est faite en deux occasions. Le samedi en fin d'après-midi, M. ROUSSEAU, Président de l'Association pour la Protection du Site du Loiret nous a fait découvrir les bords du Loiret depuis le Château de la Source jusqu'à la roselière expérimentale du Pont Saint-Nicolas. La dimanche 30 juin, nous étions accueillis dans le Domaine de Chambord par M. FORGET, Ingénieur en Chef représentant le Commissaire à l'Aménagement du Domaine, qui nous en présentait l'aménagement forestier et cynégétique, ainsi que les travaux de recherche scientifique qui y sont actuellement menés. L'après-midi, nous nous partagions entre la visite du Château de Chambord et celle de la réserve naturelle privée de la Chesnaye (La Ferté Saint-Cyr), où nous accueillait Mme Catherine HENRY, au nom du Comité départemental de la Protection de la Nature et de l'Environnement du Loir-et-Cher.

Nous espérons que ces Rencontres d'Orléans ont laissé un bon souvenir aux participants et nous leur donnons rendez-vous, également pour la deuxième fois depuis la création de la S.H.F., à Angers, fin juin 1986, chez notre ami le Prof. G. MATZ.

J.M. FRANCAZ

N.D.L.R. *Tous les résumés des communications présentées à Rennes ne peuvent être publiés dans ce seul numéro. Ceux de MM. ARNTZEN, MAGRANER, SERVAN, VASSEROT, LOGEROT et ADAM paraîtront dans le prochain fascicule.*

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 3-4

CARACTÉRISTIQUES DES UROPELTIDÉS ET LEURS RÔLES

par

Carl GANS

Résumé — La spécialisation à une vie souterraine des serpents Uropeltidés explique bien les caractères utilisés pour les classer. L'analyse de ces caractères permet un commentaire général sur l'interprétation de telles adaptations.
Mots clés : Uopeltidés - Adaptations - Serpents fouisseurs.

Abstract — The specialization for underground existence of the uropeltid snakes well explains the characteristics utilized in their taxonomic placement. Their analysis permits general comments on interpreting the nature of such adaptations.
Key words : Uropeltids - Burrowing snakes - Adaptations.

Mon propos consiste à résumer une série d'études portant sur un groupe de serpents fouisseurs apparemment primitifs. Les Uropeltidés sont constitués par un assemblage endémique de quelques 35 espèces rencontrées dans le sud de l'Inde et à Sri Lanka. Ces formes ont été décrites au cours du siècle dernier et des travaux ultérieurs occasionnels se sont fondés sur un spectre de caractères qui ne paraissent avoir aucun rapport avec un aspect fonctionnel. L'assemblage a continué à être mentionné dans les manuels, mais sans aucune compréhension de son statut biologique ou de sa place écologique. Parce que je m'intéressais à ce problème général, j'ai décidé de visiter les localités de Sri Lanka et de l'Inde, pour voir les animaux sur le terrain et récolter du matériel pour procéder à une ré-évaluation de leur taxinomie et de leur morphologie.

En même temps, j'ai obtenu une information appréciable sur leurs biotopes et sur la manière dont l'environnement de beaucoup de populations a changé, conséquence de la modification de la végétation d'origine par l'agriculture et par l'introduction de substances chimiques.

L'analyse des différents caractères mentionnés dans les travaux taxinomiques originels et de caractères découverts en manipulant les animaux a conduit à des généralisations qui, bien que sans surprise pour un spécialiste en anatomie fonctionnelle, mérite une attention particulière. La première est que les spécialisations sont associées avec les méthodes de formation du tunnel et avec le déplacement à travers les sols granitiques des montagnes du sud de l'Inde. Fait important, elles reflètent le mode de prédation et la réponse de ces serpents à la prédation. Sur ce point, il est intéressant de remarquer que le procédé de défense contre des prédateurs occupant des aires à la surface du sol est différent de celui mis en oeuvre contre les prédateurs capables de suivre les Uropeltidés dans leurs tunnels.

Chaque caractère ne remplit pas un rôle particulier mais un certain nombre d'entre eux sont organisés au sein d'un complexe qui accomplit un certain rôle. La plupart des caractères paraissent en outre associés par rapport à plusieurs rôles, de telles sorte que leur développement apparaît comme synergique.

Si l'on considère la discussion actuelle de savoir si chaque fonction possède un rôle adaptatif, il nous paraît important de signaler l'existence de certains caractères dont le rôle adaptatif peut être interprété de plusieurs manières. Par exemple, la présence d'écailles lisses pourrait être appréciée à la fois en termes de réduction du frottement de glissement dans l'une ou l'autre direction et en termes d'apparence visuelle (irisation) de la structure qui possède ces propriétés mécaniques. Ce dernier rôle est plus évident car les herpétologistes sont des animaux visuels, et pourtant cette interprétation est fausse.

Tandis que l'analyse apporte des données concernant les spécialisations de ces animaux, quelques caractères signalent les Uropeltidés comme de simples serpents typiques et ne montrent pas de modifications particulières. De plus, pour un certain nombre de caractéristiques, par exemple la présence dans la peau d'un pigment soluble dans l'alcool, apparemment des ptéridines, on ignore encore le rôle biologique qui leur est associé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GANS, C. (1973) — Uropeltid snakes - survivors in a changing world. *Endeavour,* 32 (116) : 60-65.

GANS, C. (1976) — Aspect of the biology of uropeltid snakes. *In :* A. d'A. Bellairs and C.B. Cox eds. Morphology and Biology of Reptiles. *Linn Soc. London. Symp.,* (3) : 191-204.

GANS, C. and BAIC, D. (1977) — Regional specialization of reptilian scale surfaces : Relation of texture and biological role. *Science,* 195 (4284) : 1348-1350.

GANS, C., DESSAUER, C. and BAIC, D. (1978) — Axial differences in the musculature of the Uropeltid snakes : The freight-train approach to burrowing. *Science,* 199 (4325) : 189-192.

GANS, C. (1978) — All animals are interesting ! Presidential Address. *Amer. Zool.,* 18 (1) : 3-9.

GANS, C. (1979) — A subterranean snake with a funny tail. *Natural Hist.,* 88 (5) : 70-75.

NUSSBAUM, A. and GANS, C. (1981) — On the *Ichtyophis (Amphibia : Gymnophiona)* of Sri Lanka. *Spolia Zeylanica,* 35 (1 and 2) : 137-154.

GANS, C. and FETCHO, R. (1982) — The Sri Lankan genus *Aspidura* (Serpentes : Reptilia : Colubridae). *Ann. Carnegie Mus.,* 51 (14) : 271-316.

C. GANS
Department of Biological Sciences
The University of Michigan, ANN ARBOR
MICHIGAN 48109 U.S.A.

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 5-12

UTILISATION DES ISOTOPES POUR L'ÉVALUATION DES MÉTABOLISMES DANS LES POPULATIONS DE REPTILES

par

Claude GRENOT

Résumé — L'utilisation des isotopes (^{22}Na, ^{3}H et ^{18}O) permet la mesure des métabolismes hydrique et énergétique des Reptiles dans leur milieu naturel. La méthodologie et les techniques de terrain sont schématiquement décrites. Le coût élevé de l'eau doublement marquée ($^{3}HH^{18}O$) restreint son application à des espèces de faible poids. Quelques exemples caractéristiques concernant les Lézards sont donnés. L'utilisation simultanée des isotopes pour une analyse métabolique plus fine en milieu naturel est proposée.
Mots clés : Eau doublement marquée - Eau tritiée - Lézards - Oxygène 18 - Sodium 22 - Taux de renouvellement d'eau - Taux métaboliques - Technique de terrain.

Abstract — The use of isotopic tracers (^{22}Na, ^{3}H and ^{18}O) has made possible the measurements of field water turnover and metabolic rate in Reptiles. Methodology and techniques of animals in the field are quickly described. But the high cost of the doubly-labelled water limits the study of low weight species. Some typical examples on lizards are given. The applicability of these methods is discussed. The simultaneous use of isotopes to obtain more informations in animals in their natural habitats is proposed.
Key words : Doubly-labelled water - Field technique - Lizards - Metabolic rates - Oxygen 18 - 22 Sodium - Tritiated water - Water turnover.

I. INTRODUCTION

L'utilisation des isotopes stables et radioactifs contribue à la mesure de certains paramètres physiologiques, en particulier d'ordre métabolique, chez des animaux en liberté. L'emploi de l'eau tritiée (^{3}HHO), du radiosodium 22 (^{22}Na) et de l'eau doublement marquée ($^{3}HH^{18}O$), représente un nouveau progrès en énergétique écologique (cf. la mise à jour récemment publiée de BUSCARLET et GRENOT, 1985).

Dans une étude bioénergétique de terrain, le choix d'une méthode de marquage dépend des caractéristiques biologiques de l'espèce en cause, des moyens financiers disponibles et de la réglementation en vigueur au sujet de l'utilisation des radioisotopes dans la nature. Les trois marquages étant compatibles entre eux, leur combinaison est donc plus riche que leur utilisation individuelle. Le protocole expérimental est résumé dans la figure 1.

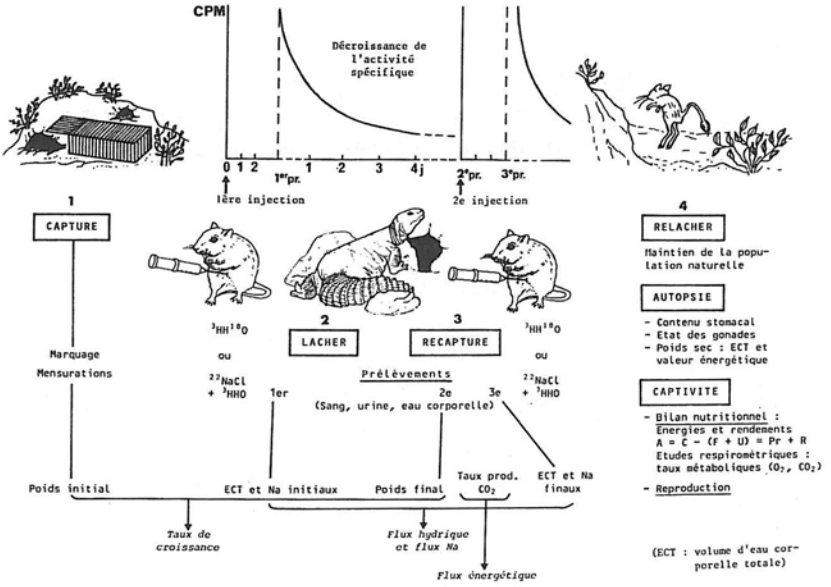


Figure 1 : Schéma du protocole expérimental utilisant des isotopes (^3H, ^{18}O et ^{22}Na) en bioénergétique écologique (application aux vertébrés) (d'après GRENOT et al., 1983).

II. PRINCIPES ET AVANTAGES DES MÉTHODES

A. Méthode au radiosodium 22

La détermination de la quantité de sodium (Na) ingérée pendant un intervalle de temps ''t'' repose sur l'analyse compartimentale de la cynétique du traçeur ^{22}Na. La radioactivité spécifique du ^{22}Na ($^{22}Na/Na$) est la même dans le ''compartiment du Na corporel échangeable'' et dans le flux sortant instantané de Na :

(1) Na Ing. = Na Corp, éch. $\times$ L_n ($^{22}Na_{t1}/^{22}Na_{to}$)

Na Ing. = C $\times$ [Na]Alim. C = aliments consommés

D'après (1), le Na corporel échangeable est déterminé par mesure de la pente de la courbe figurative de la décroissance logarithmique de ^{22}Na en fonction de la quantité de Na ingérée au cours du temps. La quantité de Na corporel échangeable doit être constante, de même que la concentration en sodium de l'alimentation ([Na]Alim.) laquelle doit être connue ; de plus, l'eau de boisson ne doit pas contenir de Na.

B. Méthode à l'eau tritiée

Chez un animal dont l'eau corporelle contient un isotope de l'hydrogène, ici le tritium, l'activité spécifique de l'isotope décroît exponentiellement avec le temps en raison de la perte d'eau marquée par évaporation et excrétion et de l'entrée d'eau non marquée par la nourriture, la boisson et l'eau métabolique.

Cette méthode permet de mesurer :

— le volume d'eau corporelle totale (ECT), par dilution isotopique après un court temps d'équilibration ;

— les flux hydriques, entrant et sortant (Fe et Fs), par le taux de renouvellement de l'isotope (l'animal doit être en équilibre hydrique) ;

— la consommation alimentaire chez les espèces qui ne boivent pas, à partir de la mesure de Fe (eau liée à l'alimentation + eau métabolique) connaissant la composition du régime et la teneur hydrique des aliments.

(2) Eau Cons. = ECT $\times$ L_n ($^3H_2O_{t1}/^3H_2O_{to}$)

La technique au ^{22}Na se révèle précise dans l'étude des bilans nutritionnels des prédateurs d'insectes (ou de vertébrés), car la teneur en Na des proies reste constante d'une espèce à l'autre, ce qui évite d'effectuer des analyses fastidieuses du régime alimentaire du prédateur. L'interprétation en est plus délicate pour les espèces végétariennes ou à régime diversifié. Son emploi conserve cependant certains avantages. Etant donné le très faible taux de renouvellement du Na corporel, une seule injection permet de suivre la décroissance et la radioactivité de l'animal en milieu naturel pendant plusieurs saisons. De plus, la radioactivité corporelle en ^{22}Na peut être mesurée sur le terrain à l'aide d'un compteur à scintillation solide portable, à tout moment et sans prélèvements humoraux. Le double marquage ^3H ou ^{22}Na est souvent préféré au simple marquage car il fournit à la fois le renouvellement du Na et de l'eau dans l'organisme, permettant ainsi d'établir directement un bilan complet de la consommation d'eau et de la matière sèche.

C. Méthode à l'eau doublement marquée (^3H et ^{18}O)

Le taux métabolique naturel (TMN) d'un animal peut être mesuré par son activité respiratoire (sans connaître son régime alimentaire), en marquant son ECT. En raison de la réaction : $CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_2$, catalysée par l'anhydrase carbonique du sang, s'établit un équilibre isotopique de ^{18}O entre l'eau et le CO_2. L'excès isotopique de ^{18}O du ECT décroît plus vite que l'activité spécifique du ^3H car ^{18}O est perdu à la fois, sous forme de CO_2 et d'eau. Ainsi, la différence entre les quantités perdues de ^3H et de ^{18}O permet de déduire le taux de production de CO_2, donc le TMN. Par un raisonnement analogue à celui qui conduit à la relation (2), on obtient la quantité de CO_2 produite pendant un temps donné ''t'', à partir de l'équation suivante :

(3) CO_2 = ECT $\times$ L_n ($^3HH\,^{18}O_{t1}/^3HH^{18}O_{to} \times {}^3HHO_{to}/{}^3HHO_{t1}$) $\times$ α/γ

α étant la proportion de O^2 dans le CO_2 et γ étant celle de O^2 dans l'eau.

Les formules (1), (2) et (3) sont employées si les compartiments sodique et hydrique sont stables. En revanche, si la taille des compartiments varie linéairement ou exponentiellement avec le temps, des formules plus complexes doivent être utilisées (cf. NAGY, 1980 ; NAGY et COSTA, 1980 ; BUSCARLET et GRENOT, 1985). Par cette méthode, il est possible de déterminer, dans un même écosystème, les bilans énergétiques globaux spécifiques, sans pour cela connaître le régime alimentaire des animaux, ce qui est indispensable dans la méthode utilisant le ^{22}Na.

III. EXEMPLES D'APPLICATION SUR LE TERRAIN

A. Marquage au ^{3}H

L'estimation à l'aide de l'eau tritiée de la consommation alimentaire d'animaux vivant en milieu naturel a surtout été réalisée chez des Reptiles ne buvant pas et, en particulier, chez des Lézards déserticoles (MINNICH et SHOEMAKER, 1970 ; NAGY, 1975 et 1982a ; NAGY et SHOEMAKER, 1975).

Nous avons étudié le Lézard agamidé *Uromastix acanthinurus* (300 g). Il vit au Sahara et a pour seul source d'eau, l'eau liée à son régime végétarien (GRENOT, 1976). En été et en automne, la végétation généralement très sèche ne permet pas à *Uromastix* de maintenir son équilibre hydrique et pondéral (GRENOT, 1981 ; LEMIRE *et al.*, 1982). Le Fe est faible, de 0,40 (animal à jeun) à 11,40 ml $kg^{-1}j^{-1}$. Considérant que la teneur en eau des rares plantes pérennes est d'environ 40%, la consommation végétale peut alors être évaluée de 0 à 28,5 g kg^{-1} j^{-1} (0 à 17 g de matière sèche), soit 0 à 305 kJ kg^{-1} j^{-1}.

En général, le maximum d'hydratation des plantes (70% et plus) survient à la saison des pluies au printemps. A cette période, *Uromastix* se nourrit abondamment, le contenu stomacal peut atteindre 8 à 13% de sa masse corporelle totale. Le Fe est relativement élevé, de 55,5 à 91,0 ml kg^{-1} j^{-1} correspondant à une consommation de 79 à 130 g kg^{-1} j^{-1} (24 à 27 g de matière sèche), soit 431 à 485 kJ kg^{-1} j^{-1}. C'est à cette époque que la croissance des jeunes est maximale et que les réserves de graisse sont constituées. Le Fe minimal d'*Uromastix* pour constituer son équilibre hydrique est d'environ 17 ml kg^{-1} j^{-1} (en conditions semi-naturelles en automne).

B. Marquage au ^{22}Na

La mesure de la consommation alimentaire à l'aide du ^{22}Na, dont la méthode a été mise au point sur des insectes par BUSCARLET en 1974, s'est essentiellement généralisée à l'étude des Mammifères (cf. BUSCARLET et GRENOT pour revue).

