

ÉCOPHYSIOLOGIE. — *Mise en évidence d'une séquence circadienne de photogonadosensibilité chez le Furet (Mustela furo L.).* Note (*) de **Line Boissin-Agasse** et **Robert Ortavant**, transmise par M. Ivan Assenmacher.

L'existence d'une phase photo-inductible de la gonadostimulation a été mise en évidence chez le Furet en mesurant la sécrétion de testostérone chez des animaux soumis à des « jours courts », comportant une photofraction primaire de 3 h 30 mn et une photofraction secondaire de 30 mn située à différents intervalles du début de la « nuit ». Cette phase de photoréactivité privilégiée se situe environ 12 h après le début de la photofraction primaire, puisque la localisation de la photofraction secondaire 8 h après le début de la « nuit » entraîne en 15 jours une sécrétion maximale de testostérone.

Using "skeleton" photoperiods with a primary photofraction of 3 hrs. 30 min. and secondary photofraction of 30 min. located at various intervals after the onset of darkness, the occurrence of a photo-inducible phase in the androgenic function has been evidenced in the Ferret. This photo-inducible phase seems to be located around 12 hrs. after the onset of the primary photofraction, since the ferrets who received the 30 min. photofraction 8 hrs. after the onset of darkness responded with a maximal increase in plasma testosterone.

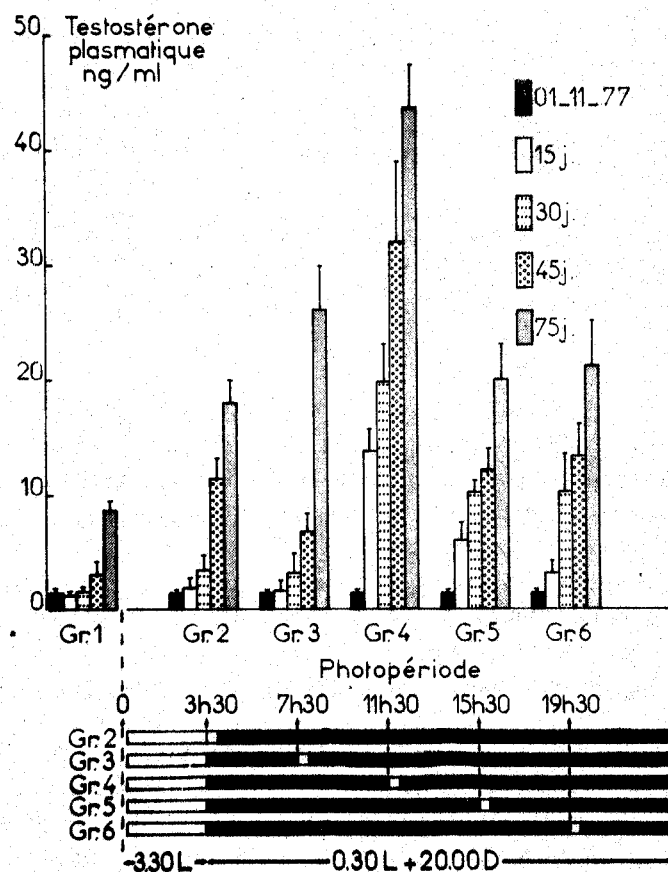
Dans les régions tempérées du globe, les variations de la durée quotidienne de l'éclairement naturel constituent l'un des principaux facteurs responsables de la stimulation du système neuroendocrinien, qui entraîne la reprise de la fonction sexuelle chez les animaux dont l'activité génitale est saisonnière. Le mécanisme grâce auquel l'organisme peut suivre l'évolution annuelle progressive puis régressive, de ce facteur physique de l'environnement est encore inconnu. Diverses hypothèses ont cependant été émises. Bünning (1) suggérait dès 1936 que les êtres vivants sont capables de mesurer la durée de l'éclairement environnant grâce à l'existence d'un rythme endogène de la photosensibilité. Ce rythme circadien se décomposerait en deux héli-périodes, l'une requérant de la lumière (phase photophile), l'autre au cours de laquelle l'effet stimulant de la lumière ne peut se manifester (phase scotophile). D'après cette hypothèse, la stimulation biologique provoquée par l'allongement saisonnier de la durée des jours se produirait dès lors que la phase claire du nyctémère recouvrirait la phase photophile. Pittendrigh [(2), (3)] préfère à la notion de photosensibilité, le concept de « phase photo-inductible », au cours de laquelle le phénomène biologique photosensible serait activé.

