

LE DÉVELOPPEMENT TESTICULAIRE CHEZ LE COQ

I. — CROISSANCE PONDÉRALE DES TESTICULES ET DÉVELOPPEMENT DES TUBES SÉMINIFÈRES

M. de REVIERS

avec la collaboration technique de Christiane RICHTIN et J.-P. BRILLARD

*Station de Recherches avicoles,
Centre de Recherches de Tours, I. N. R. A.,
37 - Nouzilly*

RÉSUMÉ

Les observations suivantes ont été faites à l'aide de critères pondéraux et histologiques chez 150 Coqs *Rhode* × *Wyandotte* depuis leur éclosion jusqu'à l'âge de 34 semaines. Ces coqs ont été élevés sous photopériode de 16 h/24 h.

La croissance testiculaire est d'abord lente jusqu'à 5 semaines puis très rapide entre 6 et 20 semaines. Pendant ces deux périodes le poids testiculaire est en corrélation élevée avec l'âge. Au-delà de 20 semaines, le poids testiculaire ne varie plus en fonction de l'âge. En coordonnées semilogarithmiques, il apparaît que la croissance pondérale est en fait une fonction exponentielle de l'âge jusqu'à la 15^e semaine, et que le taux de la croissance testiculaire diminue dès cette 15^e semaine.

Nous observons de plus qu'il existe une liaison linéaire entre le logarithme du poids du testicule en croissance et le logarithme du poids corporel. Un changement de pente de la courbe représentative indique que la croissance des testicules se fait à un taux plus élevé par rapport au poids corporel quand celui-ci dépasse 500 g.

Le principal facteur de la croissance pondérale testiculaire est le développement des tubes séminifères dont le pourcentage relatif dans les testicules se maintient à la valeur de 95 p. 100 quand le poids testiculaire moyen est 1 g ou plus. Les tubes séminifères se développent simultanément en diamètre et en longueur, mais seule cette dernière continue d'augmenter quand le poids moyen des testicules dépasse 5 g.

INTRODUCTION

L'emploi de conditions de milieu artificielles a permis une amélioration très importante de la ponte, mais il n'est pas certain que les normes d'élevage qui ont été définies pour les poules soient celles qui permettent la meilleure fertilité chez les coqs.

Il est possible en particulier que ces conditions d'élevage aient une influence importante sur la fertilité des coqs adultes en agissant dès le jeune âge au moment

de l'établissement de la spermatogenèse : on sait que cette influence a été mise en évidence chez des Mammifères pour le niveau nutritionnel d'une part et pour l'éclaircissement d'autre part, respectivement chez le Taureau (VAN DEMARK et MAUGER, 1964) et chez le Campagnol (MARTINET, 1966).

Nous ne disposons que d'un petit nombre de données sur le développement testiculaire du Coq (KUMARAN et TURNER, 1949 ; KAMAR, 1960 ; MARVAN, 1969) ; elles ne semblent pas avoir été établies dans des conditions expérimentales précises. De plus l'analyse quantitative de l'établissement de la spermatogenèse n'a pas été faite. Nous en avons donc entrepris l'étude ; nous rapportons dans cet article la croissance pondérale des testicules et de développement des tubes séminifères. Les données quantitatives au cours de l'établissement de la spermatogenèse, font l'objet d'une autre publication (de REVIERS, 1971 b).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. — Les animaux et les conditions d'élevage

Ce travail porte sur 150 coqs Rhode × Wyandotte de souche M 41, étudiés entre l'éclosion et l'âge de 34 semaines.

Ces coqs ont d'abord été placés en éleveuses collectives pendant les 3 premières semaines de leur vie puis disposés par 3 dans les cases d'une batterie d'élevage jusqu'à la 8^e semaine et enfin mis en cages individuelles dans cette même batterie.

Pour assurer une bonne survie des poussins, l'éclaircissement a été maintenu en permanence pendant les 3 premiers jours, la température étant alors de 30°C. Dès le 4^e jour, les poussins ont été passés sans transition en photopériode constante de 16 heures par jour et y ont été maintenus pour toute la durée de l'expérience. Par ailleurs la température a été diminuée progressivement de 30 à 15°C pendant les 3 semaines qui ont suivi l'éclosion ; occasionnellement cette température a pu atteindre parfois 25°C pendant les jours les plus chauds de l'été, c'est-à-dire lorsque les animaux avaient entre 24 et 32 semaines.

L'eau et l'aliment ont été donnés *ad libitum*.