Récemment, la consommation en insectes d'un petit Lézard Scincidae australien, *Lampropholis guichenoti* (1 g), a pu être mesurée en

milieu naturel, grâce à l'estimation des taux de renouvellement (TR) du ^{22}Na (Fig.2). Ces TR varient saisonnièrement, correspondant à 1,29 µmoles j^{-1} en automne ; 0,09 en hiver ; 1,17 au printemps et 1,86 en été, équivalant respectivement à la consommation de 9,55 ; 0,65 ; 9,39 et 13,75 mg de matière sèche j^{-1} (GALLAGHER *et al., 1983).*

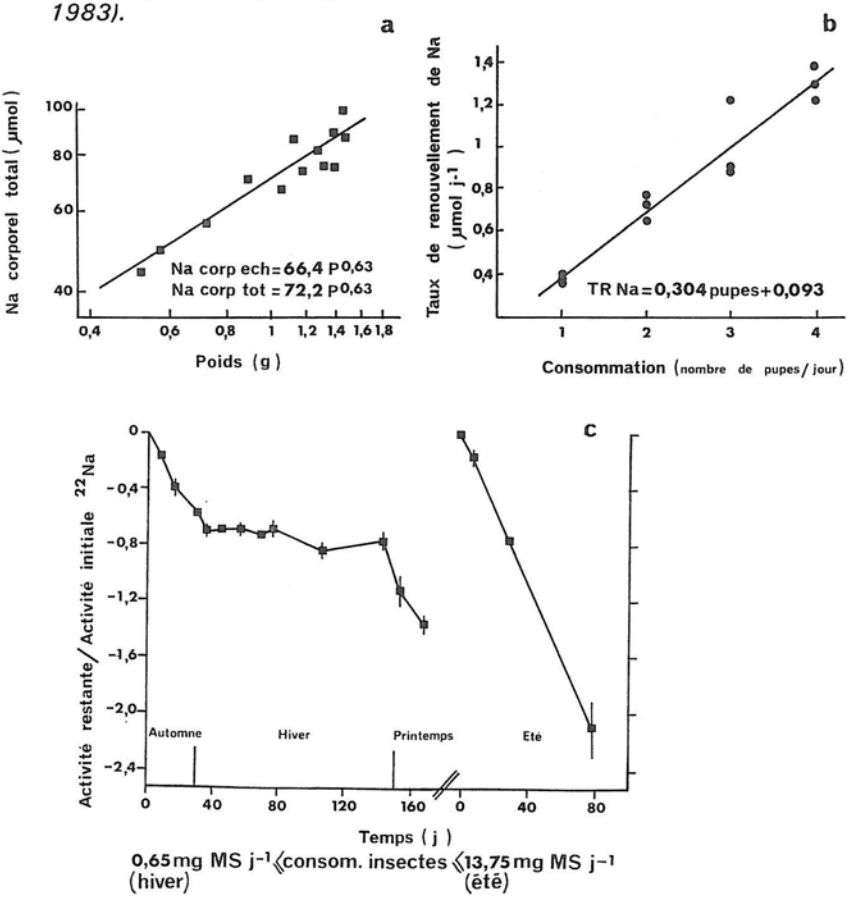


Figure 2 : Mesure de la consommation alimentaire à l'aide de ^{22}Na chez le Lézard Scincidae australien *Lampropholis guichenoti* (d'après GALLAGHER et al., 1983).

a) — Corrélation logarithmique entre le Na corporel total et le poids du Lézard.

b) — Corrélation entre le taux de renouvellement du Na et l'ingestion alimentaire du Lézard.

c) — Evolution des variations de l'activité du ^{22}Na dans une population naturelle de Lézard au cours des saisons.

C. Double marquage au ^{3}H et ^{18}O

Il est impossible de mentionner ici toutes les études effectuées sur les Lézards (cf. BUSCARLET et GRENOT, 1985). Nous avons étudié les flux hydriques et les taux métaboliques journaliers chez deux espèces de Lacertidés des îles Kerkennah (Tunisie) ; les résultats sont reportés dans un article de ce numéro du Bulletin (VERNET, GRENOT et NOUIRA, 1985).

NAGY (1982b, 1983) a suivi les variations saisonnières du TMN de trois populations de vertébrés dans le désert de Mohave : deux espèces de Lézards Iguanidae, *Uta stansburiana* (2,5 g), insectivore, actif 10 à 11 mois de l'année (fig.3) et *Sauromalus obesus* (167 g), herbivore, actif seulement 4 mois par an ainsi que le Lièvre *Lepus californicus* (1,8 kg), actif toute l'année. Les dépenses énergétiques annuelles sont obtenues à partir des valeurs des TMN ($MJ.an^{-1}$) divisées par le poids (g) élevé à la puissance 0,80 pour les Lézards et 0,67 pour le Lièvre. Les valeurs respectives exprimées pour 100 g d'animal sont : 2,4 $MJ.an^{-1}$ pour *Uta,* 12 $MJ.an^{-1}$ pour *Sauromalus* et 60 $MJ.an^{-1}$ pour *Lepus.* Les besoins énergétiques des Lézards représentent dans ce cas 2 à 4 % de ceux du Lièvre.

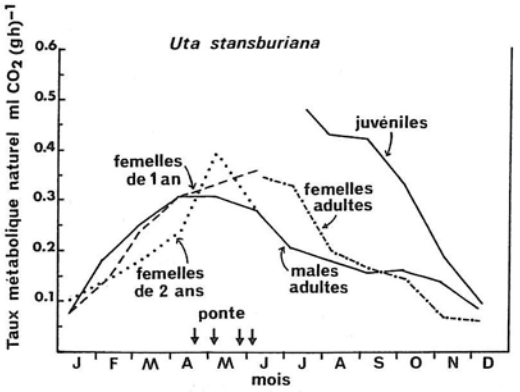


Figure 3 : Variations saisonnières du taux métabolique naturel d'une population de Lézards *Uta stansburiana* dans le désert de Mohave (d'après NAGY, 1983).

La comparaison des régressions allométriques des TMN des Lézards, Rongeurs et Oiseaux (fig.4) montre que le taux énergétique d'un Lézard de 100 g, en activité, correspond à 6% de celui d'un Rongeur et seulement 3% de celui d'un Oiseau de même poids (NAGY, 1982b). Ces différences métaboliques sont encore plus importantes si on les estime en dépenses énergétiques annuelles.

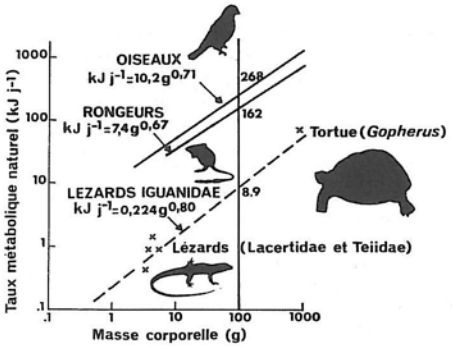


Figure 4 : Comparaison des régressions allométriques des taux métaboliques naturels dans 3 groupes de vertébrés (d'après NAGY, 1982).

IV. CONCLUSION

La validité de chacune de ces méthodes a fait l'objet de nombreux contrôles en laboratoire, qui indiquent des écarts variables selon l'espèce étudiée et selon le mode de marquage employé (BUSCARLET et GRENOT, 1985). Parmi les trois méthodes de marquage, celle qui utilise $^{3}HH^{18}O$ est la moins restrictive en ce qui concerne le mode et la nature de l'alimentation et la plus fiable pour ce qui est de la variation des compartiments. En revanche, c'est la plus onéreuse d'emploi, en particulier, chez les animaux de grande taille.

La détermination des TMN de différentes espèces sauvages appartenant au même peuplement, est d'un intérêt fondamental dans l'analyse écosystémique des ressources du milieu.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BUSCARLET L.A., (1974) — The use of ^{22}Na for determining the food intake of the migratory locust. *Oikos,* 25 : 204-208.

BUSCARLET L.A. & GRENOT C., (1985) — Utilisation des isotopes stables et radioactifs dans les études bioénergétiques des populations animales en milieu terrestre. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.,* 6 (2) : 105-134.

GALLAGHER K.J., MORRISON D.A., SHINE R. & GRIGG G.C., (1983) — Validation and use of ^{22}Na turnover to measure food intake in free-ranging lizards. *Oecologia* (Berlin), 60 : 76-82.

GRENOT C.J., (1976) — Ecophysiologie du Lézard saharien *Uromastix acanthinurus* Bell, 1825 (Agamidae, herbivore). *Publ. Lab. Zool., E.N.S.,* n° 7, 323 p.

GRENOT C.J., (1981) — Equilibres pondéral et hydrique du Lézard saharien *Uromastix acanthinurus. Bull. Soc. Zool. Fr.,* 106 : 49-55.

GRENOT C., PASCAL M., BUSCARLET L., FRANCAZ J.M. & SELLAMI M., (1983) — Méthodologie appliquée à l'énergétique écologique : bilans hydrique et énergétique du Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris* Sherman) dans un agrosystème de moyenne altitude (Haut-Doubs, France). *Bull. Soc. Ecophysiol.,* 8 (1-2) : 75-105.

LEMIRE M., GRENOT C. & VERNET R., (1982) — Water and electrolyte balance of the free-living saharan lizard *Uromastix acanthinurus* (Agamidae). *J. Comp. Physiol.* B., 146 : 81-93.

NAGY K.A. (1975) — Water and energy budget of free-living animals. Measurements using isotopically labelled water. In : HADLEY N.F., ed. Environmental Physiology of Desert Organisms. 227-245. Dauden, Hutchinson and Ross. Strandsburg. Pensylvania.

NAGY K.A., (1980) — CO_2 production in animals ; analysis of potential errors in the doubly labelled water method. *Am. J. Physiol.,* 238 : 466-R473.

NAGY K.A., (1982a) — Field studies of water relations. In : GANS C. & POUGH F.H. eds. Biology of the Reptilia, Academic Press, New York, vol.12 C chap.2 : 483-501.

NAGY K.A., (1982b) — Energy requirements of free-living iguanid Lizards. In : BURGHARDT G.M. & RAND A.S., ed., Iguanas of the world Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey : 49-59.

NAGY K.A., (1983) — Ecological energetics. In : HUEY R.B., PIANKA E.R. & SCHOENER T.W. eds., Lizard ecology : studies of a model organism Harward University Press, Cambridge : 24-54.

NAGY K.A. & COSTA D.P., (1980) — Water flux in animals : analysis of potential errors in the tritiated water method. *Am. J. Physiol.,* 238 : 454-465.

NAGY K.A. & SHOEMAKER R.M., (1975) — Energy and nitrogen budgets of a free-living desert lizard. *Physiol. Zool.,* 48 : 252-262.

* Ce travail a bénéficié d'une subvention de l'Université Pierre et Marie Curie dans le cadre de l'Aide à la Recherche Universitaire 1982-1983.

Cl. GRENOT
UA 258 du CNRS, Laboratoire d'Ecologie
Ecole Normale Supérieure
46 rue d'Ulm
75230 PARIS Cedex 05 (FRANCE)

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 13-19

RENOUVELLEMENT DE L'EAU ET BILAN ÉNERGÉTIQUE JOURNALIER CHEZ *Eremias olivieri* ET *Acanthodactylus pardalis (Sauria, Lacertidae)*, EN MILIEU NATUREL. ILES KERKENNAH (TUNISIE)

par

Roland VERNET, Claude GRENOT et Saïd NOUIRA

Résumé — Le taux de renouvellement de l'eau (TRE) et le taux métabolique journalier naturel (TMN) ont été évalués, par utilisation de l'eau doublement marquée ($^3HH^{18}O$), chez deux lézards sympatriques des îles Kerkennah : *Eremias olivieri* et *Acanthodactylus pardalis*. Le TRE est 2,5 fois plus élevé chez *E.o.* que chez *A.p.* (soit respectivement 17,4 ml × 100 g^{-1} × j^{-1} et 7,0 ml × 100 g^{-1} × j^{-1}) et le TMN 6 fois plus (soit 250,4 J × g^{-1} × j^{-1} et 40,2 J × g^{-1} × j^{-1}). Les dépenses énergétiques journalières des deux espèces sont liées à leur rythme d'activité, leur régime alimentaire, et leur stratégie de chasse.
Mots clés : Taux de renouvellement de l'eau - Taux métabolique naturel - eau doublement marquée - *Lacertidae* - *Eremias olivieri* - *Acanthodactylus pardalis*.

Abstract — Water flux and energy metabolism were measured with doubly labeled water in two sympatric species of *Lacertidae* of Kerkennah island, *Eremias olivieri* (mean body mass = 1.1 g) and *Acanthodactylus pardalis* (4.5 g) in a semi-arid environment (june 1983). Water turnover (WTO) and field metabolic (FMR) rate of *E.o.* (17.4 ml × 100 g^{-1} × day^{-1} ; 250.4 J × g^{-1} × day^{-1}) were 2.5 and 6 times higher than those of *A.p.* (7.0 ml × 100 g^{-1} × day^{-1} ; 40.2 J × g^{-1} × day^{-1} respectively). Daily energy expenditure was correlated with difference between the two species in duration of activity period, diet, foraging mode and reproductive period.
Key words : Water flux - Field metabolic rate - doubly labeled water - *Lacertidae* - *Eremias olivieri* - *Acanthodactylus pardalis*.

I. INTRODUCTION

Les recherches sur le métabolisme des Reptiles se sont considérablement multipliées au cours de ces dernières années (BENNETT et DAWSON, 1976 ; BENNETT, 1978 ; 1982 ; 1983 ; CONGDON *et al.*, 1982 ; et NAGY, 1983). La façon dont chaque espèce investit l'énergie consommée est importante pour expliquer sa survie et son expansion. Pour se nourrir, les Lézards insectivores peuvent utiliser deux types de stratégie, soit la chasse à l'affût, soit la quête extensive. Dans cette optique, il nous a paru intéressant de comparer les flux hydriques (TRE = taux de renouvellement de l'eau) et les taux énergétiques (TMN = taux métabolique naturel) dans les conditions naturelles de deux Lacertidés : *Eremias olivieri* (masse moyenne : 1,1 g) et *Acanthodactylus pardalis* (masse moyenne : 4,5 g), espèces sympatriques ayant des stratégies démographiques sensiblement différentes.

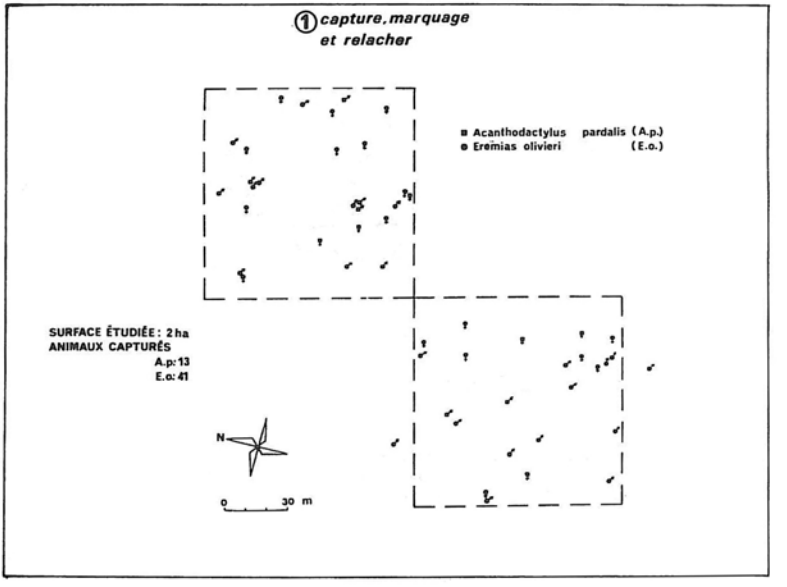


FIGURE 1

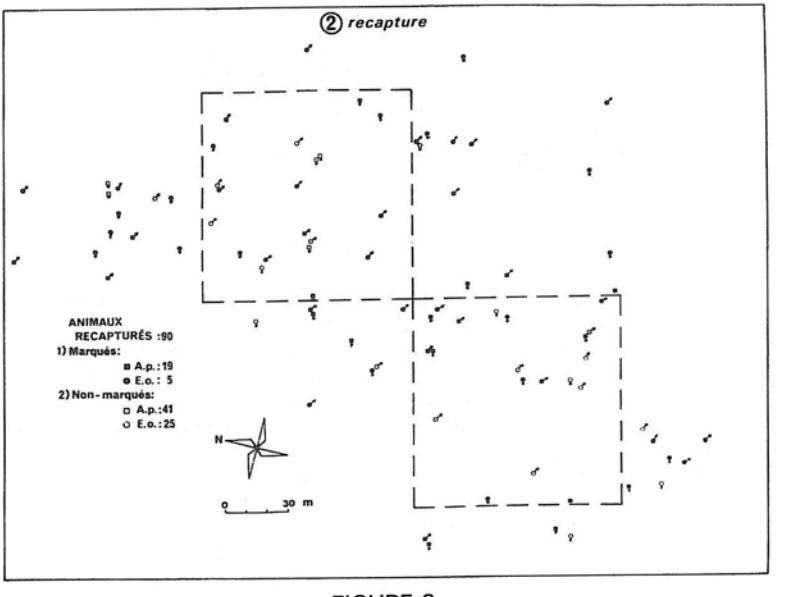
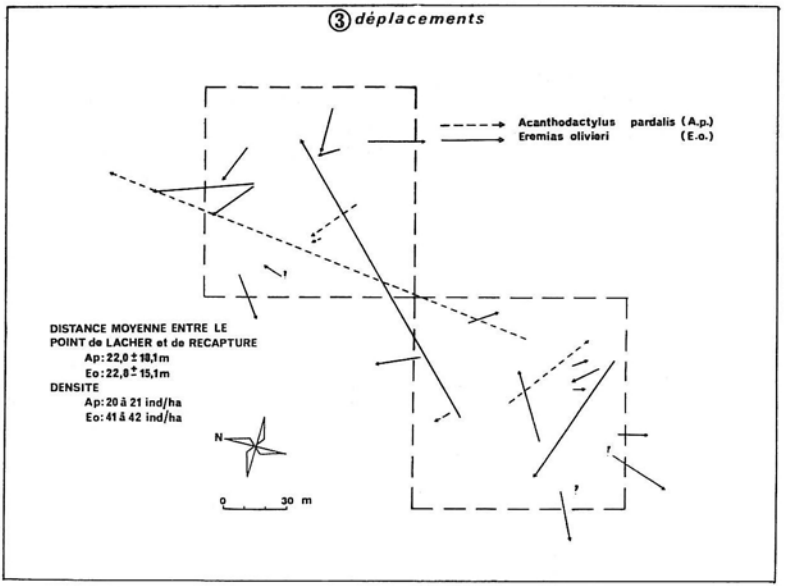


FIGURE 2



Figures : Expérience de capture-marquage-recapture chez *Acanthodactylus pardalis* et *Eremias olivieri.* Représentation cartographique de l'emplacement des terriers.
❶ Capture et marquage ; ❷ recapture ; ❸ distance séparant les points de lâcher des points de recapture.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ce travail a été réalisé dans l'île de Gharbi (Archipel de Kerkennah, Tunisie) en juin 1983, sur deux quadrats d'un hectare chacun délimité au sein d'une station préalablement décrite par l'un d'entre nous (NOUIRA, 1982). Les flux hydrique et énergétique ont été évalués par l'utlisation de l'eau doublement marquée au tritium et à l'oxygène 18 selon la méthode préconisée par LIFSON et McCLINTOCK (1966), puis reprise et développée par CONGDON *et al.* (1978) ; NAGY (1980-1982) ; NAGY et COSTA (1980) ; BUSCARLET et GRENOT (1985).

III. RÉSULTATS

Sur l'ensemble des deux quadrats, 54 lézards ont été capturés lors de la première campagne : 41 *Eremias* (23 mâles + 18 femelles) et 13 *Acanthodactylus* (7 mâles + 6 femelles) (Fig.1). Ces animaux, une fois marqués puis injectés, ont été relâchés à l'endroit exact de leur capture, puis des tentatives de recapture ont été réalisées après un délai de 4 à 6 jours. 90 individus ont été capturés au total lors de cette deuxième campagne : 60 *Eremias* (dont 19 marqués : 9 mâles + 10 femelles) et 30 *Acanthodactylus* (dont 5 marqués : 3 mâles + 2 femelles) (Fig.2). Les distances séparant les points de lâcher des points de recapture furent en moyenne de 22,8 ± 15,1 m pour *E.o.* et 22,0 ± 18,1 m pour *A.p.* (Fig.3). L'estimation de la densité selon les indices de Lincoln-Peterson

et de Bailey nous a donné les valeurs moyennes de 41-42 ind./ha pour *E.o.* et 20-21 ind./ha pour *A.p.* Le régime alimentaire de *E.o.* est très éclectique et composé surtout d'Hyménoptères (40,6%), d'Homoptères (12,1%), d'Hétéroptères (12,1%), d'Arachnides (6,6%), de Coléoptères (5,5%) et d'Orthoptères (5,5%) ; celui d'*A.p.* est constitué essentiellement de Coléoptères (54%) et d'Homoptères (30%) (Tab.1).

