

**ECOPHYSIOLOGIE.** — *Métabolisme hydrique de populations de Mus musculus domesticus Ratty et de Mus spretus Lataste soumises à divers régimes hydriques.* Note de Bruno Sicard, Maria Navajas Y Navarro, Thierry Jacquart, François Lachiver et Henri Croset, présentée par Ivan Assenmacher.

La comparaison du métabolisme hydrique de deux espèces de souris, *Mus musculus domesticus* Ratty, 1772 et *Mus spretus* Lataste, 1883, qui vivent en sympatrie dans le Sud de la France, révèle des capacités différentes d'utilisation de l'eau : les flux entrants et sortants d'eau sont plus élevés chez *M. m. domesticus* qui s'avère, par ailleurs, moins apte que *M. spretus* à rétablir son équilibre hydrique après une phase de privation. Les résultats obtenus sont cohérents avec les observations de la structure écologique des peuplements de Souris en région méditerranéenne.

**ECOPHYSIOLOGY.** — Hydric metabolism of *Mus musculus domesticus* Ratty and *Mus spretus* Lataste populations subjected to varying hydric diets.

Analysis of the hydric metabolism reveals different levels of water turnover in two sympatric species of mice from Southern France. In *Mus musculus domesticus*, the body water content as well as the influx and efflux measurements yielded higher values than in *Mus spretus*. However, recovery of water balance after a period of fasting was more successful in the latter species. These results are coherent with the ecological structure of mice population in the Mediterranean region.

**INTRODUCTION.** — Deux espèces de Souris, *Mus musculus domesticus* Ratty, 1772 et *Mus spretus* Lataste, 1883, vivent en sympatrie dans le Midi de la France [1]. L'analyse de leur répartition écologique montre toutefois que ces deux espèces colonisent des biotopes en partie différents : *M. spretus* occupe seule les milieux les plus xériques tels que les Garrigues à chêne Kermès; *M. m. domesticus* vit seule dans les habitations humaines et dans les zones littorales les plus humides; les deux espèces ne cohabitent que dans les milieux en mosaïque [2].

Ces observations écologiques ont conduit à l'hypothèse que ces deux espèces diffèrent par leurs besoins physiologiques en eau. Le travail que nous présentons ici a pour objectif de vérifier cette hypothèse en étudiant directement le métabolisme de l'eau chez ces deux espèces soumises à des conditions physiologiques variées grâce à l'utilisation de la méthode de l'eau tritiée.

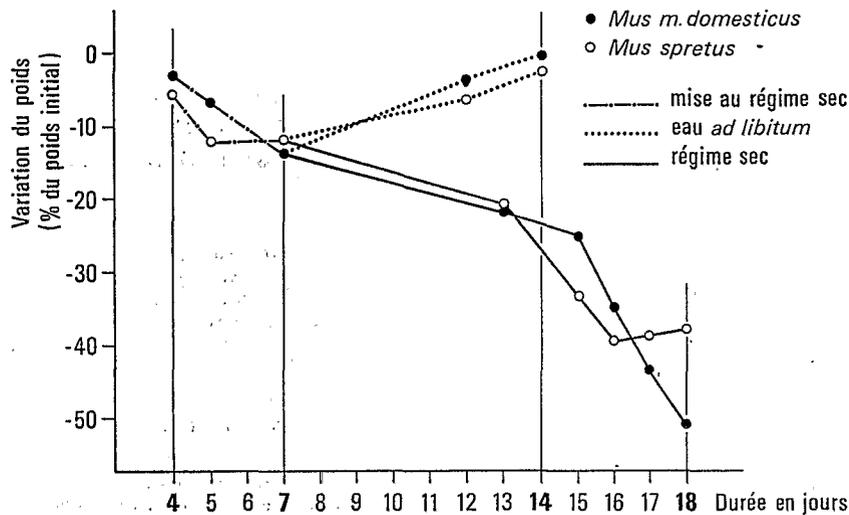
**MATÉRIEL ET MÉTHODES.** — Les individus de *M. m. domesticus* étudiés sont des descendants de quatrième génération d'animaux sauvages. Les individus de *M. spretus* sont issus de populations sauvages capturés : — en Espagne dans des oliveraies non irriguées des environs de Madrid et dans des orangeraias très irriguées de Valence; — en France près de Montpellier dans la garrigue à chêne Kermès. Les animaux sont acclimatés pendant 8 jours à des conditions contrôlées : température réglée à 26°C et humidité relative de 60 %.