2. — Prélèvement et préparation des testicules

Le jour de l'éclosion puis toutes les semaines, tous les coqs ont été pesés individuellement. Après calcul de la moyenne m et de l'écart-type s des poids corporels, un lot de 5 coqs a été choisi de manière à ce que chacun d'eux ait respectivement un poids corporel aussi voisin que possible des valeurs suivantes : m , $m \pm s$, $m \pm 2s$.

Les abattages ont toujours eu lieu à la même heure de la journée (10 h du matin) afin d'éliminer l'influence des variations éventuelles de l'activité testiculaire en fonction de l'heure de la journée. De telles variations ont en effet été remarquées pour le Coq par RILEY (1940) et par MACARTNEY (1942).

Les testicules ont été prélevés et pesés aussitôt après les abattages. Les testicules pesant plus de 1 g ont été séparés en 3 zones, l'une équatoriale et les deux autres subapicales.

La fixation a été faite pendant une semaine dans du Bouin-Hollande additionné de 10 p. 100 d'une solution aqueuse saturée de chlorure mercurique. Après déshydratation progressive dans l'éthanol, les blocs ont été inclus dans la paraffine et coupés à 7 μ . Les coupes ont été colorées par la réaction de Feulgen avec contrecoloration au bleu Alcian.

3. — Mesures effectuées

a) Contraction des testicules au cours de leur préparation pour l'histologie.

Cette contraction C a été mesurée par la relation :

$$C = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100.$$

où V_0 est le volume des pièces à l'état frais et V_1 leur volume après l'inclusion. Nous avons obtenu en moyenne $C = 30$ p. 100.

b) *Volume relatif, diamètre et longueur totale des tubes séminifères.*

Les mesures suivantes ont été effectuées sur une coupe par échantillon de testicules.

Le volume relatif V_r , occupé par les tubes séminifères dans les testicules a été mesuré par une technique proche de celle de CHALKLEY (1943) en observant à l'aide d'un oculaire à 25 points 30 champs microscopiques répartis sur toute la surface de chacune des coupes de testicules, celles-ci étant examinées au grossissement 160.

La valeur moyenne D du diamètre des tubes séminifères a été calculée en mesurant deux diamètres orthogonaux dans chacune de 30 sections transversales de tubes séminifères par coupe de testicules.

La longueur totale L_t des tubes séminifères a été calculée à partir des données précédentes en utilisant la relation :

$$L_t = \frac{4 V_r P (100 - C) \cdot 10^{-1}}{\pi D^2 p}$$

où P est le poids moyen (en mg) des testicules à l'état frais, p leur poids spécifique (1,05 g/cm) ; D est exprimé en microns et L_t en mètres.

RÉSULTATS

1. — *Évolution du poids testiculaire moyen*a) *En fonction de l'âge des coqs.*

Le poids testiculaire moyen évolue en 3 phases successives (fig. 1) :

— croissance lente (1 mg/j) jusqu'à 5 semaines, de 2 à 40 mg.

— croissance rapide de 6 à 20 semaines (87 mg/j), de 60 mg à 9,5 g. Cette croissance est linéaire à partir de 10 semaines.

— croissance lente entre 20 et 34 semaines, de 9,5 à 10,5 g.

Le tableau 1 montre que le poids testiculaire moyen et l'âge sont en corrélations élevées et hautement significatives pendant les deux premières phases ; mais la croissance testiculaire observée pendant la 3^e phase n'est pas statistiquement significative.

En outre, le poids testiculaire moyen présente une variabilité individuelle importante dès la 10^e semaine.

L'emploi de coordonnées semi-log (fig. 2 et tabl. 1) montre que le poids testiculaire est en fait lié à l'âge des coqs par une loi exponentielle jusqu'à l'âge de 15 semaines, c'est-à-dire jusqu'à ce que les testicules atteignent la moitié de leur poids à l'état adulte. Il apparaît de plus que la croissance testiculaire s'infléchit dès la 15^e semaine.

b) *En fonction du poids corporel des coqs.*

Exprimé en fonction du poids vif x , le poids testiculaire y paraît évoluer suivant une courbe d'allure parabolique d'équation $y = ax^n$. On doit alors avoir la relation : $\log y = \log a + n \log x$ et obtenir une droite en coordonnées log-log.

Le graphique ainsi obtenu (fig. 3) montre qu'en fait les points se répartissent en deux régions linéaires distinctes, le changement de pente s'observant vers le poids testiculaire de 60 mg.

En dessous de cette valeur, les croissances testiculaires et corporelles sont à peu près isométriques ($y = x^{1,14}$) ; au-dessus elles sont au contraire allométriques et liées par l'équation $y = ax^3$, (tabl. 2).