	MAI 1981 *		JUILLET 1981*		JUIN 1983**	
	E.o.	*A.p.*	*E.o.*	*A.p.*	*E.o.*	*A.p*
Densité ind./ha	101	10	30	6	41-42	20-21
T.R.E ml × 100g^{-1} × j^{-1} Flux entrant	–	–	–	–	17,4±4,3 (n=14)	7,0±0,1 (n=5)
T.R.E ml × 100g^{-1} × j^{-1} Flux sortant	–	–	–	–	17,3±3,8 (n=14)	6,9±0,7 (n=5)
Taux métabolique J × g^{-1} × j^{-1}	–	–	–	–	250,4±114,5 (n=15)	40,2±41,1 (n=5)
Régime alimentaire	différent		identique		différent	
% Coléoptère	50,9	6,9	2,9	13,9	5,5	54
% Homoptère	19,1	30,4	26,3	26,9	12,1	30
% Fourmi	11,3	42,9	27,2	38,0	40,6	2
% Hétéroptère	0,9	10,9	3,1	1,3	12,1	2
% divers	qsp 100	---	---	---	---	--
Composition alimentaire	non		oui		non	
Cycle journalier d'activité	identique		différent		différent	
Durée d'activité Hors du Terrier h × j^{-1}	8,0	8,0	7,5	3,5	7-8	4-5
Taux de gravidité des femelles	91%	50%	35%	0	100%	100%

* d'après Nouira 1982 et 1983
** présente étude (située à 300 m des quadrats étudiés en 1981)

Tableau I : Comparaison de la densité, du régime alimentaire, des cycles d'activité et de reproduction ainsi que du taux de renouvellement de l'eau et des taux métaboliques d'*Eremias olivieri (E.o.)* et d'*Acanthodactylus pardalis (A.p.)* au cours de différentes périodes d'étude.

Au cours de cette étude, la plupart des individus des deux espèces se trouvaient en équilibre hydrique et pondéral. Les flux hydriques étaient 2,5 fois plus élevés chez *E.o.* que chez *A.p.*, soit respectivement 17,4 ± 4,3 ml × 100 g^{-1} × j^{-1} (n = 14) et 7,0 ml × 100 g^{-1} j^{-1} (n = 5). Chez les deux espèces, les différences observées entre les mâles et les femelles ne sont pas significatives. Le taux métabolique naturel (TMN) était 6 fois plus élevé chez *E.o.* (240,4 ± 114,5 J × g^{-1} × j^{-1} ; n = 15) que chez *A.p.* (40,2 ± 41,1 J × g^{-1} × j^{-1} ; n = 5) (Tab.1).

IV. DISCUSSION

Le TMN d'*Acanthodactylus pardalis,* bien qu'extrêmement faible est à rapprocher de celui évalué sur des espèces pratiquant la chasse à l'affût (''sit-and-wait predators'') telles que *Eremias lineoocellata* dans le désert du Kalahari (NAGY *et al.,* 1984) et *Callisaurus draconoides* dans le désert du Colorado (ANDERSON et KARASOV, 1981). La grande différence concerne les temps d'activité à l'extérieur du terrier : lors de notre expérimentation, *A.p.* n'était actif que 4 à 5 heures par jour contre 10,2 et 10,0 h/j pour les deux autres espèces précédemment citées. La réduction de l'activité journalière semble apparemment contradictoire avec le mode de quête alimentaire, mais, à cette période de l'année, *A.p.* se nourrissant essentiellement d'insectes de grande taille (53,8% des estomacs renferment des Coléoptères et 57,7% des Homoptères, en particulier une espèce de cigale qui pullulait alors), peut effectuer un repas important en quelques prises, limitant ainsi ses déplacements. Le faible taux métabolique trouvé s'explique par cette faible activité. Il en est tout autrement pour *Eremias olivieri,* qui ne peut capturer d'aussi grosses proies. Son régime alimentaire, plus opportuniste et plus diversifié, nécessite de grands déplacements au cours d'une période active plus longue (7-8 h/j). Son TMN est voisin de ceux de deux autres espèces pratiquant également la chasse extensive (''widely foraging predators'') : *Eremias lugubris* du Kalahari (NAGY *et al.,* 1984) et *Cnemidophorus tigris* du Colorado (ANDERSON et KARASOV, 1961) qui ont cependant des périodes d'activité plus courtes (2,75 h/j et 5 h/j, respectivement).

En milieu naturel, le taux métabolique des Lézards dépend du temps d'activité à l'extérieur et peut représenter 2 à 8 fois celui d'un animal au repos dans son terrier (MERKER et NAGY, 1984). Le mode de chasse développé par *E.o.,* associé à un temps d'activité assez long, peut expliquer les valeurs élevées de son TMN.

Les flux hydriques des deux espèces étudiées sont également très élevés. Malgré l'absence d'eau douce libre à cette période sèche de l'année, il n'est pas exclu que les individus puissent boire de la rosée au cours de la matinée, ou bien absorber de l'eau à travers les téguments à partir de l'humidité des terriers ou de l'humidité ambiante due à la proximité de la mer.

L'évaluation des taux métaboliques de repos en laboratoire et son extrapolation en milieu naturel devraient nous permettre dans un proche

avenir de pouvoir chiffrer l'efficacité réelle d'un point de vue énergétique de l'un ou l'autre des types de quêtes alimentaires chez *E.o.* et *A.p.*

Bien qu'à cette saison, le taux de gravidité des deux espèces de Lacertidés soit de 100%, 50% des femelles d'*E.o.* sont prêtes à pondre (présence d'oeufs de grande taille dans les oviductes) et seulement 30% chez les femelles d'*A.p.* Si les TMN des mâles et des femelles adultes sont assez voisins, notamment chez *E.o.*, celui des femelles pleines est sensiblement plus faible, très vraisemblablement en raison de leur moindre déplacement, l'énergie ingérée étant alors conservée pour la reproduction des oeufs.

La compétition interspécifique entre *A.p.* et *E.o.* est limitée par des décalages du cycle journalier d'activité hors du terrier, des périodes de reproduction et du spectre alimentaire, selon des schémas variant d'une saison à l'autre et d'une année à l'autre (Tab.1). Ceci permet d'expliquer la coexistence de ces deux espèces dans un écosystème où les conditions environnementales et les ressources trophiques sont très fluctuantes.

Remerciements

Nous remercions très vivement M. Louis BUSCARLET qui a réalisé les dosages de l'oxygène 18 au spectrographe de masse, ainsi que Mlle Zohra HAOUAS et Mr. Mabrouk CHETOUI de la Faculté des Sciences de Tunis, pour leur aide efficace sur le terrain.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDERSON R.A. et KARASOV W.H., (1981) — Contrasts in energy intake and expenditure in sit-and-wait and widely foraging Lizard. *Oecologia,* 49 : 67-72.

BENNET A.F. et DAWSON W.R., (1976) — Metabolism. *In :* GANS C. and DAWSON W.R., eds., Biology of Reptilia. Academic Press, New York. 5 : 127-223.

BENNETT A.F., (1978) — Activity metabolism of the lower vertebrates. *Annual review of physiology,* 400 : 447-469.

BENNET A.F., (1982) — The energetics of Reptilian activity. *In :* GANS C. and POUGH F.H., eds., Biology of Reptilia. Academic Press, New York, 13 : 155-194.

BENNET A.F., (1983) — Ecological consequences of activity metabolism. *In :* HUEY B. ; PIANKA R. and SCHOENER R.W., eds., Lizard ecology, Studies of a model organisms. Harvard University Press, Cambridge : 11-23:

BUSCARLET L.A. et GRENOT C., (1985) — Utilisation des isotopes stables et radioactifs dans les études énergétiques des populations animales terrestres. *Acta Oecologica,* 6 : 105-134.

CONGDON J.D., KING W.W. et NAGY K.A., (1978) — Validation of the HTO-18 method for determination of CO_2 production of Lizards (genus *Sceloporus*). *Copeia,* 1978 : 360-362.

CONGDON J.D., DUNHAM A.E. et TINKLE D.W., (1982) — Energy budgets and life histories of Reptiles. *In :* GANS C. and POUGH F.H., eds., Biology of Reptilia. Academic Press, New York, 13 : 233-271.

LIFSON N. et McCLINTOCK R. (1966) — Theory of use of the turnover rates of body water for measuring energy and material balances. *Journal of Theoretical Biology,* 12 : 46-74.

MERKER G.P. et NAGY K.A. (1984) — Energy utilization by free-ranging *Sceloporus virgatus* Lizards. *Ecology,* 65 : 575-581.

NAGY K.A. et COSTA D.P. (1980) — Water flux in animals : analysis of potential errors in the tritiated water method. *American Journal of Physiology,* 238 : 454-465.

NAGY K.A. (1980) — CO_2 production in animals : analysis of potential errors in the doubly labeled water method. *American Journal of Physiology,* 238 : 466-473.

NAGY K.A. (1982) — Field Studies of Water Relations. *In :* GANS C. and POUGH F.H., eds., Biology of Reptilia. Academic Press, New York, 12 : 483-501.

NAGY K.A., (1983) — Ecological energetics. *In :* HUEY B. ; PIANKA R. and SCHOENER T.W., eds., Lizard ecology : Studies of a model organism. Harvard University Press, Cambridge : 24-54.

NAGY K.A., HUEY R.B. et BENNETT F. (1984) — Field energetics and foraging mode of Kalahari lacertid Lizards. *Ecology,* 65 : 588-596.

NOUIRA S. (1982) — Structure et dynamique du peuplement de Lacertidae des Iles Kerkennah (Tunisie). Thèse 3e Cycle, Université Pierre et Marie Curie : 199 p.

NOUIRA S. (1983) — Partage des ressources alimentaires entre deux Lacertidae sympatriques des Iles Kerkennah (Tunisie) : *Acanthodactylus pardalis* et *Eremias olivieri. Bull. Soc. Zool. Fr.,* 108 : 477-483.

VERNET R., GRENOT C. et NOUIRA s. (en préparation). Etude bioénergétique d'un peuplement de Lacertidés des Iles Kerkennah (Tunisie).

Ce travail a bénéfié d'une subvension de l'Université Pierre et Marie Curie, dans le cadre de l'Aide à la Recherche Universitaire 1982-1983.

R. VERNET [1] et C. GRENOT
U.A. 258 du C.N.R.S. Laboratoire d'Ecologie
Ecole Normale Supérieure, 46 rue d'Ulm
75230 PARIS Cedex 05 (FRANCE)

S. NOUIRA
Laboratoire de Biologie animale, Faculté des Sciences
Campus Universitaire el Belvedere, TUNIS (TUNISIE)

---

(1) et Département d'Environnement, Université Paris 7, 2 Place Jussieu, 75251 PARIS Cedex 05

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 20-27

L'ÉLIMINATION NASALE D'ÉLECTROLYTES CHEZ LE VARAN GRIS, *Varanus griseus* Daud. *(Sauria, Varanidae)*

par

Michel LEMIRE et Roland VERNET

Résumé — L'étude du fonctionnement de la glande nasale chez le Lézard saharien carnivore *Varanus griseus* montre que cette glande élimine préférentiellement du Na^+, à des taux journaliers comparables à ceux mesurés chez d'autres Lézards terrestres. Elle prend part, pour moitié environ, à la régulation de la natrémie plasmatique après des injections de NaCl, mais elle ne permet pas d'endiguer l'hyperkaliémie provoquée par des surcharges en KCl. Elle intervient également lors d'une déshydratation de l'animal.
Mots clés : Ecophysiologie -osmorégulation - glande à sels - Sauriens - Varanidés.

Abstract — The carnivorous saharan lizard *Varanus griseus* possess a nasal salt gland which secretes predominantly Na^+. The rate of electrolyte elimination is close to those observed in other terrestrial species. When subjected to NaCl, the nasal secretion regulates, for half part, the plasma Na^+ concentration, but after KCl loads the plasma K^+ concentration increases. The nasal salt elimination plays also a role during dehydration.
Key words : Ecophysiology - osmoregulation - nasal salt gland - *Sauria* - *Varanidae*.

I. INTRODUCTION

La fonction saline de la glande nasale est connue maintenant chez un grand nombre de Lézards, pour la plupart adaptés aux zones arides, ainsi que chez quelques formes côtières ou marines (DUNSON, 1969, 1976 ; MINNICH, 1979, 1982). Elle est révélée de diverses manières : soit par des critères anatomiques (mise en évidence des caractères de différenciation des cellules "à sels"), soit par des critères physiologiques (recueillement d'un fluide nasal hypertonique, spontanément ou après surcharges), soit enfin par des critères écophysiologiques (balance hydrominérale de l'animal dans les conditions naturelles).

Cette fonction saline est plus ou moins prononcée selon les espèces, en relation avec le polymorphisme accentué de la glande nasale (GABE et SAINT GIRONS, 1976 ; LEMIRE et VERNET, 1981). Chez les espèces qui possèdent une telle glande spécialisée, cette dernière peut jouer un rôle dans la régulation du milieu intérieur de l'animal en secrétant une solution hypertonique, émise au niveau des narines. Elle intervient alors comme une sorte de rein accessoire venant compléter l'action du complexe rein-cloaque.

Parmi les formes continentales, la plupart des espèces étudiées éliminent préférentiellement du potassium et ont une capacité limitée à excréter du sodium. Cependant, beaucoup sont totalement ou partiellement végétariennes et, de ce fait, rarement soumises à des apports sodiques conséquents. Les formes éliminant plus volontiers du sodium sont marines ou littorales et présentent un régime alimentaire tout à fait particulier, dont le plus étonnant est celui de l'Iguane marin des Galapagos, *Amblyrhynchus cristatus,* à base d'algues marines. Ce lézard possède le taux d'élimination sodique, mais également potassique, le plus élevé.

Le cas des Varanidés terrestres est intéressant car ces Lézards carnivores sont le plus souvent de grands prédateurs, soumis vraisemblablement à des apports sodiques plus ou moins importants et ont été peu étudiés. De plus, ils occupent une position systématique particulière parmi les Sauriens : de nombreux caractères anatomiques les opposent aux autres Lézards, voire tendent à les isoler parmi ou même, si l'on en croit certains auteurs, en dehors des Sauriens. Or, si l'on connaît la structure de la glande nasale chez plusieurs espèces de Varanidés, pour la plupart australiennes (GABE et SAINT GIRONS, 1976 ; SAINT GIRONS *et al.,* 1981), l'élimination saline n'a été abordée que chez deux espèces : *Varanus gouldii* (GREEN, 1972) et *V. semiremex* (DUNSON, 1974). Chez la première espèce, ubiquiste et très fréquente en Australie, l'auteur s'est limité à surcharger en NaCl quelques individus et encore n'a-t-il fait qu'estimer la composition de la sécrétion cristallisée sur le pourtour des narines. Chez la seconde, espèce plus littorale possédant un régime alimentaire à base de Poissons et de Crabes, l'auteur a soumis plusieurs individus à des surcharges en NaCl ou en KCl et a mesuré l'élimination nasale.

Après avoir estimé le taux de renouvellement de l'eau et la consommation alimentaire de *Varanus griseus* (VERNET *et al.,* 1983) dans les conditions naturelles, nous avons donc entrepris l'analyse de la capacité d'élimination et de la faculté d'adaptation de la glande nasale chez cette espèce, forme incontestablement terrestre puisqu'elle est caractéristique des zones désertiques sahariennes.

II. RÉSULTATS

A. Surcharges salines expérimentales

La variabilité de la sécrétion nasale a été testée à l'aide de surcharges intrapéritonéales, dans des conditions artificielles, en enceinte climatique. Douze Varans provenant du grand Erg Occidental (Algérie) ont ainsi reçu, après une période pré-expérimentale de jeûne (6 jours), deux injections de 1 ml NaCl ou KCl 1 M/100 g de poids corporel, également espacées de 6 jours. Les excrétats sont recueillis quotidiennement et des prises de sang effectuées régulièrement. Les concentrations en Na^+ et en K^+ sont déterminées par spectrophotométrie de flamme.

1. Surcharges en NaCl

Pendant la période pré-expérimentale, l'élimination nasale est peu importante et préférentiellement sodique (rapport $Na^+/K^+ = 3,5$). La première surcharge stimule l'excrétion du sodium mais aussi celle du potassium, et la composition de la sécrétion ne se trouve pas modifiée significativement. L'importance de la réponse est cependant très variable selon les individus. Après la seconde injection, l'élimination du sodium apparaît plus forte tandis que celle du potassium n'est toujours pas amplifiée ; enfin la variabilité individuelle est moins grande qu'après la première injection (fig.1).

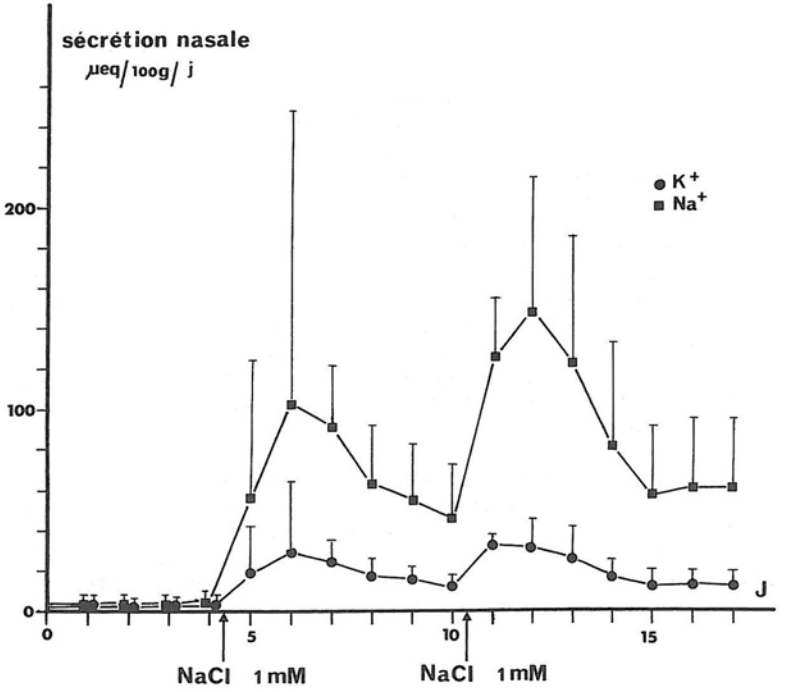


Fig. 1 : Taux de sécrétion de potassium et de sodium par la glande nasale de *Varanus griseus* après des surcharges en NaCl. 1 m mol/100 g P.C. est administré aux 4e et 10e jours, respectivement (valeurs moyennes ± S.D., N = 6).

Si l'on cumule les quantités d'électrolytes éliminés au cours de chaque période de 6 jours, elles augmentent très significativement à l'issue de la première injection, moins après la seconde. Plus de la moitié du Na^+ administré à l'animal est éliminé par voie nasale (en moyenne 1016 ± 160 µeq/100 g P.C. sur 2000 µeq injectés). En conséquence, la natrémie plasmatique, après des augmentations transitoires dues aux

injections de NaCl, revient à des teneurs normales. Dans le même temps, la kaliémie plasmatique tend à s'abaisser à la suite d'une élimination, non négligeable, de potassium (254 ± 57 μeq/100 g P.C. en moyenne).

2. Surcharges en KCl

Les surcharges en KCl n'entraînent pas de réponse nasale spécifique, l'excrétion journalière de sodium excédant en permanence celle de potassium (fig.2). Toutefois, le rapport Na^+/K^+ dans la sécrétion tend à s'abaisser dès la première injection et varie peu ensuite (2,3 en moyenne), différant ainsi significativement des valeurs obtenues dans l'expérimentation précédente (4 en moyenne).