Le protocole expérimental est décomposé en quatre phases, selon le régime hydrique auquel sont soumis les animaux. Phase 1 : nourriture sèche et pommes *ad libitum* pendant 4 jours; phase 2 : nourriture sèche *ad libitum* et environ 2 g de pomme par jour, pendant 6 jours (mise en régime sec); phase 3 : à ce niveau, la moitié des animaux sont remis en conditions *ad libitum* (phase 3a) et l'autre moitié subit une restriction totale de pomme (phase 3b), la durée de chaque phase étant, dans les deux cas, de 6 jours.

Les paramètres du métabolisme hydrique : le flux entrant (FE), le flux sortant (FS) et la teneur en eau corporelle (TEC), ont été déterminés à l'aide d'eau tritiée (HTO) selon la méthode de Lifson et McClintock [3], précisée par Nagy et Costa [4]. 0,74 MBq d'eau tritiée dans 0,1 ml de liquide isotonique sont injectés par voie intrapéritonéale. La période d'équilibration de HTO est de 3 h. La durée entre les prélèvements sanguins effectués par ponction infraorbital est de 4 à 6 jours. La radioactivité due au tritium est déterminée sur 10 µl de plasma dans 4 ml de Lumagel. Les mesures sont effectuées sur compteur Intertechnique SL40 et le « quenching » est estimé par étalonnage externe [5].

**RÉSULTATS 1.** — *Évolution pondérale des animaux* (tableau I et fig.). — Au début de l'expérience, les individus des deux espèces présentent en moyenne des poids similaires.





Évolution du poids corporel de *Mus spretus*  
et *Mus musculus domesticus* soumises à divers régimes hydriques.  
Body weight changes in *Mus spretus*  
and *Mus musculus domesticus* subjected to varying hydric diets.

Après un jour de mise en régime sec (phase 2), les individus de l'espèce *M. spretus* présentent en moyenne une perte de poids plus importante que ceux de l'espèce *M. m. domesticus* (11 % contre 5 %); mais au bout de 4 jours de ce régime, la diminution pondérale relative de *M. m. domesticus*, rejoint finalement celle plus précoce de *M. spretus*.

La poursuite du régime sec (phase 3 a), permet d'enregistrer pour chacune des deux espèces une courbe de perte de poids par rapport au poids initial sensiblement différente. Ainsi entre le 6<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> jour de régime sec, on note respectivement les successions : -20, -23, -32, -41 et -48 % chez *M. m. domesticus* et -20, -31, -37, -36 et -35 % chez *M. spretus*. Il n'y a donc pas de tendance à la stabilisation du poids corporel chez l'espèce *M. m. domesticus*, contrairement à *M. spretus*.

Après 6 jours de remise en condition *ad libitum* (phase 3 b), les deux espèces retrouvent à la même vitesse un poids corporel en moyenne identique à leur poids initial.

2. Étude du métabolisme de l'eau (tableaux II et III). — Placées en conditions *ad libitum* (phase 1), les deux espèces présentent une TEC moyenne similaire (TEC, en pourcentage du poids du corps = 73 % chez *M. spretus* et 75 % chez *M. m. domesticus*). De même les deux espèces restent en équilibre hydrique tout au long de cette première phase. Mais le taux de renouvellement de l'eau est plus élevé chez *M. m. domesticus*, que chez *M. spretus* ( $t=1,48$  pour FE et  $t=1,26$  pour FS;  $p<0,001$ ).