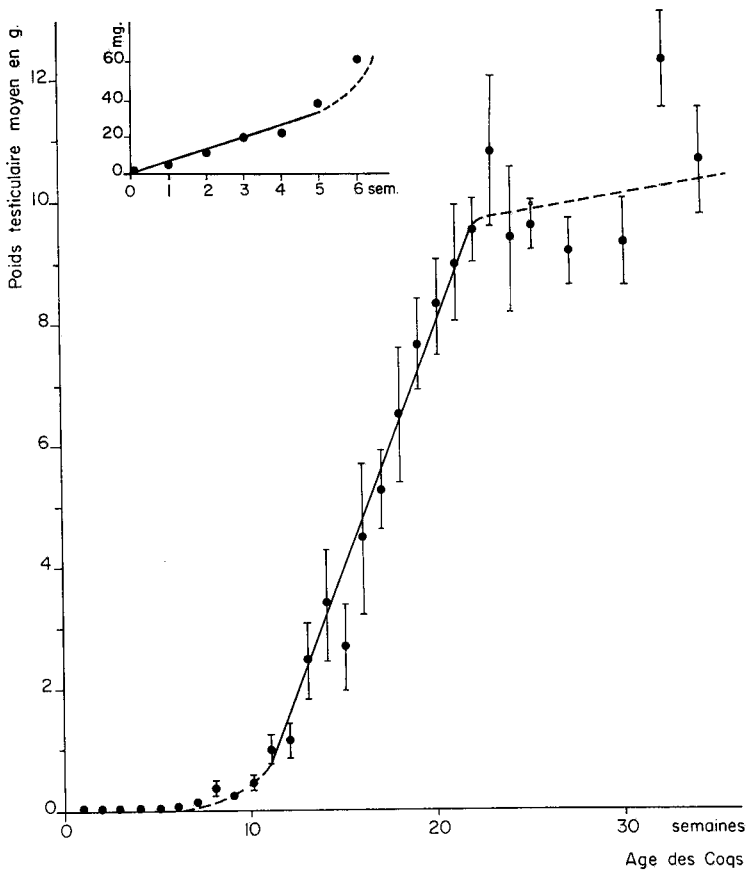


FIG. 1. — Croissance pondérale des testicules $\left(\frac{TG + TD}{2}\right)$
 en fonction de l'âge chez les coqs Rhode x Wyandotte (souche M 41)
 élevés en photopériode constante de 16 heures par jour
 Noter l'allure sigmoïde de la courbe

TABLEAU I

Corrélations et régressions entre le poids testiculaire y en grammes
 et l'âge en jours chez les coqs M 41 élevés sous photopériode constante de 16 heures par jour

x	Nombre de données	Corrélations	Équation de régression
0-35 j	30	0,84 ***	$y = 0,99 x - 1,07$ $y = 116 x - 84,3$
42-140 j	75	0,86 ***	
147-238 j	45	0,22 NS	
0-105	80	0,95 ***	$\log y = 0,026 8 x + 0,624$

*** : significatif à 1 p. 1000.

NS : non significatif à 5 p. 100.

