

CARACTERISTIQUES DU SYSTEME ENDOGENE RESPONSABLE DES
RYTHMES CIRCADIENS DE LA PRISE DE NOURRITURE ET
D'EAU DE BOISSON CHEZ LE LAPIN DE GARENNE :
ETUDE EN LUMIERE PERMANENTE ET EN OBSCURITE PERMANENTE

Y. REYNE., J. GOUSSOPOULOS

Avec la collaboration technique de Josette SORIANO

Station de Physiologie animale,
Chaire de Zootechnie
INRA-ENSA, Montpellier, France

INTRODUCTION.

La caractéristique la plus évidente du comportement alimentaire chez le Lapin de garenne est la présence d'un rythme d'ingestion sur la période de 24 heures. (MYKYTOWYCZ et ROWLEY, 1958., PRUD'HON et GOUSSOPOULOS, 1976., VON KRAFT, 1978). Ce rythme de la prise de nourriture est étroitement lié à l'alternance des périodes de lumière et d'obscurité. La consommation des lapins de garenne durant la phase obscure dépasse 80% de la consommation journalière. En environnement non fluctuant (lumière permanente) les lapins montrent un rythme " en libre cours". La période de ce rythme diffère significativement de 24 heures et est en moyenne de $25,3 \pm 0,4$ heures. (REYNE, GOUSSOPOULOS et PRUD'HON, 1979). L'existence d'un rythme endogène circadien de la prise de nourriture et d'eau de boisson a également été démontrée pour d'autres espèces (SULZMAN, FULLER et MOORE-EDE, 1977., BOULOS et TERMAN, 1979., POSSIDENTE et BIRNBAUM, 1979). Une inversion des périodes de lumière et d'obscurité entraîne une désynchronisation des rythmes d'ingestion d'aliment ou d'eau de boisson par rapport au rythme externe de lumière (synchroniseur). Chez le lapin de garenne la resynchronisation se fait en 4 semaines (PRUD'HON, GOUSSOPOULOS et REYNE, 1978). Nous présentons ici les caractéristiques de (des) l'horloge(s) circadienne(s) responsable(s) des rythmes d'ingestion d'aliment ou d'eau de boisson mesurées en environnement non fluctuant : lumière permanente ou obscurité permanente.

MATERIEL ET METHODES.

Quinze lapins de garenne adultes pesant en moyenne $1294 \pm 127g$ ont été placés dans des cages individuelles équipées d'un dispositif d'enregistrement automatique des consommations, système décrit précédemment par PRUD'HON et al (1975) et par CARLES et al (1981). Les cages sont situées dans des pièces parfaitement isolées de la lumière extérieure et climatisées, la température étant maintenue constante à $20 \pm 1^{\circ}C$. Les lapins ont la possibilité de s'abriter dans une boîte qui leur sert de refuge.

Dans un premier temps les animaux ont été éclairés pendant 15 jours selon une photopériode de 12L-12D puis ils ont été placés en lumière permanente (LL) pendant environ 3 mois. L'éclairage était d'une intensité de 1000 lux au niveau des cages et assuré par des tubes fluorescents de type lumière du jour. Cinq des 15 animaux précédents ont ensuite été éclairés à nouveau pendant un mois selon la photopériode de 12L-12D puis ont été placés en obscurité permanente pendant 3 mois.

RESULTATS.

Quand le rythme externe de lumière (LD) est remplacé par la lumière permanente (LL), on observe une persistance très nette de la rythmicité (fig. 1 et 2). L'ingestion d'aliment ou d'eau suit un rythme en "libre cours" dont la période, après une phase d'ajustement chez certains individus, est très stable pour un animal donné. Sur les 15 animaux étudiés, 11 présentent une période stable pratiquement dès le début de l'éclairage permanent alors que pour les 4 autres animaux, la période peut mettre jusqu'à 60 jours pour se stabiliser. La valeur moyenne de la période lorsque celle-ci est stabilisée est de $24,9 \pm 0,6$ heures.

Pour les 5 animaux placés en 12L-12D au bout de 3 mois de lumière permanente, la resynchronisation par rapport au rythme externe de lumière est pratiquement immédiate.