Lors de la mise en régime sec (phase 2), aucune des deux espèces ne présente de changement de la TEC et des FS. Par contre, on observe une nette diminution des flux entrants, 2,56 ml/j par rapport à 3,32 ml/j dans la phase précédente pour *M. spretus* ( $t=3,34$ ,  $p<0,001$ ) et 3,44 ml/j par rapport à 4,47 ml/j ( $t=4,00$ ,  $p<0,001$ ) pour *M. m. domesticus*. Il en résulte un déséquilibre hydrique (FE < FS,  $t=2,93$ ,  $p<0,01$  pour *M. spretus* et  $t=3,60$ ,  $p<0,001$  pour *M. m. domesticus*). Enfin, le taux d'échange reste significativement inférieur chez *M. spretus* ( $t=2,56$  pour FE,  $p<0,05$ ;  $t=2,49$  pour FS,  $p<0,05$ ).

TABLEAU I

Évolution du poids corporel de *Mus spretus* et *Mus musculus domesticus*, soumises à divers régimes hydriques.  
*Body weight changes in Mus spretus and Mus musculus domesticus subjected to varying hydric diets.*

	Phase 1 (eau ad libitum)		Phase 2 (mise rég. sec)		Phase 3 b (eau ad libitum) Durée en jours			Phase 3 a (régime sans eau)			
	0	4	5	7	12	14	13	15	16	17	18
<i>Mus spretus</i> :											
Poids moyen (g) . . . . .	14,8	14,2	13,2	13,3	14,1	14,8	11,9	10,2	9,3	9,4	9,6
Variation relative du poids (% du poids initial) . . . . .		-4%	-10,8%	-10,3%	-4,9%	0%	-19,6%	-31,1%	-37,2%	-36,2%	-35,2%
<i>Mus musculus domesticus</i> :											
Poids moyen (g) . . . . .	16,9	16,7	16,0	15,2	16,6	17,2	13,6	13,0	11,4	10,0	8,8
Variation relative du poids (% du poids initial) . . . . .		-1,2%	-5,2%	-10,1%	-1,8%	-1,2%	-19,6%	-23%	-32,5%	-40,8%	-47,9%

TABLEAU II

Paramètres du métabolisme hydrique chez *Mus spretus* et *Mus musculus domesticus*, soumises à divers régimes hydriques.  
*Parameters measuring the hydric metabolism in Mus spretus and Mus musculus domesticus subjected to varying hydric diets.*

