

Les modifications observées dans le laboratoire souterrain sont bien liées à une atténuation de l'irradiation naturelle. En effet, d'une part, toutes les conditions expérimentales en dehors de l'environnement immédiat sont identiques pour toutes les cultures ; d'autre part, l'étude comparée des réponses biologiques et des spectrographies montre que les retards de croissance ou les allongements du cycle sont d'autant plus importants que le niveau de l'irradiation au voisinage des cultures est plus faible. C'est ainsi que la diminution de vitesse de croissance est moins importante au point G2 qu'au point G1 ; or, au point G2, la protection vis-à-vis du rayonnement cosmique est en quelque sorte compensée par une radioactivité tellurique liée à la présence de radionucléides dans le sol argileux de cette galerie. Par ailleurs, l'emploi d'une protection supplémentaire au point G1 provoque bien une accentuation de l'allongement du cycle cellulaire déjà constatée en ce lieu.

En conclusion, le laboratoire souterrain se comporte comme un dispositif naturel de radioprotection. Les faits observés ici confirment l'action biologique de l'irradiation naturelle et permettent de soupçonner le rôle éventuel d'une diminution de cette irradiation dans la genèse de certains caractères de la faune cavernicole.

(Laboratoire de Biologie médicale, Faculté de Médecine, Laboratoire souterrain du C.N.R.S. de Moulis et Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements, Faculté des Sciences, Toulouse).

Physiologie.

Les états de sommeil chez le Cheval (*Equus caballus*).

par Y. RUCKEBUSCH, P. BARBEY et P. GUILLEMOT (*).

Chaque espèce animale semble présenter, au-delà de certains traits fondamentaux communs, une organisation du sommeil qui lui est propre. Sur la base de données comportementales, le Cheval est réputé dormir debout en conservant ainsi un certain tonus postural. Le plus souvent toutefois la posture adoptée pour le sommeil est le décubitus sterno-abdominal avec ou sans appui de la tête. Le décubitus latéral complet n'a été observé qu'occasionnellement par Steinhart en 1937 (1*). Il survient pourtant de façon régulière durant 4 à 5 mn à 5 ou 6 reprises chaque nuit chez l'Ane (2*).

(*) Avec la collaboration technique de J.-P. Serthelon.

(1*) P. Steinhart, *Z. Veterinärk.*, 1937, t. 49, pp. 145 et 193.

(2*) Y. Ruckebusch, *C. R. Soc. Biol.*, 1963, t. 157, p. 840.

Sur la base d'une étude EEG, il n'avait pas été possible, à l'époque, d'assimiler ces périodes de décubitus latéral complet à des états de sommeil paradoxal en raison de la difficulté d'enregistrement des mouvements oculaires et de l'absence de manifestations somato-végétatives spectaculaires au cours de cette posture particulière.

La présente étude est relative à une approche plus physiologique du sommeil nocturne chez un cheval entier de 2 ans et un poney mâle de 3 ans, installés depuis 5 mois dans les conditions de l'expérimentation. Elle envisage, outre les données EEG, les principales manifestations somato-végétatives survenues au cours de quinze nuits d'enregistrement, dont trois par télémetrie.

Méthodologie. — Le comportement, l'activité électrique du cortex cérébral, les fréquences cardiaque et respiratoire et les mouvements

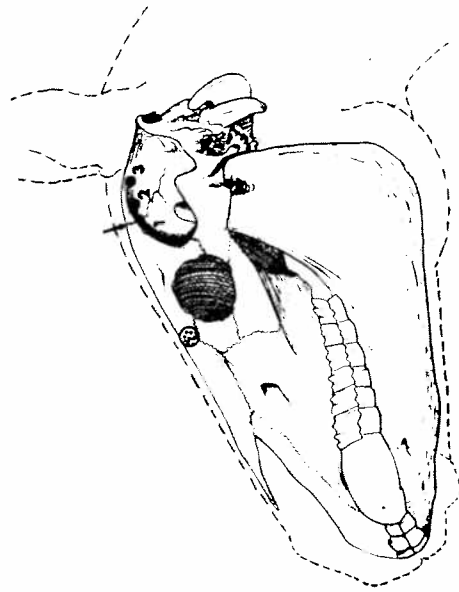


Fig. 1. — Tête osseuse et position des électrodes.