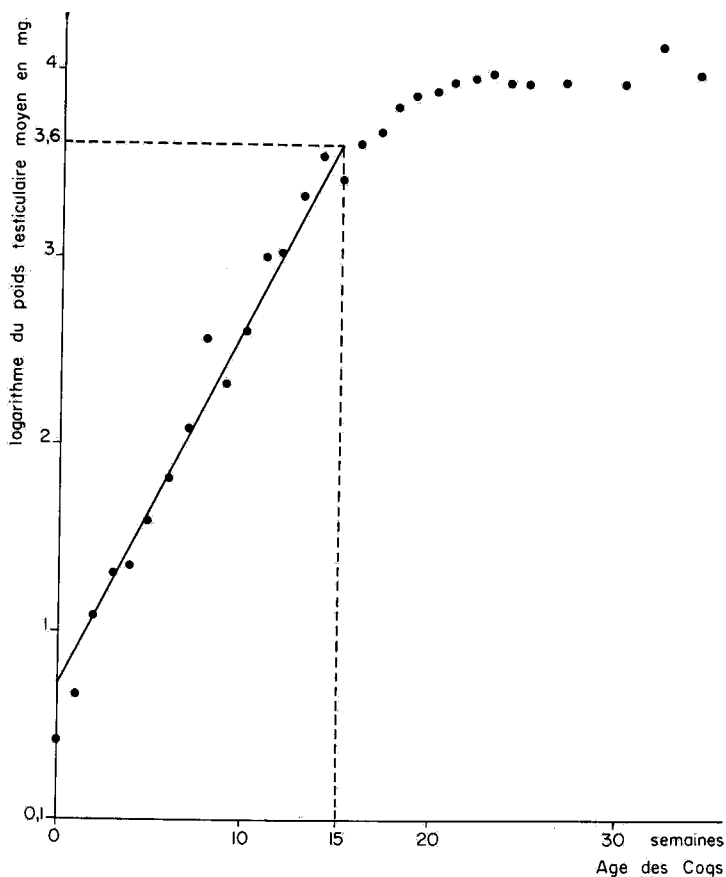


FIG. 2. — Évolution du logarithme du poids testiculaire $\left(\log \frac{TG + TD}{2}\right)$ en fonction de l'âge chez les coqs Rhode \times Wyandotte (souche M 41) élevés en photopériode constante de 16 heures par jour

La courbe représentative est linéaire jusqu'à l'âge de 15 semaines ce qui montre que la croissance testiculaire est exponentielle.

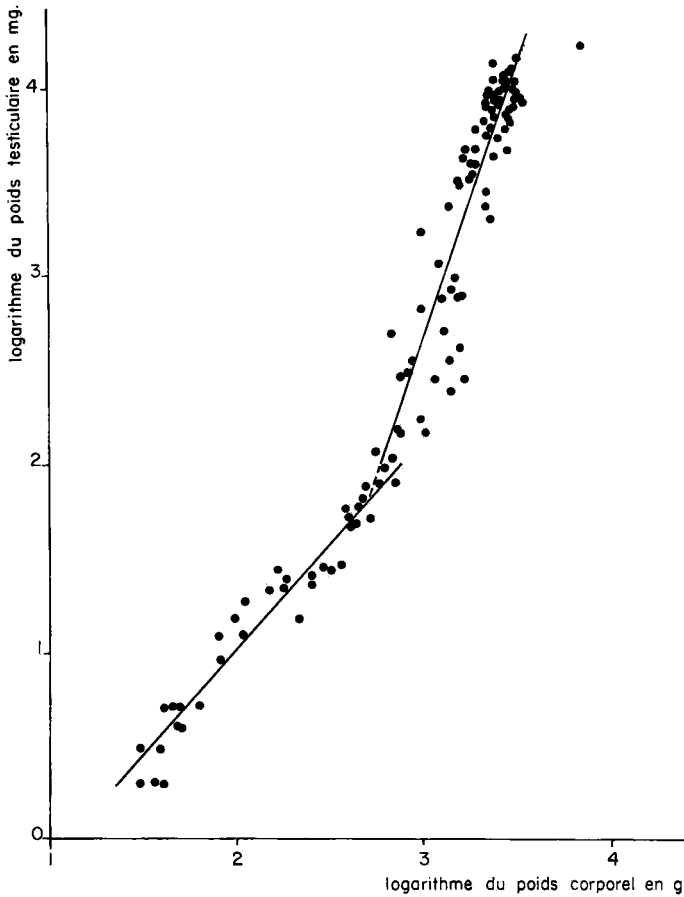


FIG. 3. — *Croissance pondérale des testicules exprimée en fonction du poids corporel (coordonnées logarithmiques) chez les coqs Rhode x Wyandotte (souche M 41) élevés en photopériode constante de 16 heures par jour.*

La répartition des points fait apparaître deux régions linéaires distinctes.

Ainsi, qu'on la représente en fonction de l'âge des coqs ou de leur poids vif, la courbe de croissance pondérale des testicules présente un point singulier au moment où ces derniers atteignent le poids moyen de 60 mg.

TABLEAU 2

Corrélations et régressions entre le logarithme du poids testiculaire y (exprimé en mg) et le logarithme du poids corporel (exprimé en g) chez les Coqs Rhode \times Wyandotte élevés sous photopériode de 16 heures par jour

Domaine de validité	Nombre de données	Corrélations	Régression
$\log y \leq 2$ ($y \leq 100$ mg)	39	0,975 ***	$\log y = 1,14 \log x - 1,28$
$\log y > 2$ ($y > 100$ mg)	111	0,920 ***	$\log y = 3,00 \log x - 6,30$

*** : significatif à 1 p. 1 000.

2. — Développement des tubes séminifères

a) Le volume relatif occupé par les tubes séminifères dans les testicules est de 60 p. 100 dès l'éclosion ; il est de 95 p. 100 dès le poids testiculaire de 1 g atteint en moyenne à 10-11 semaines, et se maintient ensuite à cette valeur d'une manière remarquablement constante. Le développement des tubes séminifères est donc le principal paramètre de la croissance testiculaire (fig. 4).