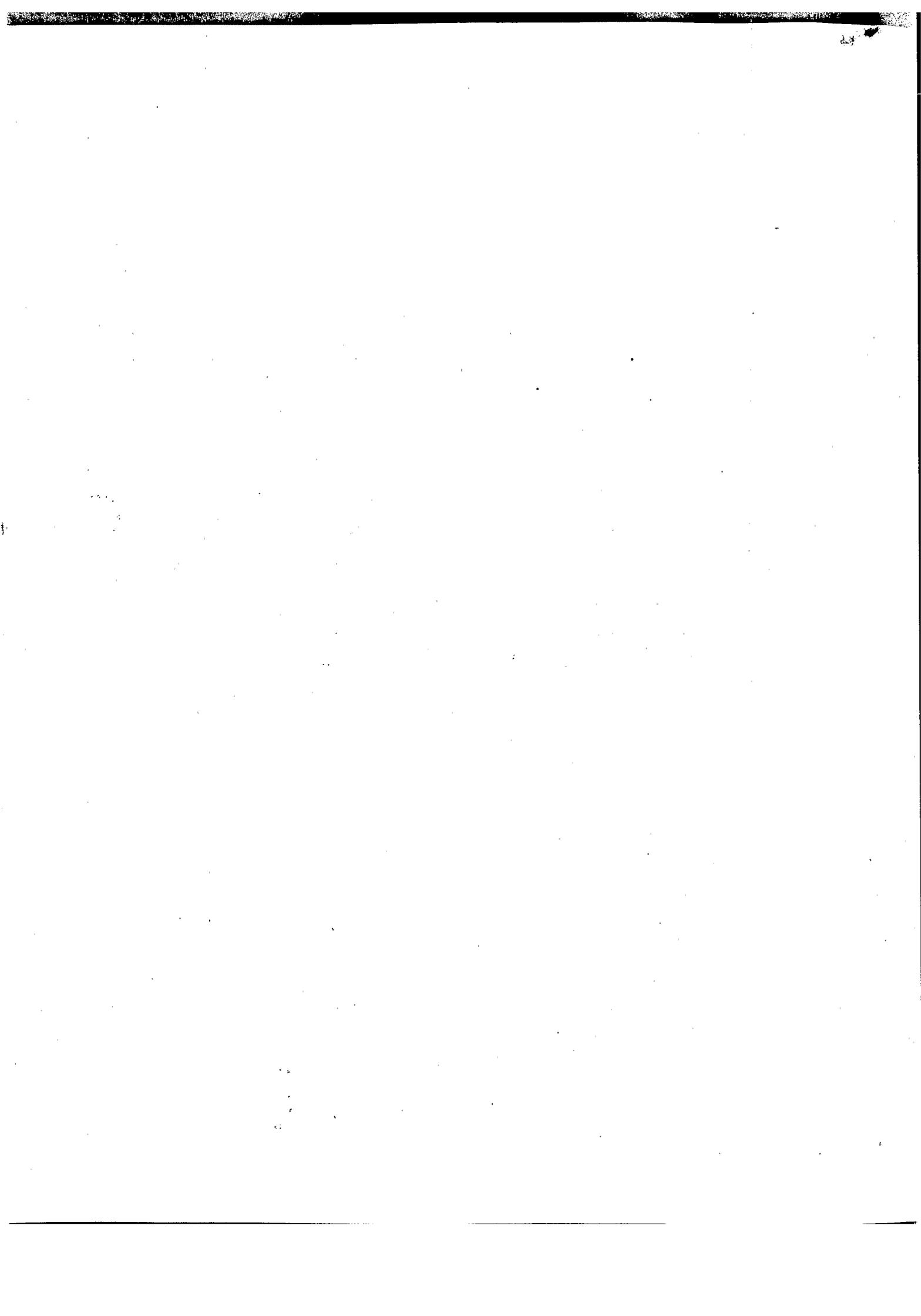
Phase expérimentale	Espèce	N	Poids (g)	Teneur d'eau corporelle % poids du corps	Flux entrant (Fe) et sortant (Fs)					
					ml.j <sup>-1</sup>		ml.kg.j <sup>-1</sup>		% du volume j <sup>-1</sup>	
					Fe	Fs	Fe	Fs	Fe	Fs
1 eau ad libitum . . . . .	<i>M. spretus</i>	31	14,45± 1,97	73,15	3,32± 0,89	3,37± 0,90	104,23± 22,05	103,38± 29,10	31,41	32,26
	<i>M. m. domesticus</i>	19	16,71± 1,67	75,04	4,47± 0,84	4,46± 0,78	129,12± 27,37	127,92± 21,62	35,65	36,44
2 mise au régime sec. . . . .	<i>M. spretus</i>	31	13,72± 1,78	72,59	2,56± 0,90	3,28± 1,03	85,16± 26,42	109,22± 30,43	25,70	32,93
	<i>M. m. domesticus</i>	19	15,73± 1,78	74,74	3,44± 0,75	4,24± 0,61	104,30± 24,27	128,04± 15,69	30,78	34,74
3 a régime sec. . . . .	<i>M. spretus</i>	15	12,38± 1,30	69,87	2,00± 1,04	2,30± 0,84	71,77± 33,29	83,57± 26,13	23,12	26,59
	<i>M. m. domesticus</i>	10	14,91± 1,80	75,79	3,36± 0,42	3,99± 0,47	106,96± 19,44	116,82± 36,79	29,73	35,31
3 b eau ad libitum . . . . .	<i>M. spretus</i>	15	13,98± 1,97	74,46	3,46± 1,05	3,37± 1,21	112,54± 28,51	110,12± 36,28	33,91	32,37
	<i>M. m. domesticus</i>	9	11,01± 1,77	71,03	3,82± 0,90	4,35± 0,62	117,58± 28,83	133,59± 18,35	35,06	40,51