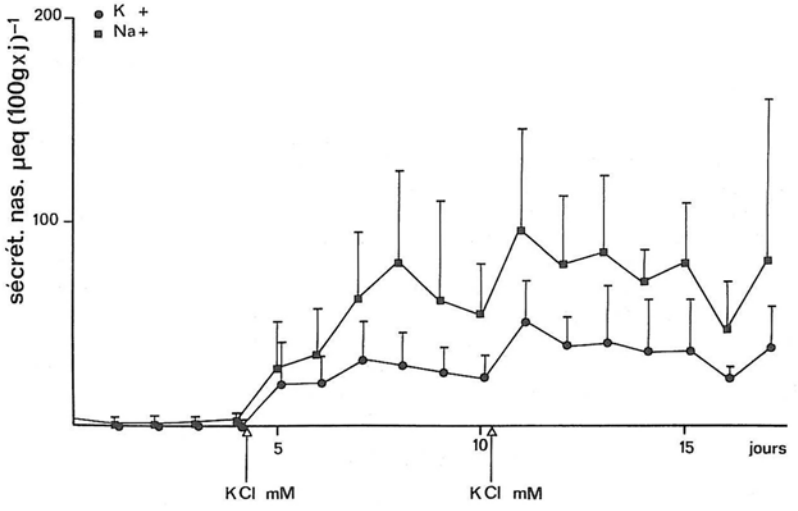


Fig. 2 : Taux de sécrétion de potassium et de sodium par la glande nasale de *Varanus griseus* après des surcharges en KCl. 1 m mol/100 g P.C. est administrée aux 4e et 10e jours, respectivement (valeurs moyennes ± S.D., N = 6).

A la fin de l'expérience, moins du quart du K^+ administré à l'animal est éliminé par voie nasale (371 ± 144 μeq/100 g P.C. sur les 2000 μeq injectés), mais il est surprenant de constater que l'excrétion

sodique reste importante (784 ± 164 µeq/100 g P.C.). En conséquence, la kaliémie plasmatique augmente significativement alors que la natrémie tend à s'abaisser.

La concentration du fluide nasal recueilli dans la courbure du conduit vestibulaire, à l'aide de microcapilaires, est de 1700 meq Na^+/l après les surcharges en NaCl et de 1200 meq Na^+/l après les surcharges en KCl, ce qui est comparable aux concentrations mesurées chez *Iguana iguana* ou *Uromastix aegyptius* (SCHMIDT-NIELSEN *et al.*, 1963) et chez *Varanus semiremex* (DUNSON, 1974) dans des conditions similaires et qui équivaut sensiblement au double de celles obtenues par canulation directe du conduit excréteur de la glande chez *Ctenosaura pectinata* (TEMPLETON, 1964).

B. Effets d'une déshydratation provoquée

Afin de tester l'intervention de la sécrétion nasale lors d'une phase de déshydratation corporelle, deux individus ont été placés, sans nourriture, dans une enceinte climatique, à 36°C et à une hygrométrie inférieure à 20 %, durant un mois. Leurs excrétats ont été recueillis et analysés comme précédemment et des prises de sang régulièrement effectuées.

Le jeûne réduit nécessairement l'émission de calculs cloacaux. Dans ces derniers (Tab.1), le potassium prédomine (884 ± 256 µeq K^+/g de poids sec de calcul, 77 ± 55 µeq Na^+/g P.S., N = 7), comme chez les Varans normalement alimentés. L'urine fluide, émise épisodiquement et en faible volume, ne peut participer à la régulation du milieu intérieur. Mais l'élimination nasale d'électrolytes permet de maintenir la kaliémie et la natrémie plasmatique à des valeurs normales en dépit de la déshydratation des individus, sans toutefois dépasser un seuil. Il convient cependant de noter l'importance relative du potassium dans la sécrétion (K^+/Na^+ = 1,3 et 1 chez les individus déshydratés, à des teneurs dépassant largement celles mesurées lors des surcharges en KCl.

III. DISCUSSION

Si l'on compare les réponses nasales de *Varanus griseus* à celles d'un autre Lézard saharien *Uromastix acanthinurus,* placé dans les mêmes conditions expérimentales (LEMIRE et VERNET, 1982) on s'aperçoit qu'elles diffèrent qualitativement (en fonction de la spécificité de la nourriture) mais non quantitativement.

Comme en témoignent les expériences de surcharges salines, l'élimination apparaît préférentiellement sodique chez le premier, carnivore (les proies animales étant généralement plus riches en sodium qu'en potassium), et, au contraire, franchement potassique chez le second, strictement végétarien (les plantes renfermant une très forte teneur en potassium). Les quantités totales d'électrolytes éliminés par voie nasale restent cependant similaires (de l'ordre de 1000 µeq/100 g P.C.), ce qui représente respectivement à peu près la moitié de la surcharge administrée.

voie d'élimination	individu ♂			individu ♀		
	(μeq/100g/32j)			(μeq/100g/32j)		
	K^+	Na^+	K^+/Na^+	K^+	Na^+	K^+/Na^+
sécrétions nasales	3802 *(89%)*	2857 *(97%)*	1,3	1386 *(51%)*	1444 *(81%)*	1
pelotes cloacales	485 *(11%)*	32 *(1%)*	15,1	1331 *(49%)*	261 *(15%)*	5,1
urine fluide	7	51 *(2%)*	0,1	11	75 *(4%)*	0,1
total éliminé	4294 *(100%)*	2940 *(100%)*	1,5	2728 *(100%)*	1780 *(100%)*	1,5

Tab.1 : Elimination électrolytique par voies nasale et cloacale durant un jeûne prolongé (32 jours) et une hyperthermie (36°C) chez *Varanus griseus*.

Cette élimination nasale significativement accrue vient compléter efficacement l'excrétion cloacale. Elle permet une régulation de la natrémie plasmatique chez *Varanus griseus,* de la kaliémie chez *Uromastix acanthinurus.* Dans les conditions naturelles, la glande nasale doit donc intervenir essentiellement lors des phases d'intense consommation, notamment au printemps. Elle limite ainsi la surcharge saline du milieu intérieur et permet une utilisation optimale de l'eau liée à la nourriture, seule source d'hydratation disponible dans les régions désertiques, hormis l'eau métabolique produite directement par l'animal.

Ce mécanisme de régulation est d'autant plus efficace que la capacité d'adaptation de la sécrétion nasale est grande. Notre étude laisse apparaître une variabilité qualitative de la sécrétion plus faible chez *Varanus griseus* que chez *V.semiremex,* ce qui peut être mis en relation avec une moindre variabilité des apports alimentaires chez la première espèce alors que l'exploitation d'un milieu plus diversifié par la seconde implique des conditions alimentaires plus fluctuantes. L'aptitude à faire varier qualitativement la sécrétion semble donc répondre en premier lieu au mode de vie présent des individus : elle résulterait d'un processus d'acclimatation à plus ou moins long terme. Même chez les espèces étroitement

spécialisées sur le plan nutritif, un conditionnement de longue durée permet de modifier profondément la réponse nasale (LEMIRE et VERNET, 1983). Il existe donc, semble-t-il, une ambivalence sécrétoire fondamentale de la glande à sels des Sauriens, résultat d'une acquisition ancestrale. L'étendue de la variation qualitative de la sécrétion et son délai d'installation paraissent liés au statut hormonal propre à l'espèce plutôt qu'à une spécialisation anatomique particulière de la glande. C'est donc dans la physiologie qu'il faut chercher avant tout l'explication des processus adaptatifs propres à chaque espèce de lézard déserticole. La latence de la réponse nasale, l'irrégularité du fonctionnement de la glande, la lente compensation lors de surcharges répétitives font penser à un contrôle hormonal essentiel et il semble que, chez les Lézards, les récepteurs soient tout particulièrement sensibles aux variations du rapport K^+/Na^+ dans le plasma. Cette spécificité constitue une caractéristique marquante qui appelle des recherches plus précises. En effet, la plupart des résultats obtenus chez les Sauriens représentent des observations isolées, issues souvent de techniques différentes et ceux-ci ne sont pas nécessairement représentatifs d'une espèce.

Les expériences de jeûne prolongé en atmosphère sèche montrent que, chez *Varanus griseus*, la sécrétion saline nasale peut intervenir aussi lors de la déshydratation des individus, déshydratation qui s'observe par exemple à l'issue de la période estivale pendant laquelle l'alimentation est réduite, voire nulle (VERNET, 1977), dans les conditions naturelles. Cette situation diffère profondément de celle observée chez le Fouette-Queue, *Uromastix acanthinurus,* chez lequel la glande nasale reste peu active lors d'une déshydratation prolongée expérimentale (LEMIRE, 1983), mais qui, par contre, se révèle extrêmement tolérant à l'hypernatrémie.

Les modalités de régulation du milieu intérieur varient donc fondamentalement chez les Lézards ; par voie nasale notamment, elles apparaissent différentes et il semble qu'au sein des espèces pourvues d'une telle voie d'élimination extrarénale, on ne puisse réduire à une seule modalité écophysiologique l'adaptation aux conditions extrêmes des zones arides.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DUNSON W.A. (1969) — Reptilian salt glands. *In :* BOTHELHO S.Y., BROOKS F.P. et SHELLEY W.B. eds., Exocrine glands, University Press, Philadelphia : 83-103.

DUNSON W.A. (1974) — Salt gland secretion in a mangrove monitor lizard. *Comp. Biochem. Physiol.,* 47 A : 1245-1255.

DUNSON W.A. (1976) — Salt glands in reptiles. *In* : GANS C., DAWSON W.R. eds., Biology of the Reptilia, Academic Press, Londres et New York, vol.5 (Physiology A) : 413-445.

GABE M. et SAINT GIRONS H. (1976) — Contribution à la morphologie comparée des fosses nasales et de leurs annexes chez les Lépidosauriens. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.,* sér.A, 98 : 1-87:

GREEN B. (1972) — Water and electrolyte balance in the sand-goanna *Varanus gouldii* (Gray). *Ph. D. Thesis,* Univ. Adelaïde, Australie : 163 p.

LEMIRE M. (1983) — Contribution à l'étude des fosses nasales des Sauriens. Sécrétion et fonction de la glande "à sels" des Lézards sahariens. *Thèse Doct. Etat,* Univ. Paris 6 : 456 p.

LEMIRE M. et VERNET R. (1981) — La glande nasale : organe d'élimination ionique extra-rénale des Lézards déserticoles. Structure et fonction. *Bull. Soc. Zool. Fr.,* 106 : 43-48.

LEMIRE M. et VERNET R. (1982) — Effects of different loads on the nasal gland secretion of the lizard *Uromastix acanthinurus (Agamidae)* and relations with its function. *Comp. Biochem. Physiol.,* 72 A (1) : 65-72.

LEMIRE M. et VERNET R. (1983) — Acclimatation of nasal salt secretion in the lizard *Uromastix acanthinurus (Agamidae).* Effects of repetitive salt loads. *J. Arid. Environ.* 6 : 145-153.

MINNICH J.E. (1979) — Reptiles. *In* : MALOIY G.M.O. ed., Comparative physiology of osmoregulation in animals, Academic Press, Londres et New York, 1 : 391-641.

MINNICH J.E. (1982) — The use of water. *In* : GANS C. et POUGH H. eds., Biology of the Reptilia, Academic Press, Londres, vol.12 (Physiology C) : 325-395.

SAINT GIRONS H., RICE G.E. et BRADSHAW S.D. (1981) — Histologie comparée et ultrastructure de la glande nasale externe de quelques Varanidés *(Reptilia : Lacertilia). Ann. Sci. nat. Paris,* sér.13 (Zool.) 3 : 15-21.

SCHMIDT-NIELSEN K., BORUT A., LEE P. et CRAWFORD E. (1963) — Nasal salt excretion and the possible function of the cloaca in water conservation. *Science* N.Y., 142 : 1300-1301.

TEMPLETON J.R. (1964) — Nasal salt excretion in terrestrial lizards. *Comp. Biochem. Physiol.,* 11 : 223-229.

VERNET R. (1977) — Recherches sur l'écologie de *Varanus griseus* Daudin *(Reptilia, Sauria, Varanidae)* dans des écosystèmes sableux du Sahara nord-occidental (Algérie). *Thèse Doct. 3e cycle,* Univ. Paris 6 ; 118 p.

VERNET R., LEMIRE M. et GRENOT C. (1983) — Rythme d'activité et bilan hydrique de *Varanus griseus* dans les conditions naturelles (Sahara). *Bull. Soc. Herp. Fr.,* 26 : 39-41.

VERNET R., LEMIRE M. et GRENOT C. (1986) — Field studies of activity and water balance of a desert monitor *Varanus griseus (Reptilia, Varanidae).* A paraître.

M. LEMIRE [1] et R. VERNET [2]
U.A. 258 du C.N.R.S. Laboratoire d'Ecologie
Ecole Normale Supérieure, 46 rue d'Ulm
75230 PARIS Cedex 05 (FRANCE)

(1) et Laboratoire d'Anatomie comparée, Muséum national d'Histoire naturelle, 55 rue Buffon, 75005 PARIS (FRANCE).
(2) et Département d'Environnement, Université Paris VII, 2 place Jussieu, 75251 PARIS Cedex 05 (FRANCE).

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 28-32

MODIFICATIONS PHYSIOLOGIQUES AFFECTANT LES AMPHIBIENS EN MÉTAMORPHOSE, LORS DU PASSAGE DU MILIEU AQUATIQUE AU MILIEU TERRESTRE

par

Jacques HOURDRY

Résumé — Chez les Amphibiens en métamorphose, le passage du milieu aquatique au milieu terrestre est permis par diverses transformations anatomiques. Il est également préparé par des changements d'ordre physiologique (concentration accrue des protéines plasmatiques, modifications de l'équilibre hydrominéral, passage de l'ammonotélie à l'uréotélie), qui favorisent la conservation de l'eau.
Mots clés : Amphibiens - Métamorphose - Economie de l'eau.

Abstract — During Amphibian metamorphosis, anatomical changes contribute to the evolution from aquatic to terrestrial habitat. Adaptation to land is also the result of physiological changes which lead to a better water economy (increase in serum proteins, modifications of salt and water balance, shift from ammonotelism to ureotelism).
Key words : Amphibians - Metamorphosis - Water economy.

I. INTRODUCTION

Chez les Amphibiens en métamorphose, le passage du milieu aquatique au milieu terrestre est préparé par diverses transformations d'ordre anatomo-morphologique (régression de la queue ''natatoire'' et développement de membres adaptés au saut chez les Anoures, substitution de poumons aux branchies...). Ce changement d'habitat est également préparé par des modifications d'ordre physiologique, spécialement évidentes chez les Anoures, et permettant une conservation plus efficace de l'eau par l'organisme (HOURDRY & BEAUMONT, 1985). Une telle conservation est en effet favorisée par une augmentation de la pression colloïde-osmotique du plasma, par l'apparition de nouveaux flux ioniques qui modifient l'équilibre hydrominéral de l'organisme et, enfin, par un changement caractéristique du mode d'excrétion azotée, compatible avec l'émission d'une urine plus rare et plus concentrée.

II. ÉLÉVATION DE LA PRESSION COLLOÏDE-OSMOTIQUE DU PLASMA

Cette pression (pression oncotique) est proportionnelle au nombre de molécules de protéines en solution. Son élévation est permise lors de

la métamorphose par un accroissement significatif des concentrations de la sérumalbumine (jusqu'à 10X) et des globulines sériques (jusqu'à 2X) (CHEN, 1970). L'influence de la sérumalbumine mérite d'être soulignée. Non seulement sa concentration peut être multipliée par un facteur élevé mais, de plus, elle libère un nombre relativement grand de molécules, puisque sa masse moléculaire est inférieure à celle des autres protéines. L'accroissement de la pression colloïde-osmotique favorise la rétention de l'eau dans le plasma, et il contribue ainsi à éviter la déshydratation des animaux qui gagnent le milieu terrestre. Chez ces derniers, l'élévation du taux des protéines sériques, et tout spécialement de la sérumalbumine, est toujours plus élevé que chez les formes persistant en milieu aquatique, comme le Xénope ou le Pleurodèle. Par ailleurs, la sérumalbumine est d'autant plus abondante que les formes métamorphosées vivent dans des milieux plus secs (NUSSBAUM, 1976).

III. MODIFICATIONS DE L'ÉQUILIBRE HYDROMINÉRAL

A. Larves (Figure 1A)

L'habitat aquatique de la larve est très dilué par rapport au milieu intérieur de l'animal, où prédominent les ions Na^+ et Cl^-. La perte de ces ions par diffusion et l'invasion aqueuse par osmose, via le mince tégument, sont par conséquent corrigées par des mécanismes régulateurs permettant une entrée d'ions Na^+ et Cl^- et l'élimination de l'eau. Les ions Na^+ sont absorbés au travers de l'épithélium branchial, selon un mécanisme de transport actif requérant l'énergie chimique des liaisons de l'ATP (adénosine triphosphate), afin que les ions Na^+ puissent remonter le gradient de concentration (DIETZ et ALVARADO, 1974). Les ions Cl^- accompagnent passivement les ions Na^+ vers le milieu intérieur, sans requérir d'énergie supplémentaire. L'invasion aqueuse est par ailleurs corrigée par l'émission d'une urine abondante et diluée, comme chez les Poissons d'eau douce.

B. Animaux métamorphosés (Figure 1B)

Durant la métamorphose, un transport actif d'ions Na^+ dirigé vers le milieu intérieur s'installe au travers de l'épiderme, chaque fois que les animaux retournent à l'eau. L'épiderme devient un site majeur du transport actif des ions Na^+, en remplacement de l'épithélium branchial qui régresse (COX et ALVARADO, 1983). Le mésonéphros, rein définitif des Amphibiens, représente un deuxième organe de récupération des ions Na^+ selon un mécanisme de transport actif. Une partie des ions en solution dans l'urine primitive, après filtration glomérulaire, traverse en effet la paroi tubulaire des quelques centaines de néphrons qui composent le rein et regagne le milieu intérieur. La vessie urinaire qui se développe à la métamorphose constitue un troisième organe de récupération des ions Na^+ par transport actif (LEAF, 1982). Quel que soit l'organe, les ions Cl^- accompagnent passivement les ions Na^+.

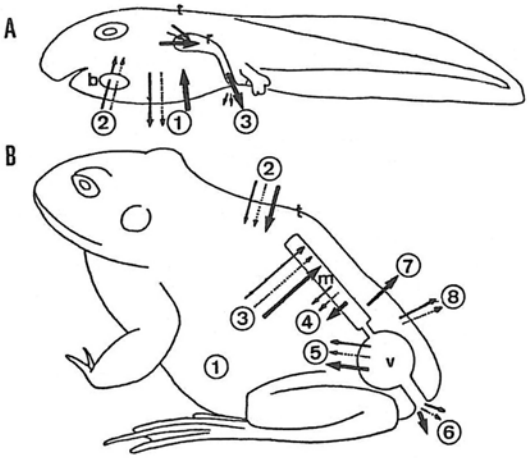


Figure 1 : Modifications des flux hydrique (⟶) et ioniques (Na^+ : ⟶ ; Cl^- : ⇢) lors de la métamorphose des Anoures.
A. Chez le têtard, les effets de l'entrée osmotique d'eau et de la perte des ions Na^+ et Cl^- par diffusion, au niveau du tégument (1), sont limités par une absorption branchiale de ces ions (2) et par l'émission d'une urine abondante et diluée (3).
B. Chez la Grenouille métamorphosée et devenue terrestre, la rétention de l'eau est favorisée par une accumulation d'ions Na^+ et Cl^- dans le milieu intérieur (1). Lors d'un séjour dans une mare, une absorption cutanée d'eau accompagne l'entrée des ions Na^+ et Cl^- (2). L'eau et ces ions, qui ont abondamment pénétré dans les mésonéphrons par filtration glomérulaire (3), sont très partiellement réabsorbés par la paroi tubulaire (4). Par contre, une récupération significative se produit au niveau vésical (5). Il en résulte l'émission d'une urine relativement rare (6). Les pertes cutanées d'eau par évaporation (7) et d'ions par diffusion (8) sont assez importantes.

