

ÉTUDE DU CARACTÈRE CULARD

IV. — ANATOMIE MICROSCOPIQUE COMPARÉE DU REIN DE MÂLES CHAROLAIS NORMAUX ET CULARDS

J. OUHAYOUN (*) et Thérèse ARNAL

(*) *Station centrale de Génétique animale,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Cette étude d'histologie comparée du rein, uniquement descriptive, portant sur 23 taureaux charolais de 15 mois (12 culards, 11 normaux) met en évidence une réduction des épaisseurs corticales et médullaires rénales chez les culards. Ceci est une conséquence prévisible de l'atrophie du rein qui figure parmi les organes accusant le déficit pondéral le plus important chez les mâles culards charolais de 15 mois. On observe corrélativement une constriction variable des segments successifs du néphron. Par contre, chez les animaux culards, les tubes collecteurs de BELLINI ont un diamètre moyen supérieur à celui des animaux normaux. Ces modifications structurales dues à une métanéphrogenèse perturbée auraient des incidences physiologiques que cette analyse permet seulement d'évoquer.

I. — INTRODUCTION

Bien que la manifestation phénotypique la plus caractéristique du caractère culard réside dans l'hypertrophie des groupes musculaires, de nombreux autres critères morphologiques et anatomiques permettent d'apprécier son expression (LAUVERGNE et al., 1963). A l'exception du muscle, tous les tissus et organes ont une croissance pondérale ralentie par rapport à celle des témoins normaux; la réduction du tissu adipeux, des phanères, du tractus digestif (VISSAC, 1968) et des reins, étant la plus nette. Le poids moyen de ce dernier organe, débarrassé de son enveloppe adipeuse est inférieur de 39 p. 100 chez les individus culards de quinze mois (\bar{P}_c : 353 g; \bar{P}_N : 491 g), OUHAYOUN et al. (1964).

La présente étude ⁽¹⁾ a été entreprise dans le but de décrire les modifications structurales qui accompagnent, chez le culard, cet important déficit pondéral.

⁽¹⁾ Ces résultats ont fait l'objet d'une présentation sommaire aux journées d'études de la Commission de Génétique de la Fédération européenne de Zootechnie à Lisbonne (OUHAYOUN et al., 1964) et constitué un diplôme d'études supérieures soutenu à la Faculté des Sciences de Paris (ARNAL, 1964).

II. — MATÉRIEL ET TECHNIQUES

A. — *Matériel animal*

Les taurillons *charolais* qui font l'objet de cette étude ont été classés en deux groupes : culard et normal, d'après leur note de pointage, résultat de l'appréciation subjective de dix caractéristiques morphologiques discriminantes ⁽¹⁾.

Les douze individus culards et les onze normaux ont été acquis au sevrage, soumis au même régime dès huit mois et abattus à âge constant (quinze mois). A l'abattage, le poids vif moyen des culards était de 516 kilogrammes, celui des normaux de 547 kilogrammes ($t = 1,98$ N.S.).

B. — *Mesures envisagées*

L'architecture générale du rein a été estimée par la mesure de l'épaisseur du cortex, de la médulla et des pyramides de FERREIN, et par le dénombrement des corpuscules de MALPIGHI.

La structure du néphron a été déterminée par la mesure de ses sections situées, soit dans le labyrinthe cortical : capsules de BOWMANN, tubes contournés proximaux et distaux, soit dans les pyramides de FERREIN et dans la médulla : anses de HENLÉ et tubes collecteurs de BELLINI (cf. fig. 1).

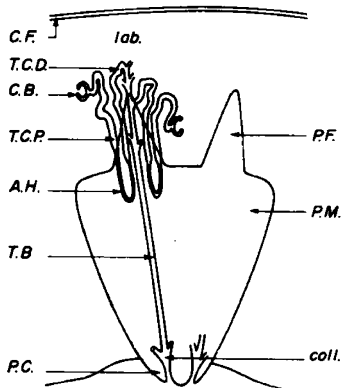


FIG. 1. — Situation schématique des diverses structures mesurées.

C.F. : capsule fibreuse, lab. : labyrinthe, P. F. : pyramide de Ferrein, P. M. : pyramide de Malpighi, P. C. : papille criblée, coll. : gros canal collecteur, C.B. : capsule de Bowman, T. C. P. : tube contourné proximal, A. H. : anse de Henlé, T. C. D. : tube contourné distal, T. B. : tube collecteur de Bellini.

