

## MENSURATIONS VISCÉRALES CHEZ LE LAPIN

### II. — PRINCIPAUX FACTEURS DÉTERMINANTS DES VARIATIONS RELATIVES DE LA CROISSANCE DU FOIE, DES REINS ET DES SEGMENTS INTESTINAUX ENTRE 3 ET 11 SEMAINES D'ÂGE

J.-P. LAPLACE et F. LEBAS

avec la collaboration technique de Marie-Claude COUSIN et C. GERMAIN

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,  
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,  
78350 Jouy en Josas*

---

### RÉSUMÉ

Les mensurations du foie, des reins, de l'estomac et de l'intestin de 200 lapins *Californiens* des 2 sexes, recueillies lors d'un précédent travail, ont été analysées en vue de rechercher les principaux facteurs déterminants des variations relatives de la croissance de ces organes entre 3 et 11 semaines d'âge. On a plus spécialement étudié l'évolution relative de la longueur des segments intestinaux et du poids des divers organes par rapport au poids vif, ainsi que l'évolution de la teneur en matière sèche du tissu gastro-intestinal et celle de la densité linéaire de l'intestin. Par ailleurs, l'ensemble des données a été exploité à l'aide d'une analyse multidimensionnelle (analyse factorielle des correspondances).

Il a été constaté que les principaux remaniements morphologiques accompagnent deux étapes marquantes de la vie de l'individu : le sevrage et la maturation sexuelle. D'une façon générale, la croissance des viscères s'effectue en fonction de l'âge, donc approximativement du poids vif, mais au sein d'une population d'âge donné, le poids vif n'a aucun pouvoir déterminant sur leur croissance. Celle-ci apparaît en fait comme conditionnée par les interrelations fonctionnelles existant entre les divers territoires digestifs. Parmi ces interrelations, a été décelé un équilibre essentiel, non soumis aux aléas de croissance (âge — poids), qui concerne le foie, l'intestin grêle et le côlon. Sur la base de ces observations, diverses hypothèses quant à la physiologie digestive de cette espèce sont discutées. Enfin, dans les limites d'âge envisagées, le sexe ou les facteurs maternels ne semblent pas avoir d'effet important.

---

### INTRODUCTION

Dans un précédent travail (LEBAS et LAPLACE, 1972), nous avons relaté les caractéristiques pondérales et éventuellement linéaires du foie, des reins et du tube digestif chez des lapins de 3 à 11 semaines. Ces observations nous ont permis de

décrire chez ces animaux le développement relativement régulier de l'ensemble du tube digestif entre 3 et 9 semaines, et la poursuite apparemment exclusive de celui de l'appendice et du côlon au-delà de cette période. Elles nous ont également permis de constater la croissance régulière du foie et des reins, et l'augmentation de l'importance relative du gros intestin par rapport à l'intestin grêle.

Notre objet est ici l'étude des variations relatives du poids ou de la longueur des segments du tube digestif, ainsi que du poids du foie et des reins, sur les données précédemment recueillies. Dans cette étude, nous avons également recherché les principaux facteurs susceptibles d'expliquer ces variations.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

### A. — *Population animale utilisée*

Deux cents lapins *Californiens*, des deux sexes, ont été abattus à raison de 40 tous les 15 jours entre 3 et 11 semaines d'âge. On a pesé le foie, les reins et l'estomac. L'intestin divisé en 4 segments (intestin grêle, appendice, cæcum et côlon) a été pesé après mesure de longueur. Le détail des manipulations a été décrit dans le précédent travail (LEBAS et LAPLACE, 1972). En plus pour chaque lapin, ont été enregistrés le sexe, la portée d'origine de l'animal et le numéro d'ordre de la gestation de la mère ayant fourni la portée étudiée.

### B. — *Techniques de calcul*

D'une part, nous avons utilisé, pour nos comparaisons entre animaux ou classes d'animaux de même âge, les rapports existant entre le poids ou la longueur de différents organes et le poids vif, ainsi que le rapport entre poids et longueur d'un même segment intestinal.

D'autre part, nous avons procédé à une étude globale de la population pour l'ensemble des critères mesurés, pris simultanément. Ce travail a été réalisé au moyen d'une analyse multidimensionnelle (analyse factorielle des correspondances). Les données ont été introduites sur cartes dans un ordinateur IBM 360-50, et traitées grâce au programme CORAN (Laboratoire de Biométrie, I. N. R. A., 78 - Jouy-en-Josas). Dans son principe, cette analyse s'intéresse aux valeurs *relatives* des différentes variables entre elles, et consiste initialement à définir une matrice des *distances* entre les points représentatifs des individus (lapins) ou des variables (mensurations). Ces points représentatifs sont situés dans un espace multidimensionnel. Le nuage de points ainsi constitué peut être défini par un certain nombre d'axes privilégiés, répondant à des facteurs explicatifs. La recherche, par le calcul, de ces axes, indépendants les uns des autres, et de leur importance respective, s'effectue à partir de la matrice des distances.