Les points 1, 2, 3 indiquent l'emplacement des électrodes le long de la crête sagittale de la ligne temporale. La flèche correspond à la suture fronto-pariétale.

L'insertion du muscle releveur naso-labial est représentée par un cercle pointillé, situé au niveau de la suture naso-frontale.

Oculaires et nasolabiaux ont été examinés chez un cheval et un poney habitués à un éclairage continu de leurs stalles, à une température de $18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, à la présence d'une caméra de télévision et au port, sur le garrot, d'un panneau d'entrée. Les sujets reçoivent avoine et foin de graminées *ad libitum* et sont soumis à deux heures d'exercice par jour.

Deux rangées de 3 vis argentées munies de fils de connexion sont placées au contact de la dure-mère en zone frontale et pariétale de part et d'autre de la crête sagittale de la ligne temporale, un mois avant les essais. La paroi crânienne est traversée à l'aide d'une fraise après décollement du m. temporal à ce niveau. Les vis sont isolées à l'aide d'une résine autopolymérisable.

Les enregistrements sont effectués par série de 3 nuits consécutives de 20 h à 8 h sur un électro-encéphalographe à 8 pistes (REEGA VIII - PH-ALVAR) en dérivation bipolaire avec montage transverse (frontal ou pariétal) ou longitudinal (fronto-pariétal et pariéto-temporal droit ou gauche). Les constantes utilisées sont de 0,3 s pour l'E Co G et 0,01 s

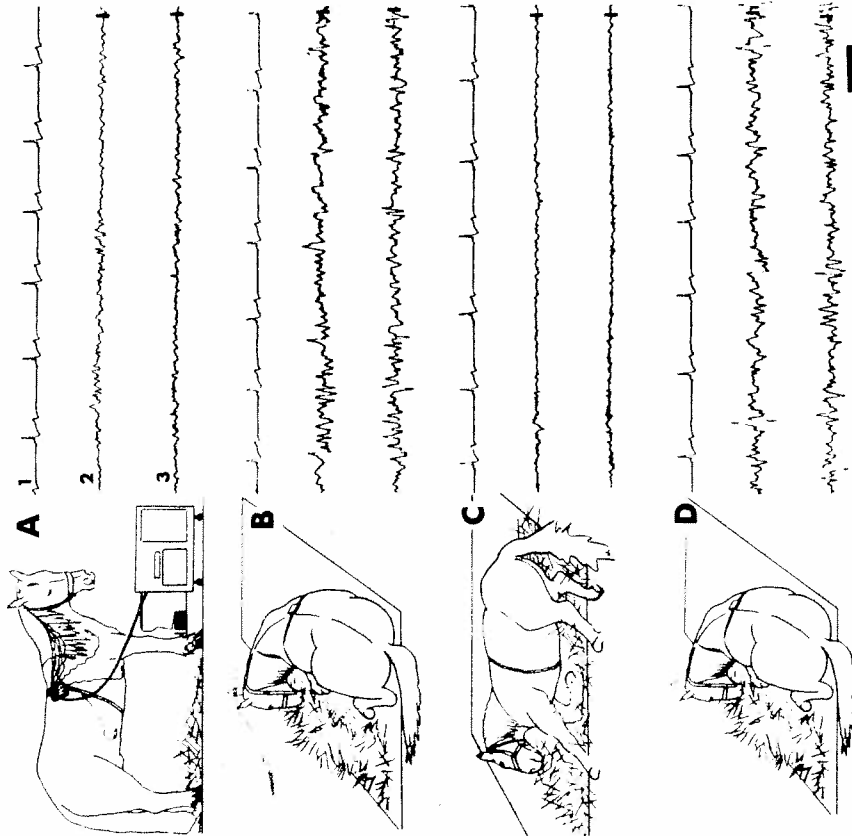


Fig. 2. — Aspects EEG et comportementaux du sommeil à ondes lentes et du sommeil paradoxal.