Chez les Amphibiens en métamorphose et migrant en milieu terrestre, l'économie de l'eau est étroitement associée à l'installation des nouveaux flux ioniques :
— Les quantités plus élevées d'ions Na^+ et Cl^- dans le milieu intérieur, dès la fin de la métamorphose, favorisent la conservation de l'eau dans l'organisme par rétention osmotique (effet d'oedème).
— Chaque fois que les animaux retournent dans une mare, une pénétration d'eau par osmose se produit au travers de la peau et accompagne le transport des ions Na^+ et Cl^- vers le milieu intérieur.
— Bien que premiers conquérants du milieu terrestre, les Amphibiens métamorphosés ont gardé un néphron de Poisson, où le volumineux

glomérule laisse filtrer une quantité considérable d'eau, sans que la réabsorption tubulaire soit très élevée. La mauvaise adaptation du rein à la conservation de l'eau est compensée par une importante réabsorption du liquide par l'épithélium de la vessie urinaire. Cette réabsorption accompagne la récupération des ions Na^+ et Cl^- au niveau vésical. L'urine est donc débitée plus lentement que chez la larve, après rapport à l'unité de masse corporelle, mais sa pression osmotique est plus élevée (100 mosm/l).

Ajoutons que plusieurs transformations cutanées liées à la métamorphose favorisent aussi l'économie de l'eau : la kératinisation superficielle imperméabilise l'épiderme ; d'autre part, le film de mucus qui recouvre la peau et les mucopolysaccharides qui abondent dans le derme profond facilitent la rétention de l'eau.

C. Contrôle endocrinien de l'équilibre hydrominéral

L'équilibre hydrominéral est contrôlé par les hormones neurohypophysaires et la prolactine (HOURDRY et BEAUMONT, 1985).

Les hormones neurohypophysaires, et tout particulièrement l'AVT (arginine vasotocine), sont sécrétées en plus grande abondance chez les Anoures métamorphosés gagnant le milieu terrestre, comme le souligne l'augmentation de volume de la neurohypophyse. Cette sécrétion accélérée d'AVT est favorable à une meilleure conservation de l'eau. Le traitement par l'AVT provoque en effet une antidiurèse, par moindre filtration glomérulaire et plus forte réabsorption d'eau dans les tubules rénaux et la vessie urinaire. D'autre part, l'hormone stimule l'entrée osmotique d'eau au niveau de la peau.

Chez les animaux métamorphosés et devenus terrestres, le traitement par la prolactine accentue également la récupération de l'eau par le rein et la vessie, ce qui facilite l'adaptation des animaux au milieu terrestre (WHITE et NICOLL, 1979).

IV. CHANGEMENT DU MODE D'EXCRÉTION AZOTÉE CHEZ LES AMPHIBIENS MÉTAMORPHOSÉS ET DEVENUS TERRESTRES

Chez les Amphibiens métamorphosés et devenus terrestres, l'économie de l'eau réalisée par l'émission d'une urine plus rare et plus concentrée est associée à un changement caractéristique du mode d'excrétion azotée.

La larve est ammonotélique, puisque l'azote issu du catabolisme protéique est essentiellement excrété sous forme d'ions ammonium (NH_4^+). Ces ions sont éliminés en grande partie par les branchies et, en très faible quantité, par l'épiderme et les reins. Le juvénile et l'adulte sont au contraire uréotéliques. L'azote excrémentiel est alors préférentiellement évacué sous forme d'urée en solution dans l'urine ou ayant traversé le tégument. Le changement du mode d'excrétion azotée est associé à une production accrue d'urée par le foie, à partir d'ammoniac et

d'anhydride carbonique, après une élévation significative et simultanée des activités des enzymes du cycle de l'uréogenèse (COHEN, 1970).

La substitution de l'uréotélie à l'ammonotélie doit être considérée comme une adaptation physiologique supplémentaire des Amphibiens métamorphosés au milieu terrestre. Lorsque les mécanismes de conservation de l'eau s'établissent, l'excrétion d'un déchet azoté peu toxique, comme l'urée, est en effet compatible avec l'émission d'une urine plus rare, où ce déchet peut être concentré.

V. CONCLUSION

Le passage en milieu terrestre des Amphibiens métamorphosés, initialement aquatiques, est préparé par un certain nombre d'événements anatomiques et physiologiques. Ces événements sont eux-mêmes déclenchés par une élévation du taux des hormones thyroïdiennes circulantes. Parmi leurs multiples effets, ces hormones stimulent la synthèse hépatique de plusieurs espèces moléculaires plus ou moins directement impliquées dans la conservation de l'eau par l'organisme (sérumalbumine, globulines sériques, enzymes du cycle de l'uréogenèse...).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHEN P.S. (1970) — Patterns and metamorphic changes of serum proteins in Amphibia. *W. Roux Arch.,* 165 : 132-149.

COHEN P.P. (1970) — Biochemical differentiation during amphibian metamorphosis. Thyroxine affects liver cytology, transcription, translation, and mitochondrial enzyme level. *Sciences,* 168 : 533-543.

COX T.C. et ALVARADO R.H. (1983) — Nystatin studies of the skin of larval *Rana catesbeiana. Amer. J. Physiol.,* 244 : R58-R65.

DIETZ T.H. et ALVARADO R.H. (1974) — Na and Cl transport across gill chamber epithelium of *Rana catesbeiana* tadpoles. *Amer. J. Physiol.,* 226 : 764-770.

HOURDRY J. et BEAUMONT A. (1965) — Les métamorphoses des Amphibiens. Masson/Singer-Polignac, Paris.

LEAF A. (19827 — From toad bladder to kidney. *Amer. J. Physiol.,* 242 : F103-F111.

NUSSBAUM R.A. (1976) — Changes in serum proteins associated with metamorphosis in salamanders to the family Ambystomatidae. *Comp. Biochem. Physiol.,* 53B : 569-573.

WHITE B.A. et NICOLL C.S. (1979) — Prolactin receptors in *Rana catesbeiana* during development and metamorphosis. *Science,* 204 : 851-853.

J. HOURDRY
Université Paris VII, Institut Jacques MONOD,
Equipe d'Embryologie moléculaire, tour 43, 4ème étage
2 place Jussieu, 75005 PARIS (FRANCE)

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 33-35

DONNÉES SQUELETTOCHRONOLOGIQUES SUR LA CROISSANCE, L'ÂGE ET LA STRUCTURE DES POPULATIONS DE *Sphenodon punctatus* (*Reptilia, Rhynchocephalia*)

par

Jacques CASTANET, Donald G. NEWMAN et Hubert SAINT-GIRONS

Résumé — De l'application de la méthode squelettochronologique chez le Tuatara, il ressort que :

— l'âge individuel peut être obtenu jusqu'à 15 ou 20 ans à partir des phalanges et 30 ou 35 ans à partir des fémurs. A la suite d'autres données écologiques sur cette espèce, il apparait que la longévité du Tuatara excède 60 ans.

— la maturité sexuelle est atteinte entre 9 et 13 ans.

— le taux de croissance dépend de la température et, à âge égal, les mâles sont légèrement plus grands que les femelles.

Mots clés : *Sphenodon punctatus* - Squelettochronologie - Croissance - Longévité.

Abstract — The main results of the skeletochronological study applied on *Sphenodon punctatus* are :

— the indivudual age can be recorded up to 15 or 20 years with the phalanges but up to 30 or 35 years with femurs. Taking account of previous ecological data, it appears that the longevity of the Tuatara exceeds 60 years.

— sexual maturity is reached between 9 and 13 years.

— growth rate depends on temperature and at the same age, males are a little bigger than females.

Key words : *Sphenodon punctatus* - Skeletochronology - Growth - Longevity.

La méthode squelettochronologique désormais couramment utilisée chez les reptiles pour estimer, entre autre, l'âge à maturité, la longévité écologique ainsi que la vitesse de croissance, est ici mise en oeuvre chez *Sphenodon punctatus* (Gray 1872). En effet, bien que ce dernier survivant de l'ordre autrefois florissant des rhynchocéphales ait déjà fait l'objet de multiples recherches descriptives et comparées (voir la synthèse de DAWBIN 1982a), les informations précises touchant à la structure et à la dynamique de ses populations manquent encore, ce qui semble d'autant plus paradoxal qu'il s'agit de données indispensables à la protection rationnelle d'une espèce menacée.

L'emploi de la squelettochronologie, simultanément à la poursuite d'autres travaux sur l'écologie et la reproduction du tuatara, apparaissait donc particulièrement opportun.

93 Tuataras des 2 sexes, d'âge inconnu et provenant de deux îles présentant entre elles une différence de température moyenne d'environ 4°C, ont été utilisés. Comme il ne pouvait être question de sacrifier autant d'individus, nous avons utilisé les phalanges des doigts. La comparaison des marques de croissance entre phalanges et fémurs a cependant été effectuée sur 7 individus préalablement sacrifiés pour d'autres fins. Quelques données sur la croissance staturale de 5 Tuataras nés et élevés en captivité ont aussi été utilisées à titre comparatif. Les coupes à congélation de 15 à 20 μm d'épaisseur ont été colorées par l'hématoxyline d'Ehrlich. Les observations ont été réalisées par deux des trois auteurs, au microscope et sur photographies.

Chez *Sphenodon,* les Lignes d'Arrêt de Croissance (LAC), qui selon toute évidence ont comme chez les autres reptiles (e.g. CASTANET 1982) une périodicité annuelle, sont présentes et particulièrement bien lisibles sur le fémur. Les premières LAC formées sont en général conservées, au moins localement, pendant toute la vie des animaux. En revanche, leur enregistrement cesse lorsque la croissance osseuse - et corporelle - cesse ; dès lors, le nombre de LAC ne fournit plus que l'âge minimal des individus.

En fait la croissance des phalanges s'arrête vers 15 ou 20 ans chez les femelles et entre 20 et 25 ans chez les mâles tandis que l'accrétion osseuse en épaisseur des fémurs se poursuit au moins jusqu'à 35 ans. Sachant qu'à partir de cet âge, toute croissance corporelle cesse chez *Sphenodon* et que ces derniers peuvent vivre encore 30 ans au moins (DAWBIN 1982b) il est clair que la longévité potentielle de ce reptile excède 60 ans.

Par ailleurs, compte tenu de la courbe de croissance établie dans le travail de DAWBIN et de la séquence spatiale des LAC, il apparaît que *Sphenodon* atteint sa maturité sexuelle entre 9 et 13 ans selon les individus et les populations, c'est-à-dire plus tôt que ce qui était admis jusqu'ici (DAWBIN 1982b).

Il ressort également de cette étude squelettochronologique que la croissance des femelles se ralentit beaucoup plus tôt que celle des mâles, ce qui implique qu'à taille égale, les femelles sont généralement plus vieilles que les mâles. Enfin, il apparaît que le taux de croissance du tuatara augmente légèrement avec la température.

En conclusion et en dépit de la qualité assez moyenne des LAC dans les phalanges du tuatara, les présents résultats apportent certaines données biologiques et éco-démographiques intéressantes sur cette espèce. Il ressort en particulier que la grande longévité ainsi que la forte proportion des tuataras adultes, dans ses populations naturelles, plaident en faveur d'une faible mortalité de ces derniers, ce qui est tout à fait compatible avec le taux de renouvellement des adultes estimé ici à 5 ou 6%/an.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CASTANET J. (1982) — Recherches sur la croissance du tissu osseux des Reptiles. Application : la méthode squelettochronologique. *Thèse Dr. ès Sciences.* Paris. 264 p.

DAWBIN W.H. (1982a) — The Tuatara *Sphenodon punctatus* (Reptilia : Rhynchocephalia) : A review. *New Zealand Herpetology* 2 : 149-182.

DAWBIN W.H. (1982b) — The Tuatara *Sphenodon punctatus :* Aspects of life history, growth and longevity. *New Zealand Herpetology* 2 : 237-350.

J. CASTANET
Laboratoire d'Anatomie comparée
E.R. Formation squelettique
et U.A. CNRS 04 11 37
Université Paris 7, 2 place Jussieu
75005 PARIS (FRANCE)

D.G. NEWMAN
Wildlife service, Dpt. of Intl. Affairs
Private Bag. WELLINGTON (NEW ZEALAND)

H. SAINT GIRONS
Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés
Université Pierre et Marie Curie, 105 Bld Raspail
75006 PARIS (FRANCE)

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 36-42

UN MODÈLE DE COUVEUSE THERMOSTATÉE POUR L'INCUBATION EN ÉCLOSERIE DES OEUFS DE TORTUES MARINES

par

Jean LESCURE, Claude LECHAT, Frédérique RIMBLOT
et Jacques FRETEY

Résumé — A l'écloserie des Hattes (Guyane française) la sex-ratio des nouveau-nés de Tortue Luth, provenant de trois couveuses non chauffées (boites en polystyrène expansé) est de 100% de mâles car la température d'incubation y est inférieure à la température critique, 29,5°C. Pour réguler la température dans les couveuses chauffées, plusieurs systèmes de thermostats ont été expérimentés. Une couveuse réglée à 31°C avec un thermostat Cauvi a donné 100% de femelles.
Mots clés : Couveuse thermostatée - sex-ratio - Tortue Luth - écloserie - Guyane française.

Abstract — In the hatchery of Les Hattes (French Guiana), the sex-ratio of the Leatherback neonates from three non warmed incubators (styrofoam boxes) was 100% of males because the temperature in the incubators was under the critical temperature (29,5°C). Several models of thermostats were tested to regulate the temperature in the incubators. One warned incubator, regulated at 31°C with a Cauvi thermostat, has given 100% of females.
Key words : Thermostated incubator - sex-ratio - Leatherback - hatchery - French Guiana.

I. INTRODUCTION

A la suite des constatations de destructions massives de pontes de Tortues marines sur les plages de Guyane française (FRETEY et LESCURE, 1979), une écloserie fut créée aux Hattes en vue de renforcer la population de la Tortue Luth venant pondre en Guyane. Cette écloserie est installée dans un ancien bâtiment en briques du bagne, situé en arrière de la plage. Elle est administrée par l'Association de gestion des écloseries d'oeufs de Tortues marines de Guyane (A.G.E.O.T.M.G.), fondée en 1982 [(1)].

Sur la plage, beaucoup d'oeufs sont menacés de destruction, étant pondus soit trop près de la mer, soit dans un nid préexistant. Dans ce dernier cas, des oeufs sont crevés par les pattes de la femelle creusant son nid et finalement tous les oeufs pourriront. Pour les sauver, ils sont prélevés pendant la ponte, transportés à l'écloserie et placés aussitôt dans des boîtes d'incubation en polystyrène expansé selon un procédé utilisé,

(1) La S.H.F. est membre fondateur et membre de droit du Conseil de cette Association, dont, à ce jour, le Président est J. LESCURE et le Secrétaire J. FRETEY.

pour la première fois, à la Cayman Turtle Farm et ensuite dans les écloseries du Surinam (SCHULZ, 1975).

On dispose dans la boîte (cf. fig.1) :

— une couche de 2-3 cm de sable humide,
— une ou deux couches d'oeufs,
— une gaze,
— une deuxième couche de sable.

Des boîtes de deux dimensions sont utilisées : 35 × 31 × 21 cm et 68 × 38 × 20 cm.

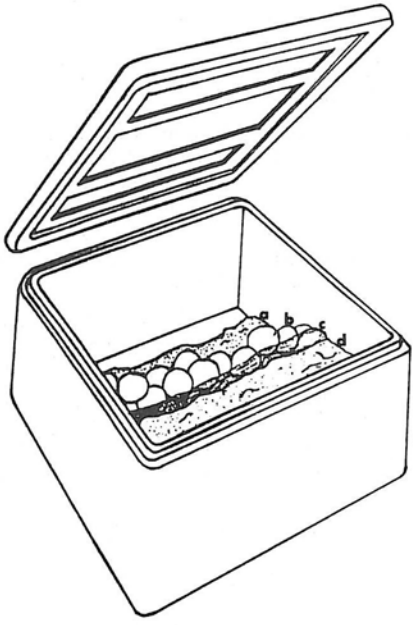


Fig. 1 : Boîte d'incubation en polystyrène : a, première couche de sable ; b, oeufs ; c, gaze ; d, deuxième couche de sable.

II. TEMPÉRATURE D'INCUBATION ET SEX-RATIO

La sex-ratio de lots de 20 ou 30 nouveau-nés de Tortue Luth provenant de trois boîtes d'incubation de l'écloserie des Hattes est de 100% de mâles avec des oeufs incubés à différentes époques (avril-août, 1983, 1984 ou 1985). Ces résultats confirment notre hypothèse, émise dès 1977, à la suite de la visite d'une écloserie surinamienne et d'après les travaux de PIEAU (1972, 1976), à savoir : si la température dans les boîtes d'incubation en écloserie est inférieure à la température critique, on risque de ne produire que des mâles. Cela peut entraîner à

long terme une masculinisation des populations de Tortues marines, comme l'ont écrit plus tard MROSOVSKY et YNTEMA (1980).

A l'écloserie des Hattes, la température dans une couveuse subit une variation nycthémérale ; elle oscille généralement entre 26 et 28°C d'avril à juin, atteint et dépasse quelquefois 30°C de juillet à octobre, mais seulement 2 à 4 h par jour. Ainsi, au cours de 68 jours d'incubation d'une ponte, du 17 avril au 23 juin 1985, la température est restée en-dessous de 28°C durant 37 jours et n'a dépassé 28, 29 et 30°C qu'entre 14 et 18 h pendant respectivement 3, 16 et 10 jours. Les oeufs éclos dans cette couveuse n'ont donné que des mâles. Autre exemple : en pleine saison sèche, durant août-septembre 1984, les maxima de température, toujours seulement entre 14 et 18 h, ont été inférieurs à 29°C pendant 11 jours et ont dépassé 29 et 30°C pendant respectivement 13 et 12 jours.

Chez la Tortue Luth, on obtient au Laboratoire 100% de femelles si les oeufs sont incubés à des températures constantes supérieures ou égales à 29,75°C tandis que les oeufs incubés à des températures égales ou inférieures à 29,25°C ne donnent que des mâles (RIMBLOT *et al.*, 1985 ; LESCURE *et al.*, 1986). Théoriquement, les deux sexes peuvent être produits à la température critique, soit pour cette espèce 29,5°C ± 0,25 (LESCURE *et al.*, 1986).

Comme la température d'incubation à l'écloserie des Hattes est trop souvent inférieure à 30 et même 29°C, il nous faut assurer une thermorégulation dans un certain nombre de couveuses pour produire des femelles et maintenir ainsi une sex-ratio équilibrée pour les petites Tortues Luth nées à l'écloserie et relâchées ensuite à la mer. L'écloserie des Hattes a été la première au monde à prévoir son aménagement de telle sorte que la température soit réglée dans les couveuses (FRETEY et LESCURE, 1982).

III. MODÈLES DE COUVEUSES THERMOSTATÉES

L'électricité permettant d'éclairer l'écloserie et de réguler la température dans les boîtes d'incubation est produite par un générateur solaire autonome comprenant quatre panneaux photovoltaïques, quatre batteries d'accumulateurs et une diode de blocage donnant du courant continu (24 V=).