En obscurité permanente (DD) il y a également une persistance très nette de la rythmicité (fig. 1 et 2). Comme on le constate souvent, le rythme est d'ailleurs plus marqué en obscurité permanente qu'en lumière permanente. Sur les 5 animaux étudiés, 2 présentent une période stabilisée dès le début de l'obscurité permanente alors que les 3 autres mettent jusqu'à 35 jours pour se stabiliser. La proportion d'animaux ayant une période stable dès le début de l'obscurité permanente semble

donc plus faible que dans le cas précédent. La valeur moyenne de la période en obscurité permanente est de $23,7 \pm 0,3$ heures.

DISCUSSION.

Les caractéristiques générales des rythmes circadiens de la prise de nourriture et d'eau de boisson chez le lapin de garenne correspondent bien à celles observées pour ces mêmes rythmes chez d'autres espèces de rongeurs nocturnes (WIEPKEMA, de RUITER, REDDINGIUS, 1966., BOULOS et TERMAN, 1979., POSSIDENTE et BIRNBAUM, 1979). La valeur de la période du rythme en libre cours (LL : 1000 lux) est très proche de celle obtenue dans des conditions analogues pour le rythme de coecotrophie du lapin par HORNICKE et BATSCH (1976) et par JILGE (1976, 1980, 1982). Elle est toutefois un peu plus faible que celle que nous avons mesurée précédemment, mais sur un nombre réduit d'animaux (REYNE, GOUSSOPOULOS et PRUD'HON, 1979). La période du rythme en libre cours est affectée de manière évidente chez certains animaux par le rythme externe de lumière/obscurité antérieur à la mise en lumière permanente ou en obscurité permanente. Ce résultat est conforme aux résultats de PITTENDRIGH et DAAN (1976) qui ont montré chez différentes espèces de rongeurs que la valeur de la période mesurée en libre cours dépend fortement du passé photopériodique des animaux, cet effet étant surtout marqué au début du libre cours et s'effaçant ensuite progressivement. Ce phénomène a également été observé pour le rythme de coecotrophie du lapin par JILGE (1980-1982) qui note qu'en lumière permanente il faut jusqu'à 75 jours pour que la période se stabilise.

Nos résultats montrant une valeur moyenne de la période égale à 23,7 heures en obscurité permanente et à 24,9 heures en lumière permanente sont en accord avec la règle énoncée par ASCHOFF selon laquelle la période d'un rythme circadien diminue avec l'intensité lumineuse chez les animaux à activité diurne prédominante alors qu'elle augmente avec l'intensité d'éclairement chez les animaux à activité nocturne (ASCHOFF, 1960-1964). La valeur de la période mesurée en obscurité permanente est très proche de celle qu'on peut prédire à partir des valeurs obtenues par JILGE (1979 et 1980) pour le rythme de coecotrophie avec différents niveaux d'éclairement (10, 300 et 1200 lux), la période endogène variant linéairement avec le logarithme de l'éclairement. Dans notre cas, les faibles valeurs de la période obtenues en obscurité permanente pour certains individus pourraient

s'expliquer également par le vieillissement des lapins. PITTENDRIGH et DAAN (1974) ont en effet montré pour différentes espèces de rongeurs que la valeur de la période du rythme endogène diminue avec l'âge des animaux.

