

(Communication reçue le 11 mai 1965.)

ADAPTATION D'UN REPTILE MARIN,
CARETTA CARETTA L. A L'EAU DOUCE
ET D'UN REPTILE D'EAU DOUCE,
CLEMMYS LEPROSA L. A L'EAU DE MER.

par E. SCHOFFENIELS et R. R. TERCAFS.

Laboratoire de Biochimie, Université de Liège.

Résumé. — Il est possible d'adapter tout au moins temporairement la tortue marine *Caretta caretta* L. à l'eau douce, et l'espèce dulcaquicole *Clemmys leprosa* L. à l'eau de mer. Dans les deux situations les mécanismes osmorégulateurs sont débordés, ce qui entraîne une variation importante de la pression osmotique du sang. La lenteur relative avec laquelle les changements observés s'installent peut s'expliquer par le fait que les surfaces d'échange sont assez réduites, la carapace et les téguments constituant une barrière importante de la diffusion. L'absence d'une régulation efficace portant sur les effecteurs osmotiques explique donc la distribution des espèces considérées. La présence de ces espèces dans un milieu inhabituel ne peut donc être que fortuite, mais dans tous les cas temporaire.

Plusieurs espèces de Reptiles sont exclusivement marines, comme les Serpents Hydrophidae et certaines Tortues (*Caretta*, *Thalassochelys*, etc.). Des espèces d'eau douce ou terrestres ont cependant été citées comme vivant dans l'eau de mer. Le tableau I rapporte quelques exemples de ces animaux dont le plus connu est l'*Amblyrhynchus cristatus* des îles Galapagos.

Les Reptiles marins tels que la tortue *Caretta caretta* possèdent des glandes nasales spéciales (« salt glands ») pouvant sécréter une solution très concentrée en sels (616-784 mEq/l de Na). Les Reptiles d'eau douce n'en possèdent pas (SCHMIDT-NIELSEN *et al.*, 1958).

Ces différents faits sont en apparence contradictoires. En effet, d'une part, il existe des Reptiles marins possédant toute une série d'adaptations particulières permettant la vie dans l'eau

de mer et, d'autre part, nous voyons que ces adaptations ne sont apparemment pas nécessaires puisque nous connaissons (tableau I) des Reptiles d'eau douce ou terrestres dont la présence dans l'eau de mer a été observée.

Notre travail a pour but de préciser ces données. Nous avons, d'une part, adapté une tortue marine, *Caretta caretta* L., à l'eau douce et d'autre part, adapté une tortue d'eau douce, *Clemmys leprosa* L., à l'eau de mer. Nous avons étudié la composition du sang des animaux soumis à ces variations de milieu.

MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Les deux individus de l'espèce *Caretta caretta* L. qui ont servi à nos expériences proviennent, l'une, du Jardin Zoologique d'Anvers (*) et l'autre de l'Aquarium du Musée des Arts Africains et Océaniens à Paris. Les *Clemmys leprosa* L. ont été achetées chez un marchand d'animaux.

Les dosages des ions et de l'urée ont été effectués sur du plasma hépariné suivant les méthodes suivantes :

Na : méthode de LAMBRECHTS *et al.* (1941) et spectrophotomètre à flamme Eppendorff.

Cl : méthode de VAN SLYKE (1923).

K : méthode de WILDE (1939) et spectrophotomètre à flamme Eppendorff.

Urée : méthode à l'uréase de CONWAY (1933).

La mesure de la pression osmotique a été accomplie, soit par la méthode de l'abaissement cryoscopique, soit à l'aide de l'osmomètre Mechrolab (mesure de la tension de vapeur).

RÉSULTATS.

1. *Caretta caretta* L.