Les enregistrements A, B, C et D correspondent à une vitesse de déroulement du papier de 15 mm/s. Pour chaque tracé, 1 = fréquence cardiaque, 2 et 3 = EEG frontal et pariétal en montage transverse.

En A, état de somnolence : EKG = 40 par mn ; EEG : ondes à 4 c/s, 50 μ V, sur un rythme de 8-12 c/s, 50 μ V.

En B et D, sommeil lent : EKG = 38 à 40 par mn ; EEG : ondes à 7-8 c/s, 100 μ V, et à 12 c/s à 50 μ V sur un rythme de 2-4 c/s à 200 μ V.

En C, sommeil paradoxal : EKG = 39 par mn ; EEG : ondes à 17-22 c/s, 20 μ V.

Étalonnage : 100 μ V et 6 s.

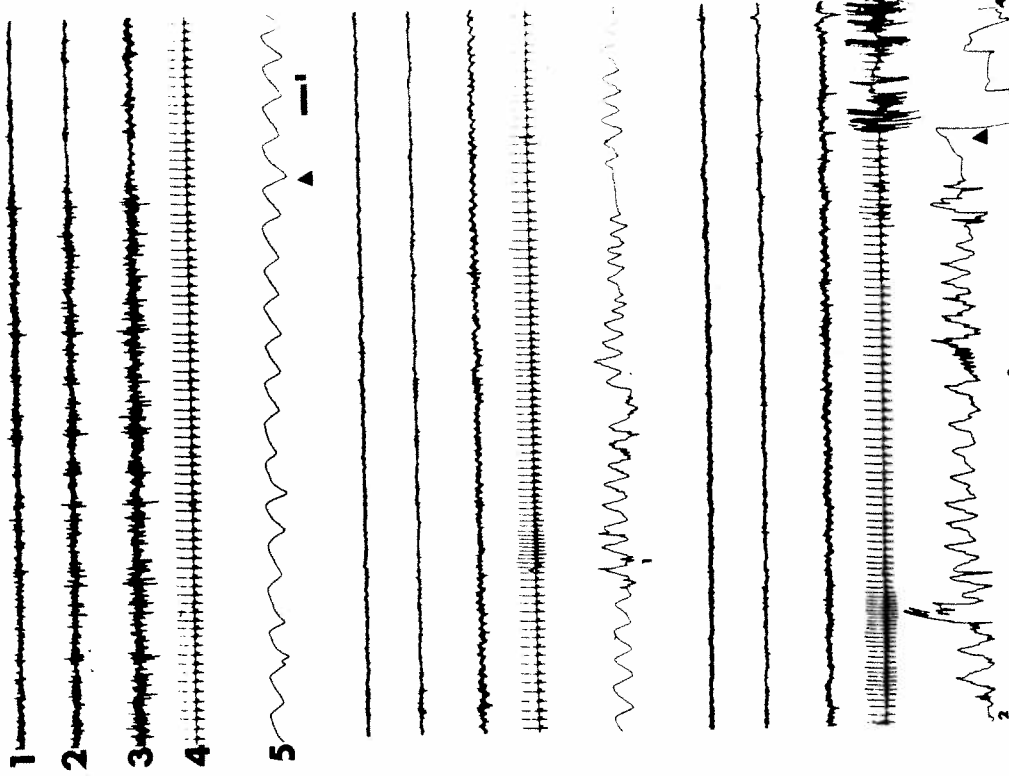


Fig. 3. — Sommeil paradoxal chez le Cheval.

Les triangles indiquent le début et la fin d'une période de sommeil paradoxal. En 1, 2, 3 : EEG frontal, fronto-pariétal et pariéto-temporal ; en 4, EKG ; en 5, pneumogramme. Les chiffres 1, 2 et 3 correspondent à d'importantes manifestations comportementales.

1. Augmentation de la fréquence cardiaque (125 %) et respiratoire (25 %) au cours de mouvements des globes oculaires ;

2. Tachycardie prolongée (100 %) et irrégularité respiratoire au cours de ruades et du hennissement ;

3. Mouvements d'extension et de flexion du membre postérieur entraînant des artefacts du pneumogramme.

Dès la fin de la phase de sommeil paradoxal, l'éveil du sujet (triangle) et le relever, ne modifient pas l'aspect de l'EEG.