La première démonstration de l'existence d'un rythme circadien de la photogonadostimulation a été réalisée par Hamner (4) chez le Pinson. Plusieurs auteurs, ont obtenu ensuite des résultats similaires avec d'autres modèles aviaires [(5), (6), (7)] ou mammaliens [(8), (9)]. Plus récemment, Ravault et Ortavant (10) ont montré, chez le Bélier, qu'il existait au cours du rythme nyctéméral une phase photosensible privilégiée pour la sécrétion de la prolactine hypophysaire.

Il nous a paru intéressant de rechercher chez le Furet, petit Mammifère dont la fonction testiculaire présente un cycle annuel accusé, l'existence éventuelle d'une phase photosensible au cours du nyctémère, afin d'apprécier la causalité des relations de phase entre l'évolution progressive naturelle de la durée du jour et la reprise de l'activité génitale après le solstice d'hiver (11).

MATÉRIEL ET MÉTHODES. — L'expérience a débuté à la fin octobre 1977, alors que les animaux sont au repos sexuel. Six lots de 6 furets mâles, nés au printemps de la même année ont été constitués. Les animaux du groupe I servent de témoins et sont soumis aux variations

naturelles d'éclairement et de température. Les cinq autres groupes sont répartis dans des chambres bioclimatiques à température constante ($10 \pm 1^\circ\text{C}$). Le groupe 2 reçoit un régime photopériodique de 4 h de lumière (250 lx) et de 20 h d'obscurité. Les quatre autres lots sont également éclairés pendant 4 h, mais la séquence claire est divisée en deux fractions : l'une de 3 h 30 mn, l'autre de 0 h 30 mn. La deuxième photofraction (0 h 30 mn) interrompt



Influence de différents régimes de photopériodes « squelettiques » sur la testostéronémie du Furet. Éclairement naturel pour le groupe 1. Pour les régimes lumineux des groupes 2 à 6, les barres blanches correspondent à des photofractions de lumière et les barres noires représentent des phases d'obscurité.

l'obscurité à intervalles progressifs après l'extinction : 4, 8, 12 et 16 h. Les animaux des groupes 3, 4, 5 et 6 reçoivent ainsi respectivement un complément d'éclairement, 7 h 30 mn, 11 h 30 mn, 15 h 30 mn et 19 h 30 mn après le début de la première photofraction.

Des prélèvements sanguins ont été effectués dans la veine jugulaire, après une légère anesthésie au « fluothane », au début du traitement, puis 15, 30, 45 et 75 jours plus tard. La testostérone plasmatique, extraite par l'éther, a été dosée par radio-immunochimie⁽¹²⁾. Parmi les stéroïdes plasmatiques, seules la 5α - et la 5β -dihydrotestostérone peuvent interférer dans le dosage, mais l'erreur introduite par l'absence de purification des extraits plasmatiques sur colonne de célite est sans incidence dans l'interprétation des phénomènes. Nous avons pu montrer, en effet, que cette erreur est toujours inférieure à 5%.

L'exploitation statistique des résultats (comparaison des moyennes) a été réalisée à l'aide du test « *t* de Student ».

RÉSULTATS. — L'examen de la figure montre que chez les animaux témoins élevés dans des conditions naturelles d'éclairement et de température, la testostéronémie n'augmente significativement qu'à partir de la mi-janvier (75 jours). Dans les autres groupes, l'importance de la photogonadostimulation varie en fonction de la position de la photofraction secondaire de 30 mn à l'intérieur de la séquence sombre.

Chez les animaux soumis, en chambre bioclimatique, à un éclairage de 4 h sans interruption (groupe 2), qui correspond, en fait, à des « jours » expérimentaux très courts (4L-20D), qui ne se rencontrent pas dans la nature sous nos latitudes, l'évolution de la testostéronémie n'est pas différente de celle des témoins pendant le premier mois. En revanche, les taux hormonaux sont significativement supérieurs à ceux des témoins après 45 et 75 jours de traitement. Il est probable que les conditions particulières des chambres bioclimatiques, notamment la stabilité de la température, soient responsables de cet effet favorable.