C. — *Techniques histologiques*1. *Prélèvement et fixation*

Des échantillons minces (3 à 5 mm) de tissu rénal ont été levés moins de cinq minutes après l'abattage sur toute l'épaisseur de l'un des lobes des reins droit ou gauche, fixés pendant 24 heures dans le liquide de Hollande modifié ⁽²⁾ puis, après lavage à l'eau (10 heures) et déshydratation (trois bains d'une heure dans l'alcool à 95 °C et trois bains d'une heure dans l'alcool absolu), inclus dans la paraffine (trois bains de quinze minutes dans le toluène et deux bains de deux heures dans la paraffine à 59 °C).

⁽¹⁾ Dans le cadre d'une recherche concertée dirigée par MM. POLY et CHARLET et financée par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, plusieurs auteurs ont tiré parti de ce matériel animal : études de la morphologie générale (VISSAC, 1968), de l'histologie musculaire (OUHAYOUN, 1968), de la nutrition, du métabolisme du collagène, de la composition biochimique et de la valeur technologique du muscle, etc... (ANONYME, 1966).

⁽²⁾ Eau distillée : 100 ml; acétate de cuivre : 2,5 g; formol à 40 % : 10 ml; acide picrique : 4g; solution aqueuse saturée de chlorure mercurique : 10 % du volume total; acide acétique : 1 % du volume total (au moment de l'emploi).

2. Coloration

Pour chaque animal, neuf coupes sériées de 5 μ d'épaisseur ont été montées sur trois lames à raison de trois coupes par lame. Les coupes ont été colorées par la méthode à l'azocarmin-aniline ou Azan de Heidenhain (MARTOJA, 1967).

3. Mesures

Les mesures et les dénombrements, opérations dont le détail est donné ci-dessous, ont été réalisés au microscope sur les coupes 1, 5 et 9, soit sur la première coupe de la première lame, la deuxième coupe de la deuxième lame et la troisième coupe de la troisième lame, c'est-à-dire à 15 μ d'intervalle.

Les épaisseurs du cortex (labyrinthe), de la médulla et des pyramides de Ferrein ont été mesurées perpendiculairement à la surface de la capsule fibreuse ($G = 10$). Pour chacune de ces trois zones, quatre mesures ont été faites par coupe (douze mesures par animal).

Les dénombrements des corpuscules de Malpighi ont été réalisés dans des champs microscopiques de surface arbitraire, observés au grandissement 25 (trois énumérations par animal).

Dix mesures de diamètre des capsules de Bowmann ($G = 256$) et des différents segments du néphron ($G = 640$) ont été effectuées par coupe (trente mesures par animal pour chacune de ces structures). Les sections les plus circulaires, donc sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal du néphron, ont seules été retenues.

III. — RÉSULTATS

Les valeurs moyennes et les écarts-types de chaque série de mesures ou d'énumérations, ainsi que les valeurs de t de Student-Fischer et leur signification statistique sont rassemblés dans les tableaux 1 (architecture générale du rein), 2 (densité

TABLEAU I

Architecture générale du rein
(C = culards; N = normaux)

Structure	Type	Nombre d'animaux	Nombre de mesures	Épaisseurs moyennes (mm)	Écarts-types (mm)	t (1)
Cortex	N	11	132	6,972	0,6966	3,146 **
	C	10	120	6,687	0,7520	
Médulla	N	7	84	6,092	0,8904	3,886 **
	C	10	120	5,513	1,1352	
Pyramide de Ferrein	N	11	132	4,200	1,2065	0,308 N.S.
	C	11	132	4,245	1,0827	

(1) ** : écart hautement significatif ($P < 0,01$)
N.S. : écart non significatif ($P > 0,05$)

té glomérulaire) et 3 (structure du néphron). L'ensemble des résultats est schématisé dans la figure 2.

La variance des données de mesures des structures précédemment désignées a été analysée sur un modèle hiérarchique à trois niveaux : type, animal, lame. Seuls les triplets complets de mesures du cortex, de la médulla et des pyramides

TABLEAU 2

Densité glomérulaire du cortex : nombre de corpuscules de Malpighi par unité arbitraire de surface de coupe
(C = culards; N = normaux)

Type	Nombre d'animaux	Nombre de mesures	Densités moyennes	Écarts-types	t ⁽¹⁾
N	11	33	69,21	9,311	0,210 N.S.
C	12	36	69,66	10,318	

(¹) N.S. : écart non significatif (P > 0,05).