Les mesures de la composition ionique et de la pression osmotique du plasma sont d'abord effectuées sur un individu vivant dans l'eau de mer (tableau II). Ensuite, l'animal est transféré dans une solution contenant 75 % d'eau de mer et 25 % d'eau

(*) Nous remercions vivement Monsieur VAN DEN BERGH, Directeur de la Société Royale de Zoologie d'Anvers, d'avoir bien voulu nous confier un de ces animaux.

TABLEAU I. — Présence de Reptiles terrestres et d'eau douce
dans l'eau de mer (EM) ou dans des eaux saumâtres (S).

Espèces	Milieu	Lieu	Référence
OPHIDIA			
<i>Natrix sipedon</i> L.	S	Floride	NEILL, 1958
<i>Tripidonotus natrix</i> L.	EM	—	LEGENDRE, 1929
<i>T. n. natrix</i> Dum. et Bibr.	EM	—	GUERIN-GANIVET, 1909
<i>T. n. batrix</i> Dum. et Bibr.	EM	Méditerranée	BILLARD, 1913
<i>Tropidonotus</i> sp.	EM	—	BOSE, 1897
<i>Thamnophis sirtalis</i> L.	EM	Atlantique	BATTTS, 1961
<i>Vipera</i> sp.	EM	—	MACLEAN, 1927
SAURIA			
<i>Ambyrhynchus cristatus</i> Bell	EM	I. Galapagos	DARWIN, 1950
<i>Diploglossus hancocki</i> Dum. et Bibr.	EM	Amérique Sud	MERTENS, 1959
<i>Ablepharus boutonii</i> Desjard.	EM	I. de la Sonde	—
<i>Mabouya atrocostatus</i> Lesson	EM	—	—
<i>Lacerta muralis</i> Dum. et Bibr.	EM	Méditerranée	BILLARD, 1913
CHELOMIA			
<i>Clemmys caspica</i> Gmelin	S	Europe S.E.	MERTENS, 1959
<i>Kinosternon bauri</i> Garman	S	Amérique N.	—
<i>Peluscos subniger</i> Lacépède	S	Afrique Occ.	—
<i>Callagur borneoensis</i> Schlegel et Müller	S	Sumatra	—
<i>Carettochelys insculpta</i>	S	Nouvelle-Guinée	MERTENS, 1959
<i>Malaclemys terrapin</i> Schoepff	S	Amérique N.	NEILL, 1958
CROCODILIA			
<i>Crocodylus porosus</i> Schneider	EM	Archipel de la Sonde	MERTENS, 1959

TABLEAU II. — *Pression osmotique et composition du plasma chez 2 espèces de tortues : Caretta caretta et Clemmys leprosa placées dans des milieux de concentrations diverses. Δ osm. = différence entre pression osmotique mesurée et pression osmotique calculée. La pression osmotique calculée est la somme (en milli-
osmoles) des éléments analysés et de l'urée.*

Conditions expérimentales		Plasma							Δ osm.	
		Pression osmotique		Composition						
		mesurée mOsm./L.	calculée mOsm./L.	Na	Cl mEq/L.	K	Urée mM/L.			
Caretta	Eau de mer	465	309.6	166	109.6	3.5	30.5	155.4		
	Eau douce pendant 15 jours	—	259.9	106	100.5	1.4	52	—		
	Eau douce pendant 130 jours	326	—	104	—	—	34.2	—		
	Eau douce pendant 3 ans	224	164.8	112.3	40.7	4.3	7.5	59.2		
Clemmys	Eau douce	362	241.8	146	88.5	2.6	4.7	120.2		
	Eau de mer pendant 15 jours	534	319.9	161.5	129	3.7	25.7	214.1		

douce où il séjourne pendant deux jours. La solution est alors remplacée par une autre contenant 50 % d'eau de mer, puis, également après deux jours, par une solution contenant 25 % d'eau de mer. Après deux jours dans ce milieu, l'animal est placé dans l'eau douce où il reste jusqu'à la fin des expériences.