Étalonnage : 50 μ V et 6 s.

pour l'EMG. Aucun filtre n'a été adjoint. Une électrode sous-cutanée en région xyphoïdienne fournit l'enregistrement électrocardiographique. La constante 0,7 permet de dériver simultanément, par variation d'impédance, la fréquence respiratoire. Le dispositif de télémétrie (Beckman) comprend quatre canaux émettant une gamme de fréquence comprise entre 90 et 104 M Hz.

Résultats. — 1. DONNÉES ELECTROCARDIOGRAPHIQUES DE L'ALTERNANCE VEILLE-SOMMEIL. — L'état de veille se caractérise par des ondes à 20-30 c/s, de faible amplitude (50 μ V). Un tracé relativement plat

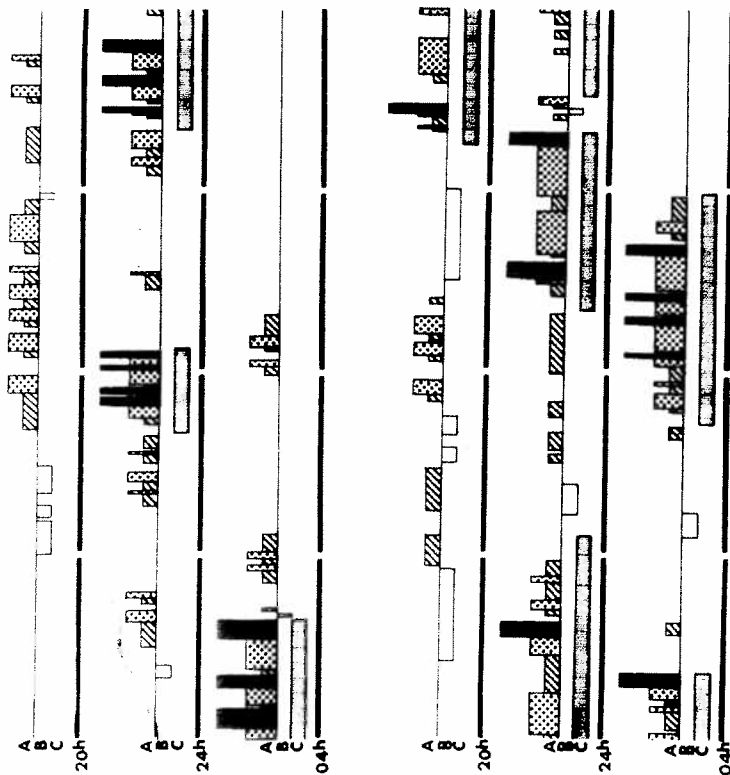


Fig. 4. — Organisation des cycles de sommeil.

Le diagramme correspond au comportement durant deux périodes nocturnes à 15 jours d'intervalle (22/23 déc. 68 et 7/8 jan. 69) de 12 heures (20 h à 8 h).

A. Somnolence (hâché), sommeil à ondes lentes (pointillé) et sommeil paradoxal (col. noire).

B. Prise de nourriture (rectangle blanc).

C. Phase de décubitus (pointillé).

Répartition des 30 à 33 mn de sommeil paradoxal (4,1 à 5,5 %) en 10 phases et des 4 h à 4 h 10 de somnolence et de sommeil à ondes lentes (28 à 30 %) en 3 à 4 cycles de sommeil.

indique le repos psychosensoriel. L'organisation de ce rythme en fuseaux de 10 à 12 c/s (50 à 100 μ V) et l'apparition d'ondes à 4 c/s traduisent l'état de somnolence : un seul des membres postérieurs est alors à l'appui ; il soutient le corps de façon passive par blocage de l'articulation du grasset. Un mélange d'ondes lentes à 2-4 c/s de grande amplitude (100 μ V) et d'éléments transitoires à 7-8 c/s (100 μ V) et à 10-12 c/s (50 μ V) caractérise l'état de sommeil classique à ondes lentes ; le sujet est alors soit debout, soit en décubitus sterno-abdominal, l'extrémité de la tête reposant sur le bord de la mangeoire ou sur le sol (fig. 2, A et B).