TABLEAU III

Paramètres du métabolisme hydrique chez deux populations de *Mus spretus* : Madrid = biotope sec et Valence = biotope humide (moyenne + écart-type).

*Parameters measuring the hydric metabolism in two populations of Mus spretus: Madrid = xeric environment, Valence = humid environment (mean + SE).*

Phase expérimentale	Population	N	Poids (g)	Teneur d'eau corporelle % poids du corps	Flux entrant (Fe) et Flux sortant (Fs)			
					ml.j <sup>-1</sup>		% du volume/j <sup>-1</sup>	
					Fe	Fs	Fe	Fs
1 eau ad libitum . . . . .	Madrid	11	14,58± 1,25	69,96	3,19± 0,94	3,22± 0,93	31,27	31,67
	Valence	11	13,78± 2,21	74,31	3,13± 0,93	3,36± 0,98	20,56	32,81
2 mise au régime sec . . . . .	Madrid	11	13,85± 1,06	69,96	2,28± 0,92	2,86± 0,91	23,43	29,41
	Valence	11	13,05± 1,92	73,10	2,81± 1,06	3,38± 1,07	29,45	35,43
3 a régime sec . . . . .	Madrid	5	12,70± 0,72	70,55	2,20± 1,07	2,22± 0,84	24,55	24,78
	Valence	6	12,42± 1,77	71,09	2,24± 1,17	2,46± 1,08	25,25	27,75
3 b eau ad libitum . . . . .	Madrid	5	13,95± 1,06	70,11	2,76± 0,85	2,16± 0,38	28,22	22,09
	Valence	5	12,42± 0,66	72,46	3,50± 0,36	3,74± 0,60	38,89	41,56



L'intensification du régime sec (phase 3 a), entraîne chez *M. spretus* une réduction du flux sortant (2,00 ml/j;  $t=3,20$ ,  $p<0,01$ ) qui est ramené à un niveau proche du flux entrant (2,30 ml/j). Ceci permet le rétablissement de l'équilibre hydrique, ce que n'arrive pas à réaliser *M. m. domesticus* (FE=3,36 ml/j < FS=3,99 ml/j;  $t=3,15$ ,  $p<0,01$ ), qui maintient un FS aussi élevé que lors de la phase précédente.

La remise en régime *ad libitum* (phase 3 b) entraîne chez les deux espèces un retour à l'équilibre hydrique et à un métabolisme similaire à celui de la première phase expérimentale. Cependant, au sein de l'espèce *M. spretus*, la population de Madrid se distingue de celle de Valence par un flux sortant significativement plus faible : FE (Madrid)=2,76 ml/j et FE (Valence)=3,50 ml/j;  $t=5,00$ ,  $p<0,01$  (tableau III). Bien que les deux populations retrouvent leur équilibre hydrique, celle de Madrid se caractérise par le maintien d'un métabolisme réduit, proche de celui de la phase 3 a.