Le premier prélèvement de sang est effectué après un séjour de 15 jours de l'animal en eau douce, le second après 130 jours. L'animal n'est pas alimenté pendant les deux jours qui précèdent la prise de sang. Les résultats obtenus sont repris dans le tableau II.

Les mesures ont également été effectuées sur le sang d'une *Caretta caretta* L. vivant en eau douce depuis trois ans dans l'Aquarium du Musée des Arts Africains et Océaniens à Paris (*).

L'examen de ces résultats montre que la pression osmotique du sang des *Caretta* adaptées à l'eau douce diminue. Elle est diminuée de moitié après un séjour de trois ans dans ce milieu. La concentration en ions est également fortement abaissée, la variation de la chlорémie étant la plus importante. Le taux d'urée est variable, mais ne suit pas les variations de la pression osmotique.

La contribution des espèces ioniques ou moléculaires analysées représente environ 70 % de la pression osmotique mesurée, que l'animal soit dans l'eau de mer ou adapté à l'eau douce. Ce résultat signifie donc que les mécanismes homéostasiques dans leur ensemble sont débordés lorsque l'animal est adapté à un milieu artificiel.

2. *Clemmys leprosa* L.

Cette espèce d'eau douce est amenée à vivre dans l'eau de mer en utilisant les mêmes gradations dans le passage de l'une à l'autre des différentes solutions que dans le cas de *Caretta*; la proportion eau douce - eau de mer étant, bien entendu, inversée.

On voit (tableau II) que la pression osmotique du plasma augmente après un séjour de 15 jours dans l'eau de mer. La concentration en ions est également augmentée, ainsi que la teneur en urée.

La contribution des espèces ioniques ou moléculaires déterminées ne représente qu'une partie de la pression osmotique totale mesurée (entre 60 et 65 %).

(*) Les résultats de cette expérience ont fait l'objet d'une note préliminaire (TERCAFS, SCHOFFENIELS et GOUSSEF, 1963).

Comme dans le cas de *Caretta*, ceci démontre que l'animal ne possède pas de mécanisme osmorégulateur s'opposant efficacement aux variations de concentration ionique du milieu extérieur. Cette lacune s'observe aussi bien au niveau de l'ionorégulation qu'en ce qui concerne la régulation des molécules intervenant dans l'établissement de la pression osmotique du sang.

DISCUSSION.

Nos résultats montrent que la pression osmotique du sang d'individus de l'espèce de *Caretta caretta* placés dans de l'eau douce diminue, mais que les animaux peuvent vivre très longtemps (trois ans et même plus) dans ces conditions (*). Le fait que la diminution de la pression osmotique ne devient importante qu'après un séjour prolongé dans l'eau douce n'est pas étonnant puisque les surfaces d'échanges sont, chez cette espèce, particulièrement réduites.

Bien que nous n'ayons pas effectué des mesures de perméabilité à l'eau et aux sels de la carapace et de la peau du Reptile utilisé, l'épaisseur de ces structures est telle qu'on peut raisonnablement supposer qu'elle constitue une barrière efficace à la diffusion. Ainsi que nous le montrons dans le tableau II, les surfaces d'échanges disponibles, vraisemblablement la cornée et les lumphreuses nasales et buccopharyngées sont relativement perméables, avec pour conséquence un débordement des mécanismes homéostasiques relevant de l'activité d'autres organes et notamment du rein. Il est intéressant de remarquer qu'en l'absence d'une ionorégulation efficace, cette espèce ne possède aucun mécanisme osmorégulateur faisant intervenir une molécule organique. Le déficit osmotique calculé dans le tableau II varie parallèlement à la pression osmotique totale.

Quant à la concentration en urée, on sait (SMITH, 1953) qu'elle subit de fortes variations même lorsque l'animal vit dans un milieu naturel. Il s'agit vraisemblablement de variations en rapport avec la prise d'aliments.