Une désynchronisation totale du tracé chez le sujet en décubitus latéral complet correspond à l'état de sommeil paradoxal. Les ondes rapides avec quelques bouffées à 10-12 c/s présentent une étroite ressemblance avec l'EEG de veille. L'apparition concomitante de mouvements oculogyrés, de clonies faciales et parfois du hennissement, permet l'individualisation précise de cette phase. La fin de cet état de sommeil est signalée par le retour au décubitus sterno-abdominal de l'animal, puis une activité rythmique en fuseaux.

2. MANIFESTATIONS SOMATO-VÉGÉTATIVES DES ÉTATS DE SOMMEIL.

Au cours du sommeil à ondes lentes, la respiration, ample et régulière, est souvent bruyante avec des pauses inspiratoires de 10 à 12 s. La fréquence cardiaque est à peine ralentie (5 à 6 %) ; elle ne laisse apparaître aucune irrégularité. L'érection de la verge et des mâchonnements ont été observés pendant les phases de somnolence succédant à un état de sommeil paradoxal. Par contre, ce sont les modifications de la respiration, qui devient superficielle et rapide et celles du rythme cardiaque, tantôt accru (25 %), tantôt réduit (20 %), qui caractérisent l'état de sommeil paradoxal (voir tableau I).

Comportement	Veille		Sommeil	
	Hyper-vigilance	Repos psychosensoriel et somnolence	Ondes lentes	Paradoxal
Aspects EEG				
Fréquence cardiaque	43,5 ± 5,1 (*)	41,7 ± 2,9	39,0 ± 2,9 (*)	41,8 ± 1,7
Fréquence respiratoire	19,6 ± 4,8 (*)	12,5 ± 2,8 (*)	9,8 ± 1,7 (*)	10,0 ± 2,6

(*) L'astérisque indique des valeurs significativement différentes entre elles pour $P \leq 0,05$.

Tableau I. — Fréquences cardiaque et respiratoire au cours des états de sommeil chez le Cheval.

Les manifestations motrices sont très spectaculaires. Elles concernent : a) les globes oculaires, dont les mouvements de rotation rapides laissent apercevoir la sclérotique, dans l'intervalle des occlusions palpébrales spastiques qui surviennent par salves ; b) les oreilles, qui,

tendues et attentives, s'orientent dans tous les sens selon une chronologie très variable ; c) la houppe mentonnière, agitée spasmodiquement, et la lèvre supérieure parfois retroussée, d) le corps, les membres et l'encolure avec, en particulier, fasciculations musculo-cutanées, tête encapuchonnée, flexion ou extension des pattes, mouvements de pédalage, etc...

3. ORGANISATION DES CYCLES DE SOMMEIL. — La durée de sommeil nocturne représente 32,1 à 40,7 % de l'enregistrement, dont 4,1 à 9,7 % pour le sommeil paradoxal. Trois ou quatre cycles de sommeil, comprenant somnolence, sommeil à ondes lentes et sommeil paradoxal, se succèdent généralement à 3 ou 4 reprises durant la nuit, pratiquement durant chaque période de décubitus pour les 15 nuits d'enregistrement.

Une extrême variabilité de la durée individuelle des phases de sommeil paradoxal (2 à 13 mn) et le pourcentage relativement élevé de leur durée globale (6,0 à 10,7 %) ont été confirmés au cours de 3 nuits d'enregistrement par télémétrie (voir tableau II).

Ordre d'enregistrement	Durée individuelle (en mn)												Nombre	Durée en % sur 12h
	1	3,0	3,3	6,3	4,0	6,0	3,0	4,7	5,1	3,5	4,5	10		
2	2,1	5,6	4,5	5,5	8,0	3,1	4,1	4,5	2,1	4,3	4,7	4,0	12	7,2
3	4,0	3,0	4,5	5,0	13,4	11,4	2,1	5,6	12,0	3,5	8,4	4,1	12	10,7

Tableau II. — Caractéristiques des états de sommeil paradoxal au cours de trois nuits consécutives (télémétrie).