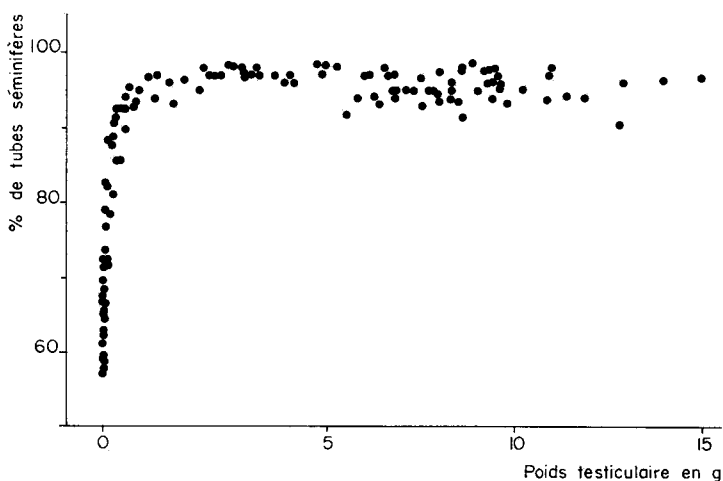


FIG. 4. — Évolution du volume relatif (exprimé en p. 100) occupé par les tubes séminifères dans les testicules au cours de leur croissance chez les coqs Rhode \times Wyandotte (souche M 41) élevés en photopériode constante de 16 heures par jour.

Ce volume relatif est de 95 p. 100 lorsque le poids testiculaire moyen $\left(\frac{TG + TD}{2}\right)$ atteint et dépasse 1 g.

b) *Le diamètre moyen des tubes séminifères est lié au poids moyen des testicules par des relations exponentielles tant que ce poids moyen ne dépasse pas 5 g (tabl. 3); au-delà de cette valeur ces deux paramètres ne sont plus liés (fig. 5 et tabl. 3). Le diamètre des tubes séminifères présente alors des fluctuations importantes d'un coq à l'autre pour des poids testiculaires du même ordre.*

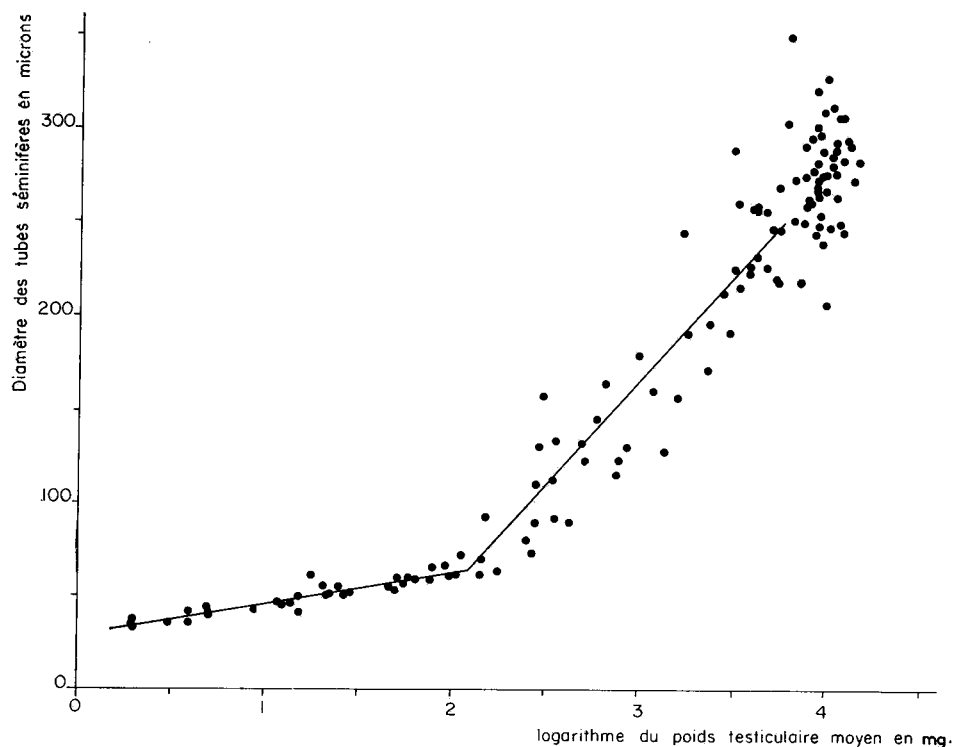


FIG. 5. — *Évolution du diamètre des tubes séminifères en fonction du logarithme du poids testiculaire chez les coqs Rhode × Wyandotte (souche M 41) élevés en photopériode constante de 16 heures par jour. Ces deux paramètres sont linéairement liés tant que le poids moyen des testicules est de moins de 6 g. Il n'y a plus de corrélation ensuite.*