Les résistances choisies pour augmenter la température dans les couveuses sont des éléments sur circuit imprimé isolés au mylar (avec adhésif), mesurant 30 × 20 cm, ayant une puissance de 50 W, sous un voltage de 12 V. Deux éléments sont branchés en série et collés sur un socle rigide (verre ou plexiglas) au fond d'une grande boîte d'incubation (68 × 38 × 20 cm) et recouverts d'une couche de 2-3 cm de sable. Les résistances nous donnent actuellement entièrement satisfaction mais leur coût est relativement élevé.

Nous avons essayé plusieurs systèmes de thermostats pour régler la température choisie à l'intérieur de couveuses vides.

A. Thermomètre à contact

Il y a obligation de brancher à côté de chaque thermomètre soit un relais, soit une platine électronique.

Résultats. Si le bulbe est placé dans l'air de la boîte, il y a un trop grand écart entre la température voulue (31 °C) et la température dans l'air de la boîte (35-36 °C) à cause de la trop lente diffusion de la chaleur dans le sable. Si le bulbe du thermomètre est placé dans le sable, au contact de la résistance, l'écart entre la température dans l'air de la boîte, mesurée par des thermomètres, et celle du thermomètre contact est de 0,2 °C. Le montage est donc fiable, mais son coût élevé.

B. Thermostat d'ambiance Georgin

Normalement, ce type de thermostat fonctionnant avec l'air ambiant aurait dû être mis dans l'air de la boîte, mais pour plus de précision et notamment éviter l'inconvénient cité dans le cas précédent, on a placé le thermostat dans le sable, juste au-dessus de la résistance, en le recouvrant de papier d'aluminium pour le protéger.

Résultats. Le sable est chauffé et diffuse la chaleur sur toute sa surface, il y a un effet tampon par rapport à la source de chaleur. Cependant, les oeufs ne doivent plus toucher le sable, mais être surélevés et entièrement dans l'air car il peut y avoir un effet ''four'', un échauffement et une déshydratation de l'oeuf par son point de contact avec le sable. La température de l'air dans la couveuse doit être contrôlée par un thermomètre au 1/10e. Ces précautions étant prises, les essais se sont révélés positifs : les écarts constatés dans la température de l'air de la couveuse étaient de 0,1 à 0,3 °C. L'inconvénient de cet appareil est son volume nécessitant une couche de sable d'au moins 6 cm pour le recouvrir.

C. Thermostat Cauvi

Le thermostat Cauvi est un thermostat à bulbe muni d'une sonde qui est utilisée pour régler la température des bains à développement photographique. La sonde est placée sur la résistance dans le sable.

Résultats. La température dans le sable au contact avec la résistance varie entre 40 et 45 °C, celle à la surface du sable entre 37,6 et 39,1 °C et celle dans l'air de la couveuse entre 31,1 et 31,3 °C, soit un écart de 0,1 à 0,3 °C par rapport à la température voulue (31 °C). L'appareil nous paraît donc fiable, son installation est simple et son coût modéré.

IV. APPLICATION DANS L'ÉCLOSERIE DES HATTES

Une boîte d'incubation garnie de deux couches d'oeufs, chauffée selon le modèle décrit ci-dessus, fut équipée d'un thermostat Cauvi réglé à 31 °C (cf. fig.2). Les oeufs de la couche inférieure étaient posés sur le sable. La température de l'air au milieu des oeufs (th 1) fut de 30-32 °C, en palier, celle à la surface du sable varia de 30,5 à 33 °C avec un pic exceptionnel à 34 °C (th 2 et t 1), celle du sable au contact de la résistance de 32 à 34,5 °C (t 2), celle de la deuxième couche de sable au-dessus des oeufs de 29 à 31 °C (t 3) et celle de l'air entre celle-ci et le couvercle de 27,5 à 31 °C (t 4).

Résultats. 40 embryons de Tortue Luth proches du terme, prélevés dans cette boîte étaient des femelles.

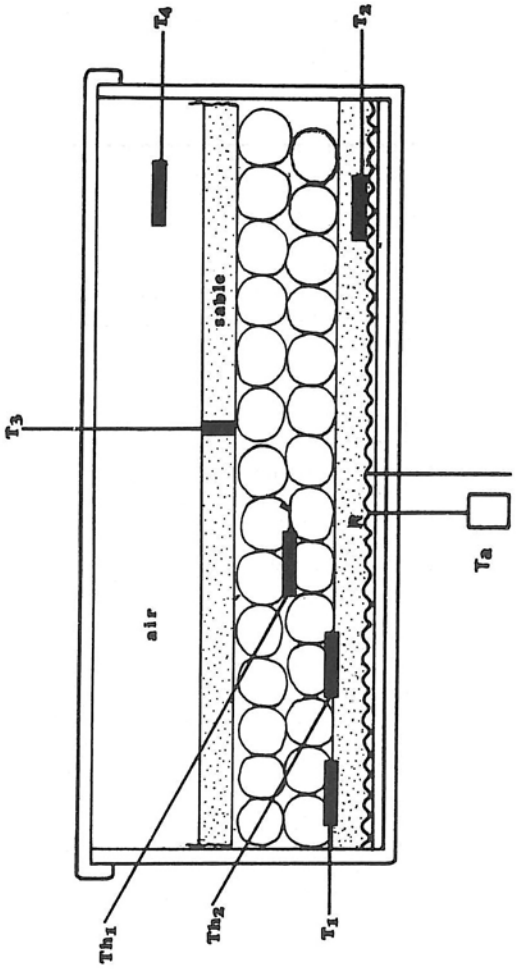


Fig. 2 : Couveuse thermostatée dans l'écloserie. R, résistance ; tt, thermostat ; s, sable ; th1, sonde d'un thermographe au milieu des oeufs ; th2, sonde d'un thermographe, et t1, thermomètre, à la surface du sable ; t2, thermomètre dans le sable au contact de la résistance ; t3, thermomètre dans le sable au-dessus des oeufs ; t4, thermomètre dans l'air en-dessous du couvercle.

V. DISCUSSION ET CONCLUSION

La boîte en polystyrène possède un pouvoir isolant qui est très utile pour établir une thermorégulation. Cependant, elle garde trop l'humidité, qui est très élevée en Guyane ; il est souvent nécessaire d'évacuer l'eau qui s'est condensée sous le couvercle de la boîte. Il faut aussi faire des trous sur le côté des boîtes pour faciliter l'aération et permettre ainsi une meilleure oxygénation des oeufs.

La résistance choisie n'a présenté que des avantages, excepté son coût élevé ; elle doit être collée ou posée sur un socle rigide. Au-dessus, la couche de sable, qui doit couvrir la sonde ou le bulbe du thermostat sans dépasser une épaisseur de 3 cm, assure une bonne diffusion de la chaleur et un effet tampon. Si la sonde ou le bulbe sont trop éloignés de la source de chaleur, il en résulte de trop grands écarts de température et les températures d'incubation supérieures à 35°C peuvent être fatales aux embryons (EWERT, 1979 ; PIEAU *et al.,* 1984). Les oeufs ne doivent pas toucher le sable.

Pour avoir une température suffisamment précise, on est obligé d'installer un thermostat dans chaque couveuse et non dans une couveuse témoin pour une série de 10 ou 20, comme il avait été prévu initialement. Si on veut éviter la multiplication des thermostats, il sera sans doute préférable de construire un enceinte climatisée ou thermostatée plus grande que les boîtes utilisées et contenant par exemple un millier d'oeufs. Avec la climatisation, l'humidité serait réglée en même temps que la température.

Remerciements

Nous remercions vivement Thierry BRAGARD pour son aide dans l'installation des couveuses thermostatées à l'écloserie et Eric PELLÉ (Laboratoire d'Anatomie Comparée du Muséum) pour son assistance lors des expériences .

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EWERT M.A. (1979) — The embryo and its eggs : development and natural history. *IN :* HARLESS M, et MORLOCK H. eds., Turtles, perspective and research. Wiley et sons, New York : 333-413.

FRETEY J. et LESCURE J. (1979) — Rapport sur l'étude de la protection des Tortues marines en Guyane française. Note sur le projet de réserve naturelle de la Basse-Mana. 56 p.

FRETEY J. et LESCURE J. (1982) — A Leatherback hatchery in French Guiana. *Marine Turtle Newsl.,* 23 : 4-5.

LESCURE J., RIMBLOT F., FRETEY J., RENOUS S. et PIEAU C., (1986) — Influence de la température d'incubation des oeufs sur la sex-ratio des nouveau-nés de la Tortue Luth, *Dermochelys coriacea. Bull. Soc. Zool. Fr.,* 110, 1985, (sous presse).

MROSOVSKY N. et YNTEMA C.L. (1980) — Temperature dependance of sexual differentiation in sea turtles : implications for conservation practices. *Biol. Conserv.*, 18 : 271-280.

PIEAU C. (1972) — Effets de la température sur le développement des glandes génitales chez les embryons de deux Chéloniens, *Emys orbicularis* L. et *Testudo graeca* L. *C.R. Acad. Sci., Paris,* 274, D : 719-722.

PIEAU C., (1976) — Données récentes sur la différenciation sexuelle en fonction de la température chez les embryons d'*Emys orbicularis* L. (Chélonien). *Bull. Soc. Zool. Fr.,* 101, suppl.4 : 46-53.

PIEAU C., FRETEY J., RIMBLOT F. et LESCURE J. (1984) — Influence de la température d'incubation des oeufs sur la différenciation sexuelle des Tortues. Son importance dans l'élevage des Tortues. *In* BELS V., Van den SANDE A.P., Maintenance and reproduction of Reptiles in captivity. *Acta Zool. Pathol. Antverp.,* 78 : 277-296.

RIMBLOT F., FRETEY J., MROSOVSKY N., LESCURE J. et PIEAU C. (1985) — Sexual differentiation as a function of the incubation temperature of eggs in the sea-turtle *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761). *Amphibia-Reptilia,* 6 : 83-92.

SHULZ J.P. (1975) — Sea Turtle nesting in Surinam. *Zool. Verh.,* 143 : 1-143.

J. LESCURE, F. RIMBLOT et J. FRETEY
Laboratoire de Zoologie (Reptiles et Amphibiens)
Muséum National d'Histoire Naturelle
57 rue Cuvier, 75005 PARIS (FRANCE)

CI. LECHAT
Service Bâtiments et Travaux
Muséum National d'Histoire Naturelle
57 rue Cuvier, 75005 PARIS (FRANCE)

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 43-48

LE PROTÉE AVEUGLE DES CAVERNES DISPARAITRA-T-IL ?

par

Jacques P. DURAND

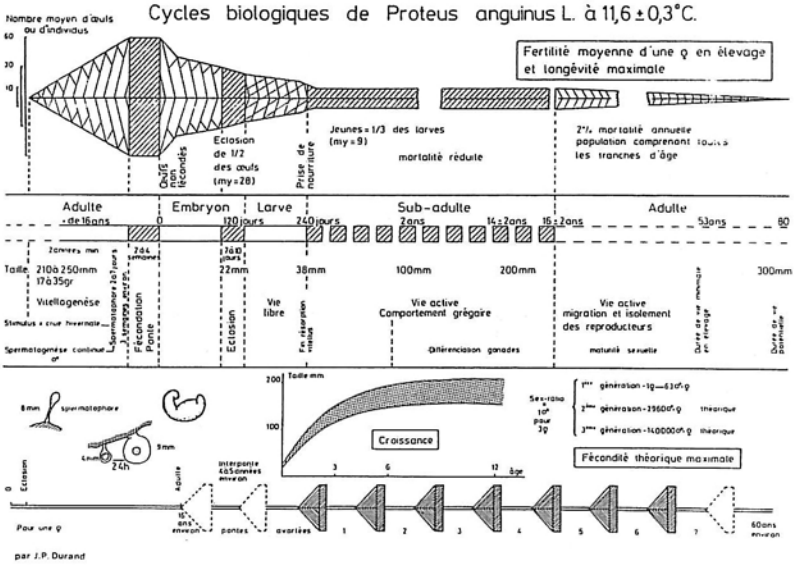
Résumé — Le Protée, le seul vrai Vertébré cavernicole européen, est aujourd'hui en voie de disparition. Des caractères comme la dégénérescence oculaire ou des adaptations évolutives le rendent intéressant pour les Musées et les Scientifiques, c'est aussi un danger. Dans le seul endroit au monde où l'on ait obtenu sa reproduction, l'auteur en entreprend la protection.
Mots clés : *Proteus anguinus* - cavernicole - protection.

Abstract — The *Proteus,* the cave genuine European cave Vertebrate, is doomed to disapear. Such characters as ocular degeneration or evolutionary adaptations make it highly worthy of interest for museum and scientists alike. That also proves to be a danger. In the only place in the world where it has been successfully reproduced, the author is determined to ensure its protection.
Key words : *Proteus anguinus* - cave animal - protection.

I. LE PROTÉE AVEUGLE DES CAVERNES

Décrit sous le nom de *Proteus anguinus* en 1768 par LAURENTI, c'est le premier animal cavernicole connu des scientifiques. Il l'était depuis longtemps des paysans de la région d'Adelsberg, en Carniole (Slovénie) qui en ramassaient parfois dans leurs champs inondés, après les fortes crues des rivières souterraines.

En des temps où seuls quelques audacieux armés de torches osaient s'aventurer dans la nuit et le grondement des eaux, il n'est pas étonnant que, vers 1689, un maître de Poste d'Ober Laibach voulant prendre des truites dans une source intermittente en brisant des concrétions ait cru voir le ''petit d'un dragon''. Bien que qualifié de ''Cloveske ribice'' (poisson à figure humaine) il s'agit seulement d'un animal assez étrange, à peu près cylindrique, de 20 à 30 cm de longueur, ayant l'aspect d'une anguille, mais tout blanc et muni de deux paires de pattes ridicules, fort distantes l'une de l'autre et incapables de servir à la marche terrestre. Ces pattes sont pourvues de 2 doigts pour les antérieures et de 3 doigts sans griffes pour les postérieures. La tête grande et large présente un museau aplati avec une dépression à la place des yeux. Les seules taches colorées de l'animal sont le coeur que l'on voit battre à travers des téguments transparents, le foie ainsi que de chaque côté de la tête des


Cycles biologiques de Proteus anguinus L. à 11,6 ± 0,3°C.
Nombre moyen d'œufs ou d'individus
Fertilité moyenne d'une ♀ en élevage et longévité maximale
Œufs non fécondés
Eclosion de 1/2 des œufs (my = 28)
Prise de nourriture
Jeunes = 1/3 des larves (my = 9)
mortalité réduite
2% mortalité annuelle population comprenant toutes les tranches d'âge
Adulte
Embryon
Larve
Sub-adulte
Adulte
de 16 ans
0
120 jours
240 jours
2 ans
14 ± 2 ans
16 ± 2 ans
53 ans
80
Taille
210 à 250 mm
17 à 35 gr
Vitellogenèse
Stimulus x crue hivernale
Spermatogenèse continue
Fécondation
Ponte
22 mm
Eclosion
Vie libre
38 mm
100 mm
200 mm
Vie active
Comportement grégaire
Différenciation gonades
Vie active
migration et isolement des reproducteurs
maturité sexuelle
300 mm
Croissance
Fécondité théorique maximale
Taille mm
âge
Sex-ratio
Pour une ♀
par J.P. Durand

branchies respiratoires externes en forme de touffes rosies par le sang. En effet à l'aide d'une forte loupe, on peut voir dans les vaisseaux d'énormes globules rouges (les plus gros avec ceux d'*Amphiuma*) circuler l'un après l'autre comme des véhicules dans une rue étroite.

Il faut dire que tous les grands naturalistes y compris LAMARCK (dans sa Philosophie Zoologique, il cite l'appareil oculaire régressé du Protée comme un des exemples du ''non-usage'') DARWIN et CUVIER ont marqué beaucoup d'intérêt pour ce bizarre Amphibien Urodèle. Le lecteur qui prendrait la peine de rechercher et compulser ces travaux, se rendrait vite compte qu'à travers l'étude du Protée se dégage une image historique de la pensée scientifique des naturalistes du XVIIIe siècle à nos jours. Par ailleurs, il est aisé de comprendre que la pauvreté en documents scientifiques de bases vérifiables est la conséquence de la rareté du matériel et de la difficulté pour l'homme de pénétrer dans son biotope souterrain du Karst. A ce sujet, on ne connait toujours pas le lieu de reproduction, ni les embryons et les larves dans la nature.

Le Karst ''classique'', région située entre Trieste et Ljubljana a donné son nom à l'étude des phénomènes propres à la morphologie et à l'hydrologie des régions calcaires. Dans ces zones, les eaux rassemblées dans d'importants bassins, lorsqu'elles n'ont point d'autre issue, pénètrent dans le sol par des pertes (''ponors''). Après un parcours souterrain où elles peuvent se réunir et constituer de grandes rivières de plusieurs kilomètres de longueur, elles réapparaissent sous forme de ''résurgences''. Lors des crues elles peuvent inonder des vallées encaissées, les ''poljes''.

Dans ces conditions, et s'il est si rare, pourquoi vouloir étudier le Protée au Laboratoire souterrain du Centre National de la Recherche Scientifique ? Tout simplement parce que ce qui était impossible pendant trois siècles l'est devenu en obtenant la reproduction de cette espèce dans les bassins de la grotte-laboratoire, aménagée en 1949 à l'initiative de plusieurs grands scientifiques dont A. VANDEL, Membre de l'Institut (Fig.1).

Pour l'étude de l'adaptation et de l'évolution des animaux souterrains, le Protée a été choisi comme modèle car ses caractères anatomiques, biologiques, écophysiologiques, écoéthologiques étaient favorables. C'est le représentant ''type du Vertébré inféodé exclusivement au milieu souterrain''. C'est également le seul Vertébré souterrain (hormis un poisson du genre *Anoptichtys* originaire du Mexique) dont on ait jamais pu obtenir la reproduction (seulement à Moulis) et ainsi l'utiliser pour l'expérimentation sans dévaster les populations naturelles. Enfin, c'est le seul animal qui puisse être comparé à un parent vivant en surface aux USA, le *Necturus* (même formule chromosomique 2 n = 38) et dont l'évolution a été commune jusqu'au Crétacé inférieur. En effet, il y a 140 millions d'années, des formes proches vivaient dans les marécages tièdes (16 à 20°C) du Nord de l'Europe et du bouclier Canadien en compagnie de l'Iguanodon, un grand reptile. Ultérieurement, avec la dérive

des continents et la séparation nord-atlantique, les passages deviendront impossibles. L'évolution des *Necturus* et des *Proteus* est donc disjointe ultérieurement et la spécialisation de la forme souterraine existe au moins depuis le Pléistocène où l'on trouve les premiers vrais *Proteus* dans une grotte de Bavière. Les grandes glaciations quaternaires repousseront ces animaux vers le Sud où ils ne survivent actuellement de façon endémique que dans une zone karstique assez restreinte des Dinarides. Le cas de l'*Anoptichtys* est différent et au point de vue évolutif moins intéressant car aujourd'hui encore la forme souterraine (*Anoptichtys*) peut, dans la nature, s'hybrider avec la forme de surface (l'*Astyanax*).