TABLEAU 3

Diamètre des segments successifs du néphron et des tubes collecteurs de Bellini
(C = culards; N = normaux)

Segments	Type	Nombre d'animaux	Nombre de mesures	Diamètres moyens (μ)	Écarts-types (μ)	t ⁽¹⁾
Capsule de Bowmann	N	11	329	153,44	15,588	10,814 **
	C	12	360	139,88	17,069	
Tube contourné proximal	N	11	329	47,00	4,420	3,120 **
	C	12	360	45,96	4,256	
Tube grêle (Anse de Henlé)	N	11	329	25,80	3,298	2,868**
	C	12	360	25,10	3,143	
Tube contourné distal	N	11	329	37,64	4,767	1,382 N.S.
	C	12	360	37,14	4,621	
Tube de Bellini	N	11	329	38,90	5,352	6,120 **
	C	12	360	41,62	6,206	

(¹) ** : écart hautement significatif (P < 0,01)
N.S. : écart non significatif (P > 0,05).

de Ferrein ont été retenus, ce qui a réduit à 216 le nombre total de données par élément architectural envisagé. Par contre, aucune donnée de mesure des sections du tube urinaire n'a été éliminée (tabl. 4).

		NORMAL	CULARD
Architecture générale	cortex	$C < N$	
	pyramide de Ferrein	$C \approx N$	
	medulla	$C < N$	
Densité Glomérulaire		$C \approx N$	
Structure du Nephron	capsule de Bowmann	$C < N$	
	tube contourné proximal	$C < N$	
	anse de Henlé	$C < N$	
	tube contourné distal	$C \approx N$	
	tube de Bellini	$C > N$	

FIG. 2. — Présentation schématique des résultats biométriques.

TABLEAU 4

Estimation de la variance attribuable aux différentes sources hiérarchisées, en pourcentage de la variance générale des données de mesures

	Structures	Nombre de données (N + C)	Sources de variation hiérarchisées			
			type	animal	lame	variance résiduelle
épaisseur	Cortex	216	19,54	38,75	4,12	38,06
	Médulla		4,60	80,75	1,72	12,92
	Pyramide de Ferrein		2,39	1,06	1,25	95,29
diamètre	Capsule de Bowman	689	23,63	19,66	3,12	53,58
	Tube contourné proximal		1,45	13,06	1,38	84,11
	Anse de Henlé		1,21	34,75	9,44	54,60
	Tube contourné distal		0,74	8,81	9,23	81,22
	Tube de Bellini		6,52	37,64	5,44	50,40

IV. — DISCUSSION

Le déficit pondéral du rein noté chez les culards se traduit par une réduction de l'épaisseur du cortex et de la médulla (respectivement — 4,3 % et — 10,5 %) (tabl. 1). Cependant, les densités glomérulaires moyennes ne sont pas significativement différentes chez les deux types d'animaux (tabl. 2). Il est donc probable que le rein des culards possède moins de néphrons; cette diminution, égale à celle du volume cortical, serait, en première approximation, de l'ordre de 15 p. 100.

Le tube urinaire des culards, et plus précisément sa partie impliquée dans les échanges métaboliques, exprime une constriction décroissante maximale au niveau de la capsule de Bowmann (— 9,7 %) et nulle à celui de sa partie la plus distale (tabl. 3). L'analyse ne permet pas de préciser s'il s'agit d'un rétrécissement du diamètre de la lumière du tube ou d'un amincissement de l'épithélium; dans ce dernier cas, une activité cellulaire ralentie serait à envisager.

Les tubes droits situés entre les tubes contournés distaux et les collecteurs de BELLINI ont probablement la même longueur moyenne chez les animaux des deux groupes car les hauteurs des pyramides de Ferrein n'y sont pas statistiquement différentes. Par contre, les tubes collecteurs de Bellini, qui sont dilatés (+ 7 % chez les culards) seraient aussi plus courts, conséquence d'un net amincissement de la médulla.

L'analyse de la variance des données montre que le caractère culard, niveau majeur de la classification hiérarchique (type), intervient pour une part importante dans la variabilité des mesures d'épaisseur corticale et de diamètre des cap-

sules de Bowmann. Par contre, son effet est faible pour les autres structures sauf en ce qui concerne le tube de Bellini où il atteint 6,52 p. 100 de la variance générale (tabl. 4).

Les modifications observées chez le culard, affectant inégalement les structures rénales mesurées, seraient susceptibles d'entraîner certaines anomalies physiologiques. La réduction du nombre de néphrons affaiblirait les potentialités d'ultra-filtration plasmatique, d'autant plus que le diamètre des capsules de Bowmann est plus petit et donc que leur surface de contact avec les artères glomérulaires est amoindrie. La constriction des segments du tube urinaire, unité physiologique rénale, diminuerait les possibilités d'échanges métaboliques avec le milieu intérieur. Des investigations fonctionnelles rénales devraient permettre de vérifier le bien fondé de ces hypothèses.