Les proximités des individus (lapins) sont proportionnelles à leur ressemblance. De surcroît l'avantage essentiel de ce type d'analyse réside dans le fait que la proximité de certains individus (lapins) et de certaines variables (mensurations) a une signification quant au critère caractérisant les individus considérés. Par simplification, ces rapprochements significatifs dans l'espace, peuvent être étudiés sous forme graphique, au niveau des axes des facteurs, ou dans le plan défini par deux de ces axes (projection orthogonale des points représentatifs). La croisée des axes correspond dans tous les cas au centre de gravité du nuage de points.

Chaque facteur, supporté par tel ou tel axe, permet d'expliquer une part plus ou moins grande, mais indépendante, de la variation totale. De ce fait, les variations expliquées par plusieurs axes sont additives. Cette part expliquée est toujours exprimée en p. 100 de la variation totale. Les représentations linéaires sur l'axe d'un facteur, comme les représentations graphiques croisées dans le plan défini par deux de ces axes, sont tracées par l'ordinateur. A titre d'exemple, la proximité dans le plan, d'un individu ou d'un groupe de lapins, et d'une variable particulière tel le poids frais de l'estomac, signifiera que ces animaux sont caractérisés par le poids frais de leur estomac. Une telle interprétation est valable sur l'ensemble du plan. A l'inverse, les groupes de points localisés aux 2 extrémités d'un axe permettent d'identifier certaines oppositions.

Par rapport à une analyse des composantes principales, générant ces facteurs (ou variables nouvelles non corrélées entre elles) à partir de la matrice des corrélations entre les valeurs absolues

des variables mesurées, cette analyse des correspondances présente pour avantages essentiels sa particulière adaptation à l'étude des valeurs relatives des mensurations corporelles (LEBART et FÉNELON, 1971, TOMASSONE, 1970) et sa commodité d'accès graphique par la possibilité de superposition des individus et des variables dans une même représentation.

Ce processus d'analyse a été appliqué sur tout ou partie des critères contrôlés, soit sur la population totale des 200 lapins, soit sur chacune des sous-populations définies par une classe d'âge (40 lapins). Pour l'étude sur la population totale nous avons attaché une importance particulière aux proximités entre individus et mensurations, tandis qu'à l'intérieur de chaque classe d'âge nous avons principalement considéré les associations ou oppositions particulières de variables.

## RÉSULTATS

### A. — Évolution des longueurs et poids relatifs

#### 1. Longueur intestinale et poids vif.

La longueur, par kg de poids vif, de l'intestin grêle, du cæcum et du côlon, rapportée dans le tableau 1, diminue de façon assez homogène pour ces 3 segments lorsque l'âge des animaux augmente, ainsi que permet de le constater la figure 1.

TABLEAU I

*Mensurations intestinales rapportées au poids vif*

Longueurs d'intestin grêle, de cæcum, et de côlon en cm/kg.

Valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et écart type de la moyenne ( $s_{\bar{x}}$ ) pour chaque classe d'âge

Viscère	Critère	Age en semaines				
		3	5	7	9	11
Intestin grêle	$\bar{x}$	527,32	245,45	187,47	168,15	140,50
	$s_{\bar{x}}$	18,37	7,28	4,59	2,34	2,64
Cæcum	$\bar{x}$	49,94	30,27	22,42	19,88	15,86
	$s_{\bar{x}}$	1,78	1,03	0,53	0,36	0,33
Côlon	$\bar{x}$	169,12	85,75	75,67	58,70	53,67
	$s_{\bar{x}}$	5,19	2,60	1,69	0,68	0,96

À 11 semaines, les lapins ont en moyenne une longueur d'intestin grêle par kg de poids vif qui n'est que de 26,6 p. 100 de la valeur correspondante chez le lapereau de 3 semaines. Pour le cæcum et le côlon, les proportions sont respectivement de 31,9 et 31,8 p. 100 des longueurs par kg de poids vif chez l'animal de 3 semaines.

#### 2. Poids de viscère par unité de poids vif.

L'importance pondérale de l'intestin grêle relativement au poids vif (tabl. 2) reste à peu près constante entre 3 et 7 semaines. Elle diminue ensuite de moitié entre 7 et 11 semaines. Le rapport entre le poids du territoire cæco-colique et le poids vif

(tabl. 2) suit une évolution différente puisqu'il est sensiblement le même à 3 et 11 semaines ; mais il passe par une valeur de 30 à 40 p. 100 supérieure chez les animaux de 5 et 7 semaines.

En ce qui concerne la masse intestinale totale (appendice compris), son évolution par kg de poids vif reflète surtout celle du poids cæco-colique entre 3 et 7 semaines, puis celle du poids d'intestin grêle entre 9 et 11 semaines (tabl. 2).