TABLEAU 3

Corrélations et régressions entre le logarithme du poids testiculaire x (exprimé en mg) et le diamètre des tubes séminifères y (exprimé en microns)

Domaine de validité	Nombre de données	Corrélations	Régressions
$x \leq 100$ mg	39	0,93 ***	$y = 16,8 \log x + 29,9$
$100 \text{ mg} < x < 5$ g	51	0,93 ***	$y = 118 \log x - 186$

*** : significatif à 1 p. 1 000.

c) La longueur totale des tubes séminifères est également liée au poids testiculaire par des relations exponentielles (fig. 6 et tabl. 4). Les deux demi-droites obtenues se coupent pour le poids testiculaire de 60 mg qui correspond à une longueur totale

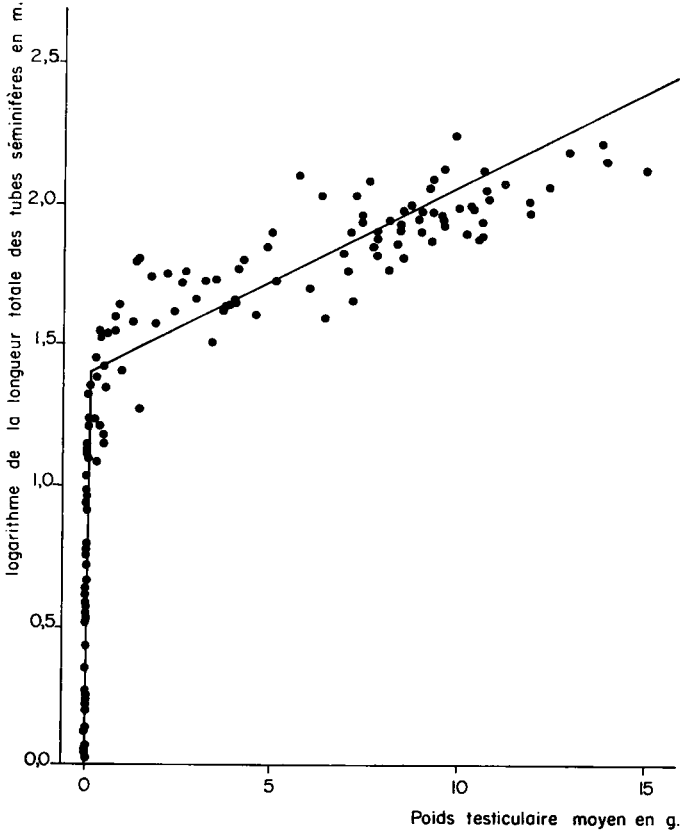


FIG. 6. — Évolution du logarithme de la longueur des tubes séminifères en fonction du poids testiculaire chez les coqs Rhode \times Wyandotte (souche M 41) élevés en photopériode constante de 16 heures par jour. Le changement de pente correspond au poids testiculaire de 60 mg (apparition des spermatozoïdes ronds).

TABLEAU 4

Corrélations et régressions entre le poids testiculaire x (exprimé en mg) et le logarithme de la longueur totale L_t des tubes séminifères (exprimé en mètres)

Domaine de validité	Nombre de données	Corrélations	Régressions
$x < 100$ mg	39	0,93 ***	$\log L_t = 12,33 x + 0,22$
$x > 100$ mg	111	0,88 ***	$\log L_t = 0,062 x + 1,39$

*** : significatif à 1 p. 1 000.

de 25 m environ. Le changement de pente marque un ralentissement important dans la vitesse d'allongement des tubes; cependant cet allongement se poursuit bien après que la croissance diamétrale des tubes ait cessé et c'est cet allongement qui explique l'augmentation du poids testiculaire au-delà de 5 g. A poids testiculaire égal, la longueur totale des tubes séminifères présente elle aussi des variations individuelles très importantes qui résultent surtout des fluctuations du diamètre des tubes séminifères.