C'est en fait à ces animaux du groupe 2 soumis à des « jours courts » classiques (4L-20D) qu'il convient, surtout, de comparer les différents groupes de furets exposés à des photopériodes « squelettiques » (groupes 3 à 6). Il apparaît alors que la stimulation la plus explosive de la fonction androgénique du testicule est observée chez les animaux du groupe 4 qui reçoivent l'éclairage secondaire de 30 mn, 11 h 30 mn après le début de la photofraction primaire. En effet, 15 jours de traitement suffisent, dans ce cas, pour induire un accroissement de la testostéronémie statistiquement très significatif ($P \leq 0,001$), comparable à celui des animaux du groupe 2 après 45 jours, et d'ailleurs à celui des témoins du groupe 1 à la mi-janvier. La prolongation de ce traitement photopériodique amplifie considérablement la stimulation, induisant jusqu'au terme de l'expérience (75 jours) des concentrations plasmatiques en testostérone très largement supérieures à celles de tous les autres groupes et comparables à celles de la période printanière de reproduction des furets témoins.

En revanche, les animaux du groupe 3 répondent très semblablement à ceux du groupe 2. Et si les animaux des groupes 5 et 6, qui reçoivent la photofraction secondaire tardivement au cours de la phase obscure, présentent une cinétique de l'activation de la testostéronémie sensiblement accélérée par rapport aux groupes 2 et 3 pendant le premier mois du traitement, l'évolution ultérieure (45 et 75 jours) de la testostéronémie n'est pas différente de celle des groupes peu stimulés (2 et 3).

DISCUSSION. — Les résultats qui viennent d'être décrits témoignent en faveur de l'existence, chez le Furet, d'une phase privilégiée du nyctémère au cours de laquelle une brève période d'éclairement (30 mn) induit une reprise rapide de l'activité endocrine du testicule chez des animaux préalablement au repos sexuel.

Dans nos conditions expérimentales, cette phase privilégiée (phase photo-inductible) paraît se situer autour de 8 h après le début de la longue « nuit », puisqu'une photofraction secondaire de 30 mn située à cette phase particulière de la « nuit » induit une stimulation explosive de la sécrétion de testostérone. Aucune photosensibilité particulière ne paraît exister avant cette phase privilégiée de la « nuit » (groupe 3) tandis qu'une photosensibilité très relative semble persister plus tard dans la « nuit », qui pourrait rendre compte d'une stimulation accrue de la testostéronémie après 15 et 30 jours (groupe 5), et après 30 jours (groupe 6) de traitement.

Ces résultats qui rappellent des observations antérieures chez d'autres espèces mammaliennes [(⁶), (⁹), (¹³)] ou aviaires [(⁴) à (⁷)], soulignent l'extrême photoréactivité de l'axe neuro-endocrinien à compétence gonadique chez le Furet. Ils suggèrent également qu'une séquence de 12 h d'éclairement devrait permettre une activation de la fonction endocrine du testicule

comparable à celle observée, dans des conditions naturelles, au printemps, au cours de la période de reproduction.

D'autres expériences au cours desquelles la séquence obscure sera interrompue par des photofractions plus brèves, devraient permettre de déterminer la durée précise de la phase photo-inductible ainsi mise en évidence.

(*) Séance du 20 novembre 1978.

(¹) E. BÜNNING, *Ber. Deut. Botan. Ges.*, 54, 1936, p. 590.

(²) C. S. PITTENDRIGH, *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 25, 1960, p. 159.

(³) C. S. PITTENDRIGH et D. H. MINIS, *Amer. Naturalist*, 98, 1964, p. 261.

(⁴) W. M. HAMNER, *Science*, 142, 1963, p. 1294.

(⁵) D. S. FARNER, *Circadian Clocks*, J. ASCHOFF, éd., 1965, p. 357.

(⁶) A. WOLFSON, *Rec. Progr. Horm. Res.*, 22, 1966, p. 177.

(⁷) B. K. FOLLET et P. J. SHARP, *Nature (Lond.)*, 223, 1969, p. 968.

(⁸) J. A. ELLIOTT, M. H. STEFSON et M. MENAKER, *Science*, 178, 1972, p. 771.

(⁹) C. A. GROCOCK et J. R. CLARKE, *J. Reprod. Fertility*, 39, 1974, p. 337.

(¹⁰) J. P. RAVAUlt et R. ORTAVANT, *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 17, 1977, p. 459.

(¹¹) Travail réalisé avec la collaboration technique de G. et A. M. Laurent.

(¹²) Immunoabsorbant anti-testostérone fourni par les Établissements Bio-Mérieux.

(¹³) R. A. HOFFMAN et H. MELVIN, *Biol. Reprod.*, 10, 1964, p. 19.

Centre d'Études biologiques des Animaux sauvages, C.N.R.S.

79360 Beauvoir-sur-Niort

et Station de Physiologie de la Reproduction, I.N.R.A., Nouzilly, 37380 Momaie