Dans le cas d'un observateur inhabituel, de bruits insolites fréquents ou d'une gêne liée au port du panneau d'entrée de l'électroencephalogramme, le premier cycle de sommeil n'apparaît qu'au-delà de minuit et l'intervalle séparant deux phases de sommeil paradoxal est allongé.

En outre, des réveils de courte durée (30 à 50 s), sans expression comportementale, entrecoupent la plupart des phases de sommeil à ondes lentes.

Discussion. — Les données qui précèdent démontrent sans ambiguïté l'existence, chez le Cheval, de l'état de sommeil paradoxal avec une extrême richesse symptomatologique. Celle-ci se traduit, en effet, par comparaison avec les ovins ou bovins, par des clones de la plupart des muscles de la face, des mouvements très élaborés de pédalage, de ruades, d'encapuchonnement, ainsi que des phénomènes de vocalisation (hennissements de durée variable).

Les concomitants végétatifs sont également accusés et ne relèvent pas obligatoirement d'efforts physiques : les tachycardies et les polyphases coexistent souvent avec seulement des clones faciales, sans aucun mouvement du corps.

Les précautions exigées pour une correcte appréciation des états de sommeil, en particulier une habitude de plusieurs mois, sont confirmées par les perturbations qu'apportent la seule présence du matériel

d'enregistrement ou celle d'un observateur avec lequel l'animal est moins familier. La réputation de dormir debout semble également liée à l'interférence insoupçonnée des moyens utilisés pour le contrôle : le sommeil à ondes lentes chez le sujet debout a été rare dans nos conditions expérimentales. Il semble devoir être fréquent chez le sujet non habitué au milieu et soumis à des impératifs de sécurité.

En résumé, l'état de sommeil paradoxal se manifeste chez le Cheval durant 10 à 12 périodes représentant 4 à 10 % de l'enregistrement nocturne. La désynchronisation corticale et d'importantes manifestations somato-végétatives individualisent très nettement le sommeil paradoxal qui survient régulièrement à la suite du sommeil à ondes lentes (30 à 40 %).

(Laboratoire de Physiologie et de Pharmacodynamie,
Ecole Nationale Vétérinaire, 31 - Toulouse).

Physiologie.

Effet de la pancréatectomie sur la polyuro-polydipsie du chien en diabète insipide.

par A. BAÏSSET, M. GARRIGUES et P. MONTASTRUC.

Au début de nos recherches sur la régulation endocrinienne des mouvements de l'eau et des sels, nous avons constaté que la surrenalectomie totale améliore le diabète insipide expérimental du Chien (1, 2, 3). Il a été également démontré dans cette même espèce que la thyroïdectomie corrige le syndrome polyuro-polydipsique insipide (4). Ces résultats peuvent se comprendre par l'antagonisme qui oppose les hormones diurétiques du cortex surrénal et de la thyroïde d'une part et le principe oligurique de la neurohypophyse d'autre part.

Etudiant les actions métaboliques des peptides neurohypophysaires, nous avons abouti, avec d'autres auteurs, à la notion d'effets insulino-mimétiques de la vasopressine (5). Dans ce domaine des interrelations entre le pancréas insulaire et la neurohypophyse, nous avons recherché si un trouble de la sécrétion antidiurétique prenait part au développement de la polyurie et de la polydipsie du diabète sucré. Nous

(1) A. Baïssset, L. Douste-Blazy, H. Planel et P. Montastruc, *C. R. Soc. Biol.*, 1954, t. 148, p. 1867.

(2) A. Baïssset, L. Douste-Blazy et P. Montastruc, *C. R. Soc. Biol.*, 1955, t. 149, p. 193.

(3) A. Baïssset et P. Montastruc, *C. R. Acad. Sc.*, 1956, t. 243, p. 413.

(4) A. Baïssset et P. Montastruc, *Actual. Pharmacol.*, Masson et Cie éd., Paris, 1969, p. 141-167.

(5) W. Mahoney et D. Sheehan, *Amer. J. Physiol.*, 1935, t. 112, p. 25.