L'origine de ces modifications se trouve probablement à un stade précoce de la métanéphrogénèse qui, chez les Amniotes, se réalise à partir de deux ébauches distinctes. En effet, au cours de l'ontogenèse, lors de la régression du mésonephros, tandis qu'au sein du tissu métanéphrogène constitué par les néphrotomes les plus postérieurs de l'embryon, se développent les néphrons — unités physiologiques incluant les capsules de Bowmann et les segments contournés les plus distaux — le canal de Wolff, conduit excréteur du pronéphros (uretère primitif) puis du mésonephros, émet des bourgeonnements, qui prolifèrent au sein du tissu métanéphrogène, s'abouchent enfin avec le néphron et constituent l'uretère secondaire, les tubes collecteurs de Bellini et les tubes droits.

Les résultats de la présente étude semblent montrer une réduction du développement des néphrons à partir du tissu métanéphrogène, suivie d'un ralentissement de la croissance du tube urinaire, d'autant plus net que le segment envisagé est plus proximal. Cependant, les tubes de Bellini, provenant du bourgeonnement d'une structure différenciée plus précocement, aurait une croissance moyenne accélérée.

Il est remarquable que l'ensemble des études quantitatives faites sur le culard suggère une perturbation histogénétique générale affectant non seulement le mésenchyme qui fournit les divers tissus de type conjonctif (tissus musculaires, osseux, etc.) mais aussi le mésoderme épithélial, à l'origine des gonades et de la partie essentielle des organes excréteurs, et l'endoderme à l'origine du tractus digestif et de ses glandes annexes.

Reçu pour publication en mai 1969.

SUMMARY

STUDIES ON THE " DOUBLE MUSCLE " CHARACTER.

IV. — COMPARISON OF THE MICROSCOPIC ANATOMY OF THE KIDNEY OF NORMAL AND DOUBLE MUSCLE CHAROLAIS MALES.

The kidney is among the organs which demonstrate the most marked reduction in weight in cattle of the „ double muscle ” (culard) type. At fifteen months the average kidney weight of twelve double muscle Charolais bulls was, in fact, (wt. 353 g) 39 % below that of eleven normal controls (491 g).

The present study shows that this atrophy is accompanied by a diminution of the volume of both the medulla and the cortex, estimated from microscopic measurement of the thickness of these two zones (table 1).

Measurement of the height of the pyramids of Ferrein, of the diameter of successive segments of the nephron (Bowmann's capsule, proximal convoluted tubule, loop of Henle, distal convoluted tubule) and of the collecting ducts of Bellini, as well as the counting of the Malpighian corpuscles (tables 2 and 3) seem to indicate that the kidney of culard animals is made up of a reduced number of urinary tubes and that these physiological entities have a marked constriction except in the region of the distal convoluted tubule. The collecting ducts of Bellini are, on the other hand, dilated in the culards.

These structural modifications indicate that the potential for glomerular ultrafiltration of the plasma and for tubular exchange is reduced in culards. Furthermore, they lead to formulation of a hypothesis of a disturbance, of the histogenesis of the kidney and, more generally, of organogenesis at the level of the layers of mesoderm.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement le Pr BEAUMONT (Laboratoire d'Anatomie comparée, Faculté des Sciences, Orsay) qui nous a guidé dans nos travaux et dans notre rédaction.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1966. Document de travail sur les recherches françaises concernant le caractère culard. *Journées Étud. Féd. Eur. Zoot.*, Edimbourg, 35 p. ronéoté.
- ARNAL Thérèse, 1964. *Anatomie microscopique comparée du rein de taureau de type normal et « culard » (Bos Taurus L.)*, Diplôme d'études supérieures, Fac. Sci., Paris, 23 p. ronéoté.
- LAUVERGNE J.J., VISSAC B., PERRAMON A., 1963. Étude du caractère culard. I. Mise au point bibliographique. *Ann. Zootech.*, **12**, 133-156.
- MARTOJA R., MARTOJA-PIERSON N., 1967. *Initiation aux techniques de l'histologie animale.*, Masson, Paris, 345 p.
- OUHAYOUN J., HULOT Françoise, ARNAL Thérèse, GILLOIS M., BEAUMONT A., 1964. Note préliminaire sur l'étude histologique des bovins culards. *Journées Étud. Féd. Eur. Zoot.*, Lisbonne, octobre, 9 p. ronéoté.
- OUHAYOUN J., BEAUMONT A., 1968. Étude du caractère culard. III. Anatomie microscopique comparée du tissu musculaire de mâles charolais normaux et culards. *Ann. Zootech.*, **17**, 213-223.
- PATTEN B. M., 1958. *Foundations of embryology*, McGraw-Hill Book Company, New York, 578 p.
- VISSAC B., 1968. Étude du caractère culard. II. Incidence du caractère culard sur la morphologie générale des bovins. *Ann. Zootech.*, **17**, 77-101.