Sur ce matériel, au Laboratoire de Moulis et souvent en collaboration entre des chercheurs français et étrangers ont été publiés plus de 60 travaux. L'un des plus importants concerne la dégénérescence des yeux. Pourquoi et comment les yeux disparaissent-ils chez les animaux souterrains où la cécité est un phénomène général ? Ce problème depuis longtemps intriguait les Biologistes, aussi A. VANDEL $^{+}$, P. BRIEN $^{+}$ et E. WOLFF m'ont-ils donné un sujet de thèse portant sur ''La nature des relations existant entre le milieu souterrain et la dégénérescence des yeux''. Dès lors que l'on en obtenait la reproduction, le Protée était devenu le meilleur matériel possible pour étudier et démonter expérimentalement (action de la lumière, des hormones, greffes, cultures...) les mécanismes de la dégénérescence oculaire et établir la démonstration que l'on ne peut retenir aucune des hypothèses avancées antérieurement. Actuellement, et même si elle l'a été, la disparition des yeux n'est plus le résultat de l'action directe du milieu, non plus que de conditions humorales, mais bien celui d'un dérèglement devenu héréditaire du développement normal. Ces résultats ont pu être étendus aux Poissons aveugles cavernicoles, puis généralisés aux Vertébrés affectés de dégénérescence oculaire héréditaire. Ils ont stimulé des travaux de même type (USA, Japon, Allemagne).

Le Protée comparé au *Necturus* s'est avéré également être un bon modèle pour aborder les aspects ''progressifs'' de l'évolution des espèces souterraines. En collaboration avec des chercheurs de l'Institut de Zoologie de Hambourg, j'ai montré l'existence d'étroites adaptations sensorielles et comportementales du Protée au biotope aquatique souterrain au niveau des communications chimiques, du marquage du substrat et de l'abri, du marquage de l'eau, de la reconnaissance chimique des lieux de reproduction et enfin de la détection des proies à distance.

Pour finir, si les *Necturus* apparaissent uniques par nombre de caractères, les *Proteus* présentent des caractères biologiques et physiologiques plus originaux encore : régulations endocrines dont les mécanismes ne sont plus dépendants de la lumière, ralentissement du métabolisme et de toutes les fonctions, vitesse extrêmement basse des divisions cellulaires... Aucun de ces phénomènes n'a été étudié jusqu'ici.

II. PROTECTION DE L'ESPÈCE *Proteus anguinus* A MOULIS

Pourquoi protéger cette espèce ?

Protéger devient de plus en plus évident pour ceux qui ont le souci de ne pas rompre définitivement les équilibres existant entre la nature et l'homme. Les plus infimes des créatures participent chacune à leur place à ce tout qu'est ''la vie'' à la surface d'une des rares planètes, peut-être la seule, qui la permette. De façon plus particulière, leur intérêt culturel et scientifique supplémentaire nous ont incité à essayer de conserver les Protées.

Tout d'abord, essayons de comprendre pourquoi ces animaux ont survécu sous terre. Les terrains calcaires des régions où ils vivent ne sont pas arides car sur la chaîne des Alpes dinariques les précipitations ne sont pas rares. Ces zones ont toujours été largement boisées et il y a quelques dizaines d'années, donc récemment encore, seule une faible activité pastorale y était visible. L'épanouissement des forêts crée un sol forestier qui lui même constitue un écran limitant l'évaporation du sous-sol et donc contribue à la stabilisation du climat souterrain. L'accumulation de matières organiques dégradables, entrainées sous terre par les eaux, est aussi la base indispensable de la chaîne trophique souterraine. Ainsi ont pu avec le temps se constituer des faunes particulières renfermant beaucoup d'espèces endémiques et un moins grand nombre de formes relictes.

Il est classique de dire que les déserts de pierres des contrées méditerranéennes n'ont pris naissance qu'à la suite de l'intervention humaine. Moins spectaculaires mais plus insidieux sont les grands prélèvements d'eau souterraine, l'aménagement hydroélectrique des zones karstiques, l'urbanisation, l'industrialisation et surtout leurs inévitables rejets souterrains, souvent occultes, de produits qui se concentrent dans les drains et les rivières souterraines, éliminant en une dizaine d'années quelques espèces ou même toute vie.

C'est ainsi que nombre de stations où l'on pouvait voir des Protées n'en renferment plus aujourd'hui. Par exemple, 12 stations avaient été décrites pour le Karst de Trieste et il n'en reste que 2 à héberger des Protées. Devant une telle situation et pour préserver, si faire se peut, l'avenir d'un patrimoine génétique original, voici plusieurs années que je place quelques animaux (près de 200) dans une grotte réserve. Certains sont destinés à d'éventuels réacclimatations.

On comprendra que je n'insiste pas sur la localisation exacte de cette réserve visitée seulement par des spécialistes. Le CNRS ayant surtout vocation à la recherche et non à la conservation d'espèces rares, on comprendra encore que je sollicite auprès d'un organisme de protection de l'environnement, un appui et une aide pour assurer la maintenance dans le temps d'une réserve aussi particulière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DECU V., et RACOVITZA G. (1982 publié 1984) — Sur la conservation des écosystèmes forestiers et souterrains des zones calcaires. *Mémoires de Biologie souterraine,* XI, (sous presse).

DURAND J.P. (1971) — Recherches sur l'Appareil visuel du Protée, *Proteus anguinus* Laurenti, Urodèle hypogé. *Ann. Spéléologie,* 26, 3 : 497-824.

DURAND J.P., PAOLETTI M. et PICHL E. (1982) — Rapporto sulla presenza del *Proteus anguinus (Amphibia, caudata)* e della fauna associata, nelle acque sotterranea di Sagrado (Prov. di Gorizia, Italia). Considerazioni sulla protezione di questi animali relitti, actualmente in via di estinzione. *Mém. Biospéol.,* 8 : 63-67.

VANDEL A., DURAND J.P., et BOUILLON M. (1964) — Observations sur le développement du Protée, *Proteus anguinus* Laurenti (Batraciens, Urodèles). *C.R. Acad. Sciences,* Paris, 259 : 4801-4804.

J.P. DURAND
Laboratoire souterrain du CNRS
Moulis 09200 SAINT-GIRONS (FRANCE)
et Laboratoire U86 INSERM
15 rue Ecole de Médecine
75006 PARIS (FRANCE)

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 49-50

PLACE DU CRAPAUD COMMUN, *Bufo bufo* DANS L'ALIMENTATION DU BLAIREAU EUROPÉEN, *Meles meles*

par

Claude HENRY

Résumé — Le Blaireau européen peut être localement un important consommateur de crapauds communs ; il adopte alors un comportement de prédation adapté à la capture de cette proie fortement toxique.
Mots clés : *Meles meles* - *Bufo bufo* - prédation.

Abstract — The Common Toad *Bufo bufo* makes up about 30% (fresh weight) of the diet of the European Badger *Meles meles* in the Forêt de Chambord, France. Common Toads are eaten from below and the dorsal skin and parotoid glands are always left untouched.
Key words : *Meles meles* - *Bufo bufo* - Predation.

Le Crapaud commun est généralement considéré comme une proie de seconde importance dans le régime alimentaire du Blaireau européen. Une étude du régime alimentaire de ce prédateur, menée pendant un cycle annuel (juin 1981-82) en forêt de Chambord, a permis de constater une spécialisation des blaireaux dans la capture de cette proie (HENRY, 1983) ; au total, les restes de 570 crapauds ont été retrouvés dans les échantillons de laissées de blaireau analysées ; le nombre total de captures est estimé à environ 1350 individus par blaireau et par an, à cet endroit. Exprimé en poids frais consommé, cela représente près de 56 kg, soit environ 30% de la quantité de matière fraîche consommée par prédateur au cours de l'année.

Deux périodes particulières montrent une prédation forte de cette espèce (HENRY, 1984a). Au printemps, alors que les crapauds vont pondre dans un étang proche des terriers des blaireaux, la prédation est très élevée. J'ai pu retrouver alors autour de cet étang des dizaines de dépouilles de crapauds, que les blaireaux abandonnent du fait de leur toxicité. Pendant ces quelques semaines, les vers de terre, proies habituelles des blaireaux en hiver et au printemps, sont partiellement délaissées au profit des crapauds.

A la fin de l'été, un deuxième pic de consommation très prononcé a été observé. Ceci correspond à la période du cycle annuel pendant laquelle les vers de terres sont inaccessibles du fait de la sécheresse

estivale. A Chambord, où les proies de remplacement (petits mammifères) ne sont pas très abondantes (prédation très forte due aux Sangliers), le Crapaud commun constitue une des rares proies potentielles disponibles pour les carnivores.

La capture de cette proie, dont la toxicité du venin cutané est avérée, suppose une adaptation comportementale du prédateur (HENRY, 1984b). L'examen des dépouilles abandonnées sur place par les blaireaux permet de reconstituer ce comportement. Les Crapauds sont retournés et la partie ventrale du tégument est ouverte, probablement avec les griffes. Ensuite les régions abdominale et thoracique, saisies entre les dents, sont arrachées, la peau étant maintenue à terre à l'aide des pattes antérieures. Le tégument se retourne alors comme un doigt de gant au niveau des membres. Dans 33% des cas, la proie peut ainsi être parfaitement dépecée et le tégument est le seul vestige restant sur place. Dans les autres cas, différentes parties du corps restent attachées à la peau et sont abandonnées avec elle (membres, crâne, etc.), indiquant que le Blaireau consomme ce qui se laisse arracher à la première tentative et délaisse ce qui peut avoir été souillé par un contact avec les glandes venimeuses.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HENRY C. (1983) — Position trophique du blaireau européen (*Meles meles*) dans une forêt du centre de la France. *Acta oecologica, O.generalis,* 4 : 345-358.

HENRY C. (1984a) — Eco-éthologie de l'alimentation du blaireau européen (*Meles meles*) dans une forêt du centre de la France. *Mammalia,* 48 : 489-503.

HENRY C. (1984b) — Adaptation comportementale du Blaireau européen (*Meles meles* L.) à la prédation d'une espèce-proie vénimeuse, le Crapaud commun (*Bufo bufo* L.). *Rev. Ecol.,* 39 : 291-296.

Cl. HENRY
Laboratoire d'Ecologie animale
Université d'Orléans. BP. 6759
45067 ORLÉANS Cedex 2 (FRANCE)

Bull. Soc. Herp. Fr., 36 (1985) : 51-52

ANALYSE DE LA PARADE SEXUELLE DE *Triturus helveticus (Urodela, Salamandridae)*

par

Pierre WAMBREUSE et Vincent L. BELS

Résumé — Des différences significatives entre la parade sexuelle de *Triturus helveticus* et celle de *Triturus vulgaris* ont été mises en évidence en Belgique.
Mots clés : parade sexuelle - triton - *Triturus helveticus*.

Abstract — Significant differences between mating behaviour of *Triturus helveticus* and *Triturus vulgaris* in Belgium has been performed.
Key words : mating behaviour - newt - *triturus helveticus*.

En Belgique, *Triturus helveticus* vit isolément ou cohabite avec *Triturus vulgaris* dans les mêmes mares, en période d'activité sexuelle. Une étude détaillée des parades sexuelles de *T. helveticus* a mis en évidence l'absence de différences significatives entre deux populations (WAMBREUSE, 1984).

Sur la base de ces résultats, l'analyse qualitative et quantitative de la parade sexuelle de *T. helveticus* met en évidence des différences significatives avec celle de *T. vulgaris* (HALLIDAY, 1974, 1975, 1977).

Ces différences portent sur : (1) les fréquences des comportements, (2) les fréquences de transitions entre les comportements et, (3) le ''pattern'' de certains mouvements. De plus, la fréquence de prise du spermatophore est plus importante dans les premières séquences d'une parade sexuelle chez *T. helveticus*.

A partir de ces observations, nous avons émis deux hypothèses : (1) des différences de formes, de fréquences et de transitions des comportements provoqueraient des différences de stimulations chez la femelle qui (2) ne répondrait qu'à des stimulations spécifiques (expériences de HALLIDAY, 1975).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HALLIDAY T.R. (1974) — Sexual behavior of the smooth newt (*Triturus vulgaris*) (*Urodela, Salamandridae*). *J.herpetol.*, 8 . 277-292.

HALLIDAY T.R. (1975) — An observational and experimental study of sexual behavior in the smooth newt, *Triturus vulgaris*. *Anim. behav.* 23 : 291-322.

HALLIDAY T.R. (1977) — The courtship of european newts. An evolutionary perspective. *In* TAYLOR D.H. and GUTTMAN S.C. (eds.), Reproductive biology of amphibians. Plenum Press, N.-Y., 185-232.

WAMBREUSE P. (1984) — Etude de la parade sexuelle en tant que mécanisme d'isolement des espèces *Triturus helveticus* (RAZOUMOWSKY, 1789) et *Triturus vulgaris* (LINNÉ, 1758) (*Urodela, Salamandridae*). Thèse Licence, 52 p.

P. WAMBREUSE et V.L. BELS
Université de Liège
Institut de Zoologie
22 quai Van Benedem
4020 LIÈGE (BELGIQUE)

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ HERPÉTOLOGIQUE DE FRANCE

4e trimestre 1985 — n° 36

Bulletin de liaison

JOURNÉES ANNUELLES D'ORLÉANS (26-30 juin 1985)
- Discours de Réception à l'Hotel de Ville d'Orléans
  R. FRANCK 54
- La réponse du Président de la SHF
  J. LESCURE 55

COMMISSION DE TERRARIOPHILIE
- Rapport d'activité pour 1984
  A. DIEU 57
- Réorganisation 58
- Création d'une circulaire d'annonces 58
- Erratum 59

CRÉATION D'UN CLUB "JUNIORS" 60

PROCHAIN COLLOQUE D'HERPÉTOLOGIE : ANGERS (26-28 juin 1986) 61

INFORMATIONS 62

ANNONCES 63

JOURNÉS ANNUELLES D'ORLÉANS (26-30 juin 1985)

Discours de réception à l'Hôtel de Ville d'Orléans

Messieurs les Présidents,
Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

''...''Il fallait un calculateur, ce fut un danseur qui l'obtint'' Ces mots que met BEAUMARCHAIS dans la bouche de Figaro conviennent bien à celui qui est devant vous et qui a l'honneur de vous souhaiter la bienvenue à l'Hôtel de Ville d'Orléans, au nom de Jacques DOUFFIAGUES et de toute la Municipalité de notre bonne ville. Notre Conseil ne manque pas de scientifiques et c'est à un littéraire, et même à un grammairien, qu'il appartient de vous recevoir et de vous parler, lui aussi, si vous n'en êtes pas saturés, des Reptiles et des Batraciens.

Pour un littéraire, le mot Reptile évoque d'abord la fameuse allitération d'Oreste à la fin de l'Andromaque de RACINE :

''Pour qui sont ces serpents qui sifflent sur nos têtes ?''

5 S pour évoquer la bête sifflante, ou prétendue telle, c'est un record. Le littéraire pense aussi à la mort d'ESCHYLE à qui sa calvitie fut fatale, puisqu'un aigle - ou plus précisément un gypaète - prenant son crâne pour un rocher, y fit tomber une tortue afin de la briser. La tortue sortit peut-être indemne de sa chute, mais le monde y perdit le premier de ses poètes tragiques. Il rappelle ''Les grenouilles'' d'ARISTOPHANE. Il pense à notre mère Eve et au serpent tentateur, sans insister de peur d'être accusé d'antiféminisme et d'herpétophobie. Il n'oublie pas enfin le plus beau cas littéraire d'herpétophilie : ''Gros Câlin'', ce très plaisant roman d'Emile AJAR-Romain GARY.

Le littéraire n'insiste pas sur l'Apollon Saurochtone, s'il pousse ses recherches plus loin dans la mythologie païenne. Mais il rappelle que la tortue était un animal consacré à Aphrodite, bien avant d'être l'image de la sagesse ataraxique chère aux stoïciens. Le serpent, animal chtonien par excellence, symbole de la mort, est aussi celui de la résurrection et représente ainsi à lui seul le cycle annuel de la nature, pendant que l'ouroboros, le serpent qui se nourrit de sa queue, est bien l'image du constant recyclage écologique des éléments de la Nature.

Mais, quittant mes terres, j'oserai m'avancer un peu dans le domaine qui est le vôtre, et d'abord par une citation que certains d'entre vous connaissent sans doute : ''De tous les animaux que la Nature a dispersés sur la surface de la Terre et qu'elle paraît avoir jetés à travers la grande scène de ses ouvrages pour animer le vide et produire le mouvement, les Reptiles sont ceux qui ont le moins de part à ses dons. Tout en eux porte l'empreinte d'un abandon presque général et d'une disgrâce absolue.'' Même si vous ne partagez pas ces vues de l'Abbé BONNATERRE, qui est

sans doute votre grand ancêtre à tous, puisqu'il écrivait ceci en 1789 dans l'Introduction de son *Erpétologie,* vous en appréciez sans doute le style.

Et en effet, pourtant, pour reprendre les propos du bon abbé, parmi les Vertébrés qu'y a-t-il de plus loin de l'homme que le Reptile ? Celui-ci rampe ou nage et nous marchons, la tête fièrement dressée ; il est poikilotherme, nous sommes homéothermes ; il pond des oeufs, nous sommes des animaux placentaires ; il a connu son apogée à l'ère secondaire, nous la connaîtrons peut-être à l'ère quinquennaire.

Qu'avons nous donc de commun ? La colonne vertébrale, bien évidemment, mais aussi le cerveau, au moins en partie. Car il est ici, le Reptile, au fond le plus bas de notre boîte crânienne, dans ce cerveau reptilien sans lequel les deux autres seraient totalement inutiles. C'est lui qui a la charge de nos pulsions et de nos réglages les plus fondamentaux. Sans lui nous ne pourrions ni dormir, ni avoir froid ou chaud, ni haïr,... ni aimer.

Voilà bien le paradoxe de la science : elle retrouve l'homme dans ce qui semble, à première vue, le plus éloigné de lui. Et les distinctions entre sciences et humanisme n'ont plus maintenant aucun sens, nous le voyons bien : en fin de compte et d'analyse, il n'est de science que l'Homme.

R. FRANCK
Conseiller Municipal d'Orléans

La Réponse du Président de la SHF

Monsieur le Représentant du Maire d'Orléans,
Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Monsieur, en nous accueillant dans ce magnifique Hôtel de Ville, si chargé d'Histoire, vous venez brillamment de nous rappeler les liens tissés par notre civilisation entre l'Homme et les Reptiles.

Les Herpétologistes se réjouissent toujours d'entendre que les Reptiles et les Batraciens ont leur place dans l'histoire de leur culture même si, bien souvent, ces Vertébrés sont méprisés, voire, comme les Serpents, haïs et jugés malfaisants. Les propos de l'abbé BONNATERRE traduisent bien la mauvaise réputation que les Reptiles ont eu et ont encore dans nos pays. La Société Herpétologique de France, qui regroupe Scientifiques, Terrariophiles amateurs, Naturalistes de terrain et Protecteurs de la Nature, s'intéressant plus particulièrement aux Reptiles et Batraciens, a fort à faire pour améliorer l'image de marque de ces animaux mal aimés.

Mais, revenons à l'abbé BONNATERRE, il est à ma connaissance, le premier à avoir introduit le mot Erpétologie dans la langue française, il l'écrit sans H [1] et cette orthographe sera adoptée par les

(1) Il l'a emprunté à KLEIN (1755), qui a écrit un "Tentamen Herpetologiae". L'abbé BONNATERRE est l'auteur du "Tableau encyclopédique et méhodique des trois règnes de la Nature" (1789) dont la deuxième partie est consacrée à l'Erpétologie (Batraciens et Reptiles sans les Serpents) et la troisième à l'Ophiologie, un terme qu'il a sans doute créé et signifiant la Science des Serpents.