Signalons enfin l'étroit couplage de phase existant entre le rythme de la prise de nourriture et celui de la prise d'eau de boisson dans notre étude. Les résultats de POSSIDENTE et al (1980) chez la souris permettent cependant d'émettre l'hypothèse selon laquelle ces deux rythmes sont générés par des horloges différentes habituellement couplées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ASCHOFF J. 1960. Exogenous and Endogenous components in circadian rhythms. Cold Spring Harbor. Symp. quant. Biol. 25:11-28.
- ASCHOFF J. 1964. Die Tagesperiodik licht und dunkelaktiver Tiere. Rev. Suisse de Zool. 7:528-558.
- BOULOS Z., TERMAN M. 1979. Splitting of circadian rhythms in the rat. J. Comp. Physiol. 134:75-83.
- CARLES Y., REYNE Y., COMBETTES J.M., GOUSSOPOULOS J. 1981. Description d'un appareil d'enregistrement automatique des rythmes d'ingestion d'aliment et d'eau de boisson chez le lapin. Sci. tech. Anim. lab. 6:29-32.
- HORNICKE H., BATSCH F. 1977. Coecotrophy in rabbits. A circadian function. J. Mammalogy. 58:240-242.
- JILGE B. 1976. The entrainment of circadian soft faeces excretion in the rabbit. J. interdiscipl. cycle. Res. 7, 229-235.
- JILGE B. 1979. Zur circadianen caecotrophie des Kaninchens. Z. Versuchstierk. 21:302-312.
- JILGE B. 1980. The effect of two different light intensities on spontaneous period and phase Angle difference of caecotrophy rhythms in the rabbit. J. interdiscipl. Cycle. Res. 11:41-54
- JILGE B. 1982. Monophasic and diphasic patterns of the circadian coecotrophy rhythm of rabbits. Laboratory Animals. 16:1-6.
- KRAFT (Von R.). 1978. Beobachtungen zur Tagesperiodik von wild und Hauskaninchen. Z. Säugetierk. 43:155-166.
- MYKYTOWYCS R., ROWLEY I. 1958. Continous observations of the activity of the wild rabbit oryctolagus cuniculus during 24 hours periods. C.S.I.R.O. Wild. Res. 3:26-31.

- PITTENDRIGH C.S., DAAN S. 1974. Circadian oscillations in rodents : A systematic increase of their frequency with age. *Science*. 186:548-550.
- PITTENDRIGH C.S., DAAN S. 1976. A functional analysis of circadian pacemakers in nocturnal rodents. I. the stability and lability of spontaneous frequency. *J. Comp. physiol.* 106:223-252.
- POSSIDENTE B., BIRNBAUM S. 1979. Circadian rhythms for food and water consumption in the mouse, *mus musculus*. *Physiol. Behav.* 22:657-660.
- POSSIDENTE B., HEGMANN J.P., ELDER B., CARLSON L. 1980. Dissociation of circadian rhythms for food and water consumption in mice. *Physiol. Behav.* 25:279-281.
- PRUD'HON M., CHERUBIN M., GOUSSOPOULOS J. CARLES Y. 1975. Evolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliments solide et liquide du lapin domestique nourri ad libitum. *Ann. Zootech.* 24:289-298
- PRUD'HON M., GOUSSOPOULOS J. 1976. Comportement alimentaire du lapin de garenne en captivité. *Ann. Zootech.* 25:407-410.
- PRUD'HON M., GOUSSOPOULOS J., REYNE Y. 1978. Comportement alimentaire du lapin de garenne élevé en captivité. II. Modifications induites par un décalage des périodes d'éclairement. *Ann. Zootech.* 27:101-106.
- REYNE Y., GOUSSOPOULOS J., PRUD'HON M. 1979. Comportement alimentaire du lapin de garenne élevé en captivité. III. Etude des rythmes d'ingestion d'aliment et d'eau en lumière permanente. *Ann. Zootech.* 28:159-164.
- SULZMAN F.M., FULLER C.A., MOORE-EDE M.C. 1977. Environmental synchronizers of squirrel monkey circadian rhythms. *J. Appl. physiology.* 43:795-800.
- WIEPKEMA P.R., de RUITER L., REDDINGIUS J. 1966. Circadian rhythms in the feeding behaviour of CBA mice. *Nature*. 209:935-936.

RESUME

Les rythmes circadiens de la prise de nourriture et d'eau de boisson chez le lapin de garenne sont étroitement liés au rythme externe de lumière /obscurité, la consommation ayant lieu essentiellement au cours de la période nocturne. En lumière permanente ou en obscurité permanente, il y a une persistance très nette de la rythmicité. La valeur moyenne de la période endogène est de $24,9 \pm 0,6$ heure en lumière permanente (LL, 1000 lux) et de $23,7 \pm 0,3$ h en obscurité permanente (DD). La période du rythme en libre cours est affectée de manière

évidente chez certains animaux par le rythme externe de lumière antérieur à la mise en lumière permanente ou en obscurité permanente. La période peut mettre jusqu'à 60 jours pour se stabiliser en lumière permanente et jusqu'à 35 jours en obscurité permanente.

SUMMARY

Circadian rhythms for food and water consumption in the wild rabbit : spontaneous period in continuous light and in continuous darkness.