DISCUSSION

Notre échantillonnage a, pour chaque abattage, un écart-type de poids corporel un peu plus élevé (1,58) que celui du troupeau. Étant donné les corrélations qui existent entre le poids vif et le poids testiculaire, il en résulte que les valeurs observées pour celui-ci sont très probablement un peu plus dispersées que dans la réalité.

D'après nos résultats, le poids testiculaire moyen de 60 mg correspond à un point particulier sur les courbes de croissance testiculaire ou de développement des tubes séminifères. Nous avons constaté par ailleurs que ce poids testiculaire correspond à la formation des premières spermatides rondes (de REVIERS, 1971). Quant aux poids testiculaires particuliers de 1 et 5 g ils correspondent respectivement à la formation des premiers spermatozoïdes, et au stade de développement testiculaire à partir duquel la méiose semble fonctionner au même rendement que chez l'adulte. Enfin toutes les caractéristiques du poids et du fonctionnement testiculaires de l'adulte semblent atteintes après le poids testiculaire de 9,5 g.

L'allure sigmoïde de la courbe de croissance testiculaire du Coq (exprimée en fonction de l'âge) avait déjà été remarquée par plusieurs auteurs (PARKER, MACKENZIE, et KEMPSTER, 1942; BENNETT, 1947; HOGUE et SCHNETZLER, 1947; KUMARAN et TURNER, 1949; KAMAR, 1960; MARVAN, 1969) et n'est pas particulière à cette espèce car on a observé le même phénomène chez différents Oiseaux (Caille : MATHER et WILSON, 1964; YAMAMOTO, 1964; Moineau : FARNER et WILSON, 1957; Junco : WOLFSON, 1966) et Mammifères (Agneau : COUROT, 1962; Taureau : ATTAL et COUROT, 1963; Rat : DONALDSON, 1924; Cobaye : MIXNER *et al.*, 1943; Lapin : KIBLER *et al.*, 1943 etc.).

Par ailleurs, les relations que nous observons au cours de la croissance entre le poids corporel et le poids testiculaire du Coq ne semblent pas avoir été mises en évidence par d'autres auteurs sinon chez d'autres espèces comme l'Agneau (COUROT, 1962), le Taureau (ATTAL et COUROT, 1963), l'Homme, le Rat et l'Éléphant (SPENCER, 1968; DONALDSON, 1924; JOHNSON et BUSS, 1967).

Nous avons montré que la croissance pondérale des testicules s'exprime en fonction de l'âge sous la forme :

$$\log P_t = \log P_0 + kt$$

où P_t est le poids testiculaire à l'âge de t jours et P_0 le poids initial des testicules, k étant le coefficient logarithmique de croissance testiculaire. Une telle relation avait déjà été mise en évidence chez le Moineau par FARNER et WILSON (1957), et chez la Caille par MATHER et WILSON (1964). Sous photopériode constante de 16 heures par jour c'est le Coq qui a le développement testiculaire le plus lent.

Signalons que LOMBARD des GOUTTES (1966) a montré qu'il existe une relation du même type chez le Rat.

Les données bibliographiques concernant le développement des tubes séminifères chez le Coq sont particulièrement rares. Signalons que leur volume relatif dans les testicules ne serait que de 83 p. 100 chez les Coqs *White Plymouth Rock* d'après KUMARAN et TURNER (1949). Par ailleurs, ce volume relatif subit une évolution différente chez la Caille d'après YAMAMOTO (1964) : après un maximum de 90 p. 100, atteint au moment où le poids des testicules est égal à la moitié du poids adulte, le volume relatif des tubes séminifères décroît jusqu'à 60 p. 100 tandis que la croissance testiculaire se poursuit.

Selon KUMARAN et TURNER (1949) la longueur totale des tubes séminifères est de 258 m lorsque le poids testiculaire total est de 9 g chez les coqs *White Plymouth Rock*. Pour le même poids testiculaire, nous trouvons 100 m environ. Une telle différence ne s'explique pas seulement par le fait que le volume relatif et le diamètre des tubes séminifères ne sont pas les mêmes dans ces deux études : KUMARAN et TURNER semblent en outre ne pas avoir tenu compte dans leurs calculs de la contraction des testicules au cours de la préparation pour l'histologie et c'est là un facteur important.

Les résultats obtenus pour la croissance testiculaire et le développement des tubes séminifères nous ont permis d'aborder l'étude quantitative de l'établissement de la spermatogenèse, dont nous rapportons par ailleurs les résultats détaillés (de REVIERS, 1971 b). (1).