Herpétologistes français du XIXe siècle [2]). Sur ce point, Melle BODSON, philologue de l'Université de Liège, responsable de notre Commission d'Ethnoherpétologie et d'Histoire de l'Herpétologie, vous en parlerait bien mieux que moi. Elle n'a pu être des nôtre aujourd'hui.

Nous voici réunis cette année à l'Université d'Orléans pour nos XVe Rencontres d'Herpétologie, nous sommes venus de tous les coins de France, d'Europe et d'ailleurs car notre Congrès est le lieu de rencontre privilégié des Herpétologistes francophones. Nous saluons dans la salle nos amis belges, suisses, hollandais, brésiliens et le Professeur Carl GANS, de l'Université Ann Arbor aux Etats-Unis, Herpétologiste éminent et Président d'Honneur de notre Congrès.

Chaque année, nous tenons notre Congrès national dans une ville différente. Pourquoi, après être venus en 1972, avoir choisi à nouveau Orléans comme étape 1985 de notre Tour de France de l'Herpétologie ? Certes, nous avons en votre ville des Herpétologistes dynamiques qui ont su très bien préparer nos Rencontres, mais, en 1983, nous avions rendu hommage dans sa ville à la Couleuvre de Montpellier, nous aurions pu aller à Chambord, attirés par la Salamandre de François Ier, nous y ferons notre excursion dimanche. Alors, peut-être sommes-nous venus à Orléans, parce que, comme le dit le poète [3] :

''Orléans, le plus grave des mots prononcés par nos bouches françaises - depuis que France est France

- Orléans, petits sons, vibration immense, Orléans, choc sonore à tous coeurs de Français !'' ?

Jean LESCURE
Président de la S.H.F.

---

(2) Les plus célèbres d'entre eux, DUMÉRIL et BIBRON, écriront une ''Erpétologie générale'' en dix volumes.

(3) Ce poète est Paul FORT, l'auteur de la fameuse ballade : ''Si tous les gars du Monde'', et des Ballades orléanaises. M. FRANK, représentant de M. le Maire d'Orléans, fut à la fois surpris et heureux d'entendre ce poème intitulé ''Invocation sur la route vers Orléans'' et un peut oublié... Il est vrai que Paul FORT a écrit dix-sept volumes de Ballades !

COMMISSION DE TERRARIOPHILIE

• Rapport d'Activité pour 1984 [1]

J'ai été désigné comme rapporteur de la Commmission de Terrariophilie. Je n'ai pas l'intention de me dérober à la mission délicate qui m'a été confiée et je vais essayer de rendre compte avec fidélité des principaux points de ces trois heures de débats. Il est bien entendu que certaines affirmations un peu trop ''piquantes'' ont été tempérées par des remarques plus nuancées des uns et des autres.

Cette commission s'est donc réunie en l'absence de son président. 16 membres étaient présents : LANÇON, MAGE, BELLOY, SAUTEREAU, ADAM, DAVID, Jeff TIMMEL, LANGLOIS, LOGEROT, BUONOCORRE, Maryline CABALLERO, 3 adhérents ''ELAPSOIDEA'' et votre serviteur. Il a été déploré le peu d'activité de la commission durant un an : aucune réunion, très peu de courrier... L'absence de Monsieur MATZ a été évoquée et regrettée. La commission souhaite que M. MATZ la prenne en charge d'une manière efficace ou alors qu'il soit pourvu à la nomination d'un autre animateur, d'un autre coordinateur. Le départ définitif de plusieurs membres a été envisagé ou la scission pure et simple ! Pour l'instant, il ne s'agit que de la manifestation épidermique d'un ras-le-bol justifié pour certains, injustifié pour d'autres.

Les membres de la commission de Terrariophilie ont pris conscience du nombre important d'adhérents terrariophiles à la S.H.F. qui est actuellement évalué à plus de 250 personnes payant leur cotisation. Cette majorité, en nombre, a eu jusque-là l'impression d'être marginalisée :

— possibilité restreinte de présenter des Communications,
— place plus que mesurée, voire inexistance, dans le Bulletin,
— communications et réunions trop souvent escamotées par le passé.

Les terrariophiles répartis actuellement en trois groupes :

Ophidiens : responsable LOGEROT
Sauriens : responsable SAUTEREAU
Chéloniens : responsable ADAM

ont eu une activité très locale avec recrutement tout de même de plusieurs nouveaux membres. Ils ont pris la ferme résolution de :

1) se réunir d'une manière informelle une fois par trimestre,

2) ils sont décidés à présenter des communications à la prochaine réunion annuelle. Des volontaires se sont proposés, et ils ont un an devant eux pour préparer un projet, se faire aider éventuellement pour la rédaction ou pour l'exposé.

---

(1) N.D.L.R. : Suite à diverses circonstances, ce rapport n'a pu être publié dans le n° 35 avant le compte-rendu d'activité de l'assemblée générale. Nous vous prions de nous excuser pour ce contretemps.

3) ils sont décidés à faire une synthèse des différentes législations des pays européens avant de travailler à l'élaboration du statut du Terrariophile français.

En conclusion, conscients de leur nombre, de leur diversité, de leurs connaissances en de nombreux domaines, les Terrariophiles ont décidé de s'assumer et de prendre leur part active et efficace dans les travaux de la S.H.F. Ils souhaitent que les membres du Bureau - terrariophiles élus - soient leur porte-parole. Ils veilleront dans les années futures à présenter d'autres candidats au Conseil.

André DIEU
le 29.6.85

• Réorganisation

Lors de la réunion du Conseil de la S.H.F., PARIS le 5 octobre 1985, il a été décidé que la commission sera réorganisée de la façon suivante :

Responsable administratif : Monsieur André DIEU
Domaine Grand-Clos
B.P. 1 Chatonnay
38440 SAINT JEAN DE BOURNAY

Co-responsable et Correspondance technique : Monsieur G. MATZ qui continuera de répondre aux lettres qui lui seront directement adressées.

• Création d'une Circulaire d'annonces

Le Conseil de la SHF, sur proposition et avis de la Commission de Terrariophilie et de la Commission de Protection, a décidé la création d'une Circulaire d'annonces.

Cette Circulaire est réservée à des annonces concernant des cessions ou ventes, échanges et demandes de Reptiles et Amphibiens nés en captivité, ainsi que de matériel de Terrariophilie et de livres, et enfin des demandes de correspondance entre membres.
Les annonces pour la vente d'animaux non nés en captivité ne pourront être qu'exceptionnellement publiées, et seulement après examen par le Conseil de la SHF. Les échanges en sont autorisés.
En aucun cas ne pourront être publiées des annonces concernant la mise en circulation d'animaux appartenant à des espèces indigènes, quelle que soit leur origine, et d'animaux figurant à l'Annexe I de la Convention de Washington.
En cas de vente d'animaux aucun prix ne devra être mentionné.

Cette circulaire qui paraitra une fois par mois est exclusivement réservée aux membres de la SHF. Les membres désirant la recevoir doivent faire parvenir au Responsable (nom et adresse ci-dessous) dix enveloppes libellées et affranchies au tarif ''lettre'' normal en vigueur.
Les annonces doivent être reçues par le Responsables, **exclusivement par courrier,** avant le 20 de chaque mois pour une parution le 1er du mois suivant. Il n'y aura pas de parution le 1er août ni le 1er septembre. Chaque annonce ne paraitra qu'une fois et devra être renouvelée, par écrit, pour une nouvelle parution.
Il est demandé aux annonceurs d'indiquer toutes les informations utiles à propos des animaux mis en circulation (nom scientifique, sexe, age, etc...). Dans le cas de vente d'animaux, il doit être clairement mentionné dans le texte de l'annonce si ceux-ci sont nés en captivité ou non.
Pour éviter toute erreur, il est demandé aux annonceurs de rédiger leur texte en lettres majuscules. Ils ne doivent pas oublier d'y faire figurer leurs coordonnées.

Le Responsable de la Circulaire se réserve le droit de refuser toute annonce non conforme aux lois en vigueur et à la déontologie que s'est fixée la SHF. Les transactions se feront sous l'entière responsabilité des correspondants, la SHF ne pouvant être tenue pour responsable de la justesse des informations annoncées ni de l'état des animaux proposés.

Les membres intéressés peuvent dès maintenant faire parvenir au Responsable, leurs annonces et enveloppes.
Pour le premier numéro de cette circulaire, les annonces doivent être reçues avant le 20 du mois suivant la date de parution du présent numéro du Bulletin.

Responsable : Patrick DAVID
14 rue de la Somme
94230 CACHAN

• Erratum

Une erreur s'est glissée dans un précédent numéro du bulletin (n°34) p.43 : lire ''déterminisme'' au lieu de détermination.

CRÉATION D'UN CLUB "JUNIORS" AU SEIN DE LA S.H.F.

En raison de l'intérêt croissant témoigné par les jeunes envers les Reptiles et les Amphibiens, la S.H.F. a décidé de créer un club "Juniors" ouvert au moins de 15 ans, au sein de son Association.

Ce club sera affilié à la Fédération nationale des Clubs Connaissance et Protection de la Nature (CPN, qui éditent, entre autres, "La Hulotte" et "La Gazette des Terriers"). Cette Fédération compte en effet parmi ses membres de jeunes herpétologues en herbe et a encouragé notre initiative.

La S.H.F. compte sur toutes les bonnes volontés pour :

1) Diffuser l'information (écoles, professeurs, amis, revues, journaux locaux).

2) Participer à l'animation du club. Nour recherchons notamment :
— des illustrateurs et rédacteurs pour élaborer la revue du club,
— des personnes disponibles pour organiser et animer :
. des sorties sur le terrain
. des réunions (exposés-projections diapos sur différents thèmes)
. des ateliers (protection de la nature, terrariophilie, etc...)

Nous comptons d'autre part monter une bibliothèque adaptée aux besoins des jeunes de tous âges, ainsi qu'une banque de diaporamas.

Toutes vos suggestions seront les bienvenues.

Nous comptons sur votre active participation.

Les Responsables du Club :
F. CLARO et F. RIMBLOT (Laboratoire des Reptiles et Amphibiens, M.N.H.N. 25 rue Cuvier, 75005 PARIS)

PROCHAIN COLLOQUE D'HERPÉTOLOGIE : ANGERS (26-28 juin 1986)

15 ans après la création de notre société, nous nous retrouverons à ANGERS, du 26 au 28 juin 1986.

Je voudrais orienter notre réunion vers les thèmes :

SYSTÉMATIQUE (répartition et protection) de la faune herpétologique française (et européenne) : espèce et sous-espèces nouvelles... ou discutées.

REPRODUCTION (notamment reproductions obtenues rarement en captivité et permettant de mieux connaitre la biologie de ces espèces).

PATHOLOGIE (malgré la publication récente de plusieurs livres et la tenue de colloques sur ce sujet particulier, beaucoup reste à faire... et tout simplement à comprendre).

et bien sûr : COMMUNICATIONS LIBRES.

Il sera également possible d'exposer des ''posters''. D'autre part, nous organiserons une exposition de... timbres, avec la collaboration de la Société philatélique de l'Anjou qui nous prêtera son matériel, sur le thème ''NATURE'', principalement Herpétologie. Si vous voulez exposer des timbres, faites-le-moi savoir assez vite pour l'envoi des recommandations et surtout la réservation de cadres (12 feuilles par cadre).

Les fiches d'inscription pour la réunion seront envoyées plus tard.

G. MATZ

INFORMATION

La British Herpetological Society (B.H.S.) nous communique son programme pour l'année 1986. Les réunions auront lieu dans la Salle de Lecture du ''Theatre of the Linnean Society of London, Burlington House, Piccadilly, LONDRES, de 19h à 21h (sauf indications contraires). Les membres de la SHF, en visite à Londres, y sont cordialement invités. Pour plus de détails, écrire à la : B.H.S., c/o Zoological Society of London, Regent's Park, LONDON NW1 4RY, ENGLAND.

Date des réunions :

26 février	:	Dr Andrew GARDNER (Dept. Zoology, Univ. Aberdeen, now Dept. Genetics & Biometry, University College London) : Herpetofauna of the Seychelles (Indian Ocean).
18 mars	:	A.G.M. (see separate Agenda), followed by Dr M.R.K. LAMBERT (Chairman, BHS) : Some more herpetofauna of the Commonwealth. II. Ethiopian Zone (as time allows).
24 avril	:	Dr Paul VERRELL (Dept. Biology, Open University, Milton Keynes) : Sexual cycles and breeding dynamics of smooth newts in southern England.
28 mai	:	Conservation of rare herpetofauna and their habitats. Prof. G.A.D. HASLEWOOD (Chairman, BHS Conservation Committee), with an Introduction, and other members, including Keith CORBETT (Chairman, Conservation Committe of Societas Europea Herpetologica) and Tom LANGTON (Staff Herpetologist, Fauna & Flora Preservation Society, London), will describe current work of the BHS Conservation Committee.
19 juin	:	Amphibia and reptiles Worldwide : their care and breeding. A discussion organized by the Captive Breeding Committee (Chairman : Dr Simon TOWNSON).
23 septembre	:	Thème à définir
23 octobre	:	Conservation and ecology of Mediterranean tortoises. Dr. Ian SWINGLAND (School of Continuing Education, Univ. Kent, Canterbury, and Chairman, IUCN/SSC Tortoise Group) and David STUBBS (Founder, Station d'Observation et de Protection des Tortues des Maures, France) : Movement patterns in *Testudo hermanni* and implications for management, David STUBBS and Dr. Ian SWINGLAND : Conservation efforts on *T.hermanni* in S France and Dr. M.R.K. LAMBERT : The pluviothermic range of Mediterranean *Testudo* and growth of captive bred hatchlings in the climate of N Europe in relation to conservation farming.
18 novembre	:	John BUCKLEY (Member, BHS Conservation Committee) : Natterjack conservation, including reintroductions, in East Anglia.

ANNONCES

- Eleveur d'*Eryx,* cherche contact avec personnes possédant des *Eryx* ou ayant un intérêt particulier pour ce genre. Ecrire à : J.P. SWAAK, Noorderdiep 17, NEW-BUINEN, 9521 B.A. (HOLLANDE)

- Souhaite entrer en contact avec personnes possédant ou s'intéressant aux Caïmans et Varans - toutes espèces. Ecrire ou téléphoner à : Mr. GOUTTEBEL Armand, 15 rue de Viry, 91390 MORSANG-sur-ORGE. Tel. : 69.04.68.82 ou 69.42.32.06.

Carnet de naissances

- Mr PAYNOT J.-Pierre, Le Chaperon vert, n° 6, 2e Avenue, 94250 GENTILLY (nouvelle adresse) nous informe par courrier du 23.10.85 que sur les six oeufs émis par une femelle de *Lampropeltis getulus californiae,* lors d'une deuxième ponte, il a obtenu 5 naissances et 1 mort-né (= *Lampropeltis* à deux têtes).

  En récapitulatif :
  1ère ponte : 7 oeufs → 7 naissances le 8.8.85 (annoncées dans le n° 35)
  2ème ponte : 6 oeufs → 5 naissances + 1 mort-né le 23.8.85

  Mr PAYNOT a également obtenu la naissance le 1.9.85 de 5 bébés de *Python regius* à partir de 8 oeufs issus d'un couple adulte ''appartenant à un collègue'' ; les 3 autres oeufs n'ont donné que des mort-nés, le 7.9.85.

STAGE D'INITIATION A L'HERPÉTOLOGIE

du 30 Juin au 4 Juillet 1986

Au Centre d'Etudes Biologiques des Animaux Sauvages, Villiers-en-Bois - 79360 BEAUVOIR-SUR-NIORT

Pour tous renseignements, écrire à : Mr. G. NAULLEAU (adresse ci-dessus)

Ce stage s'adresse particulièrement aux Enseignants, Etudiants, personnels de Zoo, Vétérinaires ... ayant à connaître la Biologie des Reptiles et Amphibiens pour l'exercice de leur profession, mais tous les "Amateurs" y seront les bienvenus. Une attestation sera délivrée à la fin du stage.

I - DISPONIBILITES : 20 stagiaires, maximum (âge minimum : 18 ans).

II - CONDITIONS DE PARTICIPATION : Le prix demandé est de 1.100 Francs avec une réduction de 100 F pour les membres de la S.H.F. Pour les personnes prises en charge au titre de la formation continue (membres de la S.H.F. ou non), le tarif unique est de 1.200 Francs. Ce prix comprend l'hébergement au C.E.B.A.S., la nourriture (petit-déjeuner, repas du midi et du soir) du lundi 30 juin 1986 au matin, au vendredi 4 juillet au soir, et la couverture de l'ensemble des frais de stage. Les candidats prévenus qu'ils sont admis au stage (premiers pré-inscrits) devront verser obligatoirement 300 Francs d'arrhes pour leur inscription définitive.

III - PROGRAMME :

- Aperçus sur la classification des Amphibiens et des Reptiles.
- Les Reptiles de France, les Amphibiens de France : systématique, exercices de détermination, biologie, écologie, distribution géographique, enquête de répartition ....
- Comportements alimentaires (films).
- Techniques d'élevage et élevages annexes (proies).
- Législation sur la protection des Amphibiens et des Reptiles.
- Initiation à la photographie.
- Observations sur le terrain.

IV - ENSEIGNANTS PRINCIPAUX :

- Jean LESCURE, Chargé de recherches au C.N.R.S. (Président de la S.H.F.).
- Robert GUYETANT, Maître-Assistant à l'Université de Besançon (Vice-Président S.H.F.)
- G. NAULLEAU, Chargé de recherches C.N.R.S (Président d'Honneur, Fondateur de la SHF)
- Jean-Pierre BARON, Professeur de Sciences Naturelles.(membre de la S.H.F.)
- Jean-Marc FRANCAZ, Maître de Conférences à l'Univ. Orléans (Secrét. Adjoint S.H.F.)
- René ROSOUX, Biologiste au Parc Naturel Régional du Marais Poitevin, Val de Sèvre et Vendée (Membre de la S.H.F.).

V - APPORTER :

Nécessaire pour sortie sur le terrain : bottes ou cuissardes, vêtements de pluie .... etc ... appareil photo si possible....

VI - INSCRIPTIONS :

Veuillez adresser tout courrier à :

Monsieur Guy NAULLEAU
C.N.R.S. - Centre d'Etudes Biologiques des Animaux Sauvages
Villiers-en-Bois
79360, BEAUVOIR-sur-NIORT

Remarques : Si un nombre minimum de stagiaires n'est pas atteint, le stage 1986 sera annulé. Les personnes inscrites seront averties individuellement en temps utile.

Criquets - Cétoines - Vers à soie - Phasmes Blattes exotiques - Tribolions - Vers de farine - Drosophiles - Dermestes - Grillons Sauterelles - Enchytrées - Vers de terre Noctuelles - Teignes de ruche... etc... et des Insectes dans l'alcool pour T.P.

insectarium

Documentation – Références – Tarif gratuit



Domaine de Grand-Clos
B.P. n° 1 - CHATONNAY
38440 St-JEAN-DE-BOURNAY
Tél. (74) 58 34 70 Producteur n° 38 455 463

La rédaction n'est pas responsable des textes et illustrations, publiés qui engagent la seule responsabilité des auteurs. Les indications de tous ordres, données dans les pages rédactionnelles, sont sans but publicitaire et sans engagement.

La reproduction, de quelque manière que ce soit, même partielle des textes, dessins et photographies publiées dans le Bulletin de la Société Herpétologique de France est interdite sans l'accord écrit du directeur de la publication. La S.H.F. se réserve la reproduction et la traduction ainsi que tous les droits y afférant, pour le monde entier. Sauf accord préalable, les documents reçus ne sont pas retournés.