The feeding and drinking rhythms in the wild rabbit were synchronized with the light -dark cycle. Feeding and drinking activity occurred essentially during the dark period. During continuous light (LL, 1000 lux) or continuous darkness (DD) the circadian rhythms ran free. The average period length amounted to 24.9 ± 0.6 hours during LL and to 23.7 ± 0.3 hours during DD. The length of the free-running period was evidently affected in some animals by the preceding light-dark schedule for up to 60 days in LL and 35 days in DD.

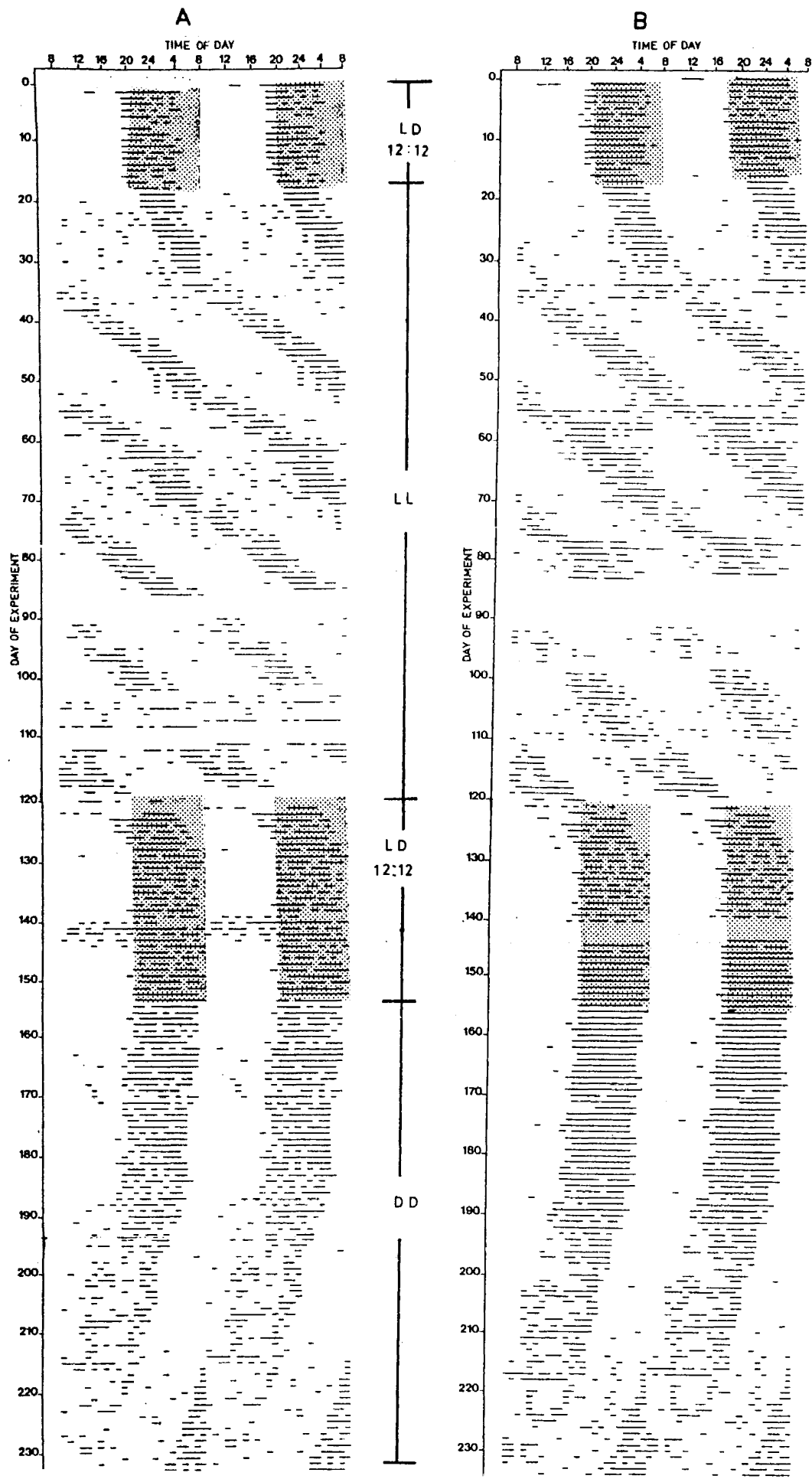


Fig. 1. Rythmes circadiens d'ingestion de l'aliment (A) et de l'eau de boisson (B). Exemple d'un animal