DISCUSSION ET CONCLUSION. — Dans des conditions hydriques non restrictives, *M. spretus* présente un taux de renouvellement de l'eau plus faible que *M. m. domesticus*. Placées progressivement en régime sec sévère et après une période de déséquilibre hydrique assez net, ces deux espèces vont présenter deux types de comportement : *M. m. domesticus* maintient des FS élevés malgré la forte diminution de la ration hydrique et il est probable qu'une continuation d'un tel régime aurait conduit ces animaux à une mort rapide, vu l'impossibilité de retrouver une balance hydrique équilibrée. Au contraire, *M. spretus* arrive rapidement à réduire ses flux sortants ce qui lui permet de se contenter d'un flux entrant réduit pour équilibrer sa balance hydrique. Ceci pourrait indiquer chez cette espèce l'existence d'un mécanisme de régulation de flux induit par les conditions hydriques et qui entraîne une diminution du métabolisme dans des conditions défavorables et notamment une diminution du flux sortant. Lors du retour à des meilleures conditions, ces animaux retrouvent rapidement une balance hydrique équilibrée. Toutefois, même au sein de cette espèce, le retour à l'équilibre hydrique semble se réaliser de manière différente entre les populations et plus particulièrement selon le milieu de vie d'origine de chacune d'elle. Chez les animaux issus d'un milieu sec, le retour au métabolisme initial, dans des conditions hydriques meilleures, se fait progressivement, d'abord par une augmentation du flux entrant puis du flux sortant. Au contraire, pour la population de Valence, issue d'un milieu humide, s'il existe une aptitude potentielle à résister à un régime hydrique sévère, le retour au métabolisme initial se réalise dès l'arrivée de conditions hydriques satisfaisantes par une rapide augmentation du taux d'échange, comme chez *M. m. domesticus*.

En conclusion, nos résultats semblent confirmer l'hypothèse selon laquelle *M. spretus* résisterait mieux que *M. m. domesticus* à des conditions hydriques sévères. Sur les plans physiologiques, la question est alors de savoir quels sont les mécanismes physiologiques mis en jeu dans la réaction au manque d'eau. Des études histologiques ont montré chez certains Rongeurs l'existence d'une corrélation entre la capacité de concentration de l'urine et l'importance de la zone médullaire du rein, région qui comprend les anses de Henlé et qui est responsable dans une grande mesure, de la réabsorption d'eau de l'organisme ([6] à [9]). Nous avons entrepris une telle recherche chez la Souris. Elle pourrait donner des renseignements complémentaires sur les adaptations de *M. spretus* et de *M. m. domesticus* à la résistance au manque d'eau et par la suite des adaptations écologiques des deux espèces aux milieux plus ou moins xériques.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J. BRITTON, N. PASTEUR et L. THALER, *Comptes rendus*, 283, série D, 1976, p. 515-518.
- [2] Ph. ORSINI, J. CASSAING, J. M. DUPLANTIER et H. CROSET, *Rev. Ecol.*, 36, 1982, p. 321-335.
- [3] N. LIFSON et MCCLINTOCK, *J. Théoret. Biol.*, 12, 1966, p. 46-74.
- [4] K. A. NAGY et D. P. COSTA, *Am. J. Physiol.*, 238, 1980, p. 454-465.
- [5] Les comptages ont été réalisés dans le Laboratoire de Neuro-Endocrinologie, grâce à la compréhension du Professeur Assenmacher et de son équipe. Nous leur exprimons notre vive gratitude.
- [6] R. E. MACMILLAN et A. K. LEE, *Comp. Biochem. Physiol.*, 28, 1969, p. 493-514.
- [7] R. E. MACMILLAN, R. V. BAUDINETTE et A. K. LEE, *J. Mamm.*, 53, (3), 1972, p. 529-539.
- [8] L. ROUFFIGNAC, L. BANKIR et N. RIONEL, *Pflügers Arch.* 390, 1981, p. 138-144.
- [9] B. SCHMIDT-NIELSEN et R. O'DELL, *Amer. J. Physiol.*, 200, 1961, p. 1119-1124.

B. S. : O.R.S.T.O.M., Ouagadougou, République du Birkinia;  
M. N. N., T. J. et H. C. : Institut des Sciences de l'Évolution, L. A. 327,  
Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 34060 Montpellier;  
F. L. : Laboratoire d'Écophysiologie comparée des Vertébrés,  
E.P.H.E., Muséum national d'Histoire naturelle, 75000 Paris.