Reçu pour publication en mai 1971.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATTAL J., COUROT M., 1963. Développement testiculaire et établissement de la spermatogenèse chez le Taureau. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **3**, 219-241.
- BENNETT C. H., 1947. Relation between size and age of the gonads in the fowl from hatching date to sexual maturity. *Poult. Sci.*, **26**, 99-104.
- BENOIT J., ASSENMACHER I., 1953. Action des facteurs externes et plus particulièrement du facteur lumineux sur l'activité sexuelle des Oiseaux. *Rapports de la 1^{re} Réunion des Endocrinologistes de langue française*. Paris, 10, 11, 12 juillet 1953, 33-80.
- CHALKLEY H. W., 1943. Method for the quantitative morphologic analysis of tissues. *J. Nat. Canc. Inst.*, **4**, 47-73.
- COUROT M., 1962. Développement du testicule chez l'Agneau. Établissement de la spermatogenèse. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **2**, 25-41.
- DONALDSON H. H., 1924. *The Rat*. Philadelphia, Wistar Institute, 240-245.
- FARNER D. S., WILSON A. G., 1957. A quantitative examination of testicular growth in the White-crowned Sparrow. *Biol. Bull.*, **113**, 254-267.
- HOGUE R. L., SCHNETZLER E. E., 1937. Development of fertility in young *Barred Plymouth Rock* males. *Poult. Sci.*, **16**, 62-67.
- JOHNSON O. W., BUSS I. O., 1967. The testis of the African elephant (*Loxondonta africana*). II. Development, puberty and weight. *J. Reprod. Fert.*, **13**, 23-30.
- KAMAR G. A. R., 1960. Development of the testis in the fowl. *Quart. J. micr. Sci.*, **101**, 401-406.
- KIBLER H. H., BERGMAN A. J., TURNER C. W., 1943. Relation of certain endocrine glands to body weight in growing and mature *New Zealand White* rabbits. *Endocrinology*, **33**, 250-251.
- KUMARAN J. D. S., TURNER C. W., 1949. The normal development of testes in the *White Plymouth Rock*. *Poult. Sci.*, **28**, 511-520.
- LOMBARD DES GOUTTES M. N., 1966. Évolution pondérale des glandes endocrines et des glandes génitales annexes chez le Rat mâle de la naissance à la puberté. *Ann. Endocrinol.*, **27**, 121-133.

(1) Summary, see page 544.

- MACARTNEY E. L., 1942. Diurnal rhythm of mitotic activity in the seminiferous tubules of the domestic fowl. *Poult. Sci.*, **21**, 130-135.
- MARTINET L., 1966. Modification de la spermatogenèse chez le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) en fonction de la durée quotidienne d'éclairément. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **6**, 301-313.
- MARVAN F., 1969. Postnatal development of the male genital tract of the Gallus. *Anat. Anz.*, **124**, 443-462.
- MATHER F. B., WILSON W. O., 1964. Postnatal testicular development in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Poult. Sci.*, **43**, 860-864.
- MIXNER J. P., BERGMAN A. J., TURNER C. W., 1943. Relation of certain endocrine glands to body weight in growing and mature guinea pigs. *Endocrinol.*, **32**, 298-304.
- PARKER J. E., MCKENZIE F. F., KEMPSTER H. L., 1942. Development of the testes and combs of *White Leghorn* and *New Hampshire* cockerels. *Poult. Sci.*, **21**, 35-44.
- REVIERS M. de, 1971b. Le développement testiculaire du Coq. II. Morphologie de l'épithélium séminifère et établissement de la spermatogenèse. *Ann. Biol. anim. Biophys. Bioch.*, **11**, 531-546.
- RILEY G. M., 1940. Diurnal variations in spermatogenic activity in the domestic fowl. *Poult. Sci.*, **19**, 360.
- SPENCER R. P., 1968. Changes in testicular allometric growth curves. *Yale J. Biol. Med.*, **40**, 313-319.
- VAN DEMARK N. L., MAUGER R. E., 1964. Effect of energy intake on reproductive performance of dairy bulls. Growth, reproductive organs and puberty. *J. Dairy. Sci.*, **47**, 798-802.
- WOLFSON A., 1966. Environmental and neuroendocrine regulation of annual gonadal cycles and migratory behaviour in birds. *Rec. Progr. Horm. Res.*, **22**, 177-244.
- YAMAMOTO S., 1964. Morphological studies on the sexual maturation in the male japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). I. Effect of continuous lighting and constant temperature on the testis growth. *Tohoku. J. agric. Res.*, **15**, 241-257.
-