Dans le cas de *Clemmys leprosa* L., nos résultats montrent que comme *Caretta*, cette espèce ne possède pas de mécanismes osmorégulateurs efficaces portant, soit sur les ions, soit sur la compo-

(*) Signalons qu'un séjour prolongé en eau douce se caractérise par des lésions oculaires.

sante plasmatique non déterminée. En conséquence, lorsque la pression osmotique du milieu extérieur augmente, la pression osmotique du sang augmente également, les composantes ionique et non déterminée évoluant parallèlement. L'absence de mécanismes osmorégulateurs s'opposant avec efficacité aux changements de concentration du milieu extérieur permet d'expliquer la distribution écologique des deux espèces étudiées. Toutefois, puisqu'elles peuvent supporter, tout au moins temporairement, une variation importante de la pression osmotique sanguine, il est raisonnable de postuler que la présence de ces espèces dans un habitat exceptionnel ne peut être que fortuite ou accidentelle et dans tous les cas temporaire.

SUMMARY.

*It is possible to adapt at least temporarily the sea-turtle *Caretta caretta* L. to tap water and the freshwater species *Clemmys leprosa* L. to sea water.*

In these conditions the osmoregulatory functions are unable to cope with the situation created. As a consequence there are important changes in the osmotic pressure of the blood

The relative slowness with which the observed modifications appear may be explained by the comparatively small surface of exchange available, the carapace and the integuments constituting an adequate barrier to the diffusion.

The lack of efficient osmoregulatory mechanisms thus explain the distribution of the species studied. Therefore the presence of these species in unusual medium can only be fortuitous and always temporary.

BIBLIOGRAPHIE.

- BATTS, B. S. (1961). — Intertidal fishes as food of the common garter snake. *Copeia*, **3**, 350.
- BILLARD, G. (1913). — Curieux cas d'adaptation de Reptiles terrestres à la vie marine. *IXe Congrès Internat. Zool., Monaco*, 538.
- BÖSE, M. (1897). — *Tropidonotus* in Meerwasser. *Zool. Anz.*, **20**, 255.
- CONWAY, E. J. (1933). — 62. An absorption apparatus for the mirodetermination of certain volatile substances. II. The determination of urea and ammonia in body fluids. *Biochem. J.*, **27**, 430.
- DARWIN, G. (1950). — *The voyage of the Beagle*, Dutton, New York.
- GUÉRIN-GANIVET, J. (1909). — Note sur la présence de *Tropidonotus natrix* L. dans l'eau de mer. *Bull. Mus. Océan. Monaco*, **132**, 2.
- LAMBRECHTS, A. et DELTOMBE, J. (1941). — Une technique photométrique simple du dosage du sodium dans le plasma et dans l'urine. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **23**, 411.

- LEGENDRE, R. (1929). — La couleuvre à collier en mer. *Bull. Labor. Mus. Hist. Nat. Saint-Servan*, **4**, 7.
- MACLEAN, D. (1927). — An adder at sea. *Scotch Nat.*, 100.
- MERTENS, R. (1959). — *La vie des Amphibiens et des Reptiles*. Horizons de France, Paris.
- NEILL, W. T. (1958). — The occurrence of amphibians and reptiles in salt-water areas, and a bibliography. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribbean*, **8**, 1.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. et FANGE, R. (1958). — Salt glands in marine Reptiles. *Nature*, **182**, 783.
- SMITH, H. W. (1953). — *From fish to philosopher*. Little Brown and Co., Boston.
- TERCAFS, R. R. H., SCHOFFENIELS, E. et GOUSSEF, G. — Blood composition of a seaturtle *Caretta caretta* L., reared in fresh water. *Arch. Internat. Physiol. Biochim.*, **71**, 614.
- VAN SLYKE, D. P. (1923). — The determination of chlorides in blood and tissues. *J. Biol. Chem.*, **58**, 523.
- WILDE, W. S. (1939). — The distribution of potassium in the cat after intravascular injection. *J. Biol. Chem.*, **128**, 309.