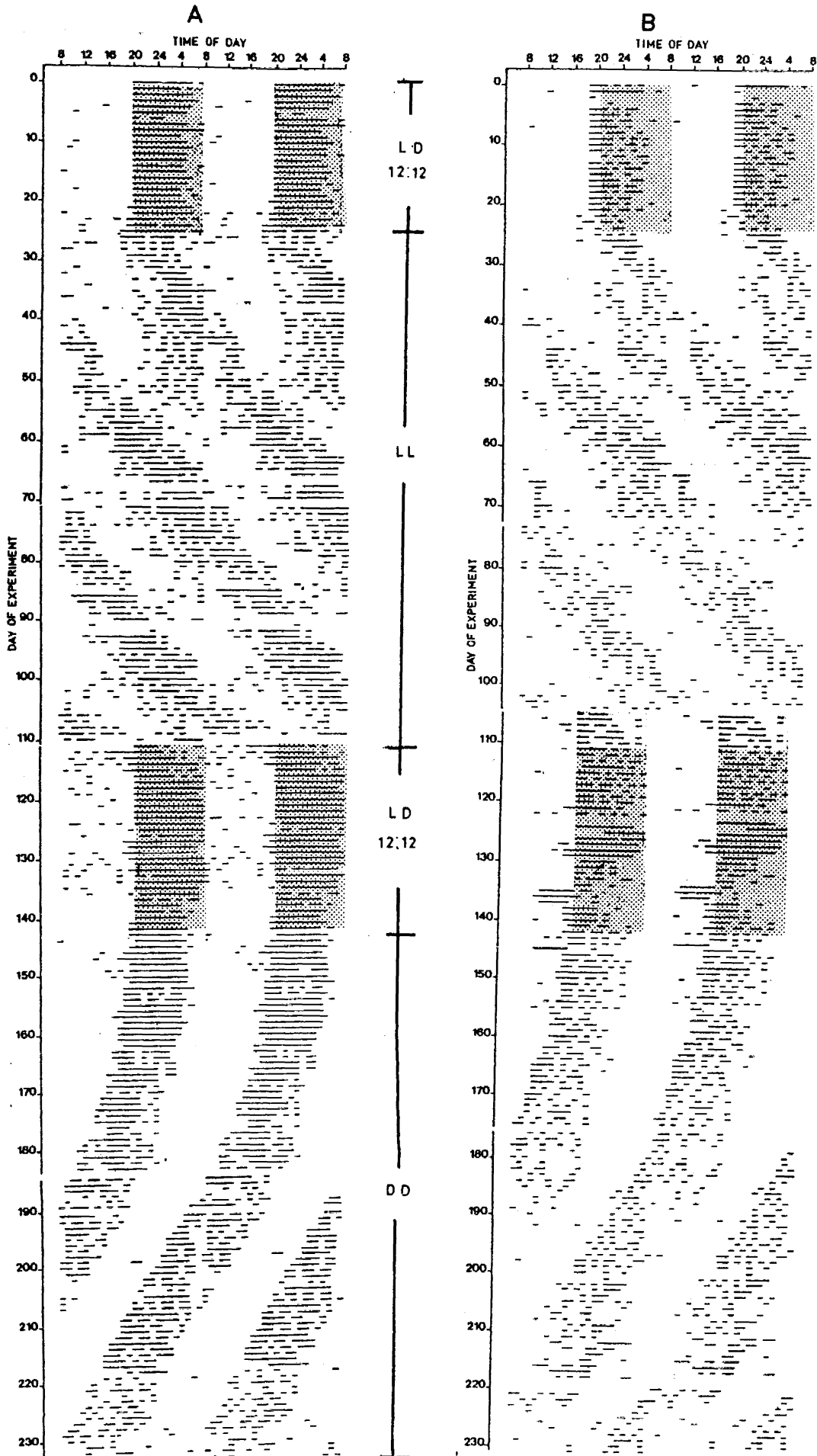


Fig. 2. Rythmes circadiens d'ingestion de l'aliment (A) et de l'eau de boisson (B). Exemple d'un animal