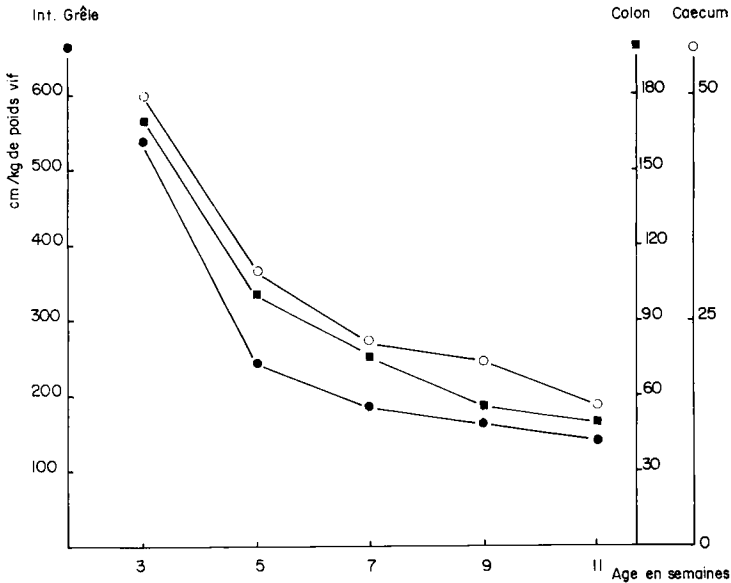


FIG. 1. — Évolution en fonction de l'âge de la longueur de l'intestin grêle, du côlon et du cæcum, relativement au poids vif (Longueurs relatives exprimées en cm/kg de poids vif)

TABLEAU 2

*Mensurations intestinales rapportées au poids vif*

Poids de l'intestin grêle, du territoire cæco-colique et de la masse intestinale totale en g/kg. Valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et écart type de la moyenne ( $s_{\bar{x}}$ ) pour chaque classe d'âge

Viscère	Critère	Age en semaines				
		3	5	7	9	11
Intestin grêle	$\bar{x}$	46,95	45,70	43,82	32,62	24,65
	$s_{\bar{x}}$	1,29	1,25	0,62	0,75	0,54
Territoire cæcocolique	$\bar{x}$	22,27	29,70	29,62	25,92	21,40
	$s_{\bar{x}}$	0,68	0,71	0,45	0,42	0,36
Masse intestinale	$\bar{x}$	71,42	78,30	76,70	61,75	49,87
	$s_{\bar{x}}$	1,81	1,73	1,00	0,99	0,87

L'évolution différentielle de l'intestin grêle et de l'ensemble du gros intestin est traduite par le rapport pondéral  $\frac{\text{gros intestin}}{\text{intestin grêle}}$  (fig. 2). Il convient de remarquer que la prise en compte de l'appendice, ou son exclusion du calcul modifient considérablement l'évolution de ce rapport au-delà de 9 semaines.

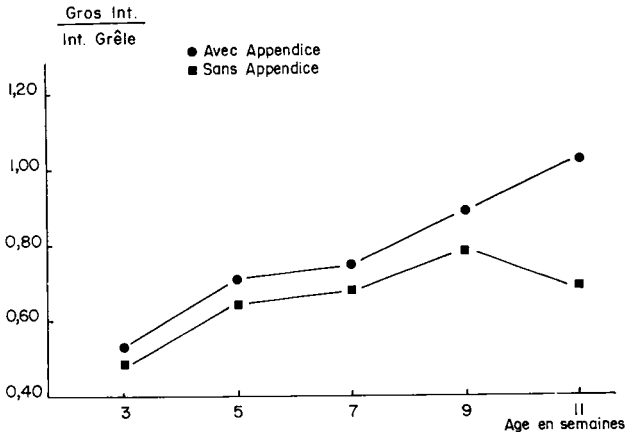


FIG. 2. — Évolution en fonction de l'âge du rapport pondéral  $\frac{\text{intestin grêle}}{\text{gros intestin}}$

Selon le cas, le poids de l'appendice est compris dans le poids de gros intestin (●), ou exclu de cette variable (■) qui rend alors compte strictement du poids cæco-colique

Le poids relatif de l'estomac décroît d'environ 50 p. 100 entre 3 et 11 semaines, avec toutefois un arrêt de cette décroissance entre 5 et 7 semaines (tabl. 3).

TABLEAU 3

Mesurations viscérales rapportées au poids vif

Poids de l'estomac, du foie et des reins, en g/kg

Valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et écart type de la moyenne ( $s_{\bar{x}}$ ) pour chaque classe d'âge

Viscère	Critère	Age en semaines				
		3	5	7	9	11
Estomac	$\bar{x}$	15,8	12,3	12,6	10,4	8,1
	$s_{\bar{x}}$	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Foie	$\bar{x}$	30,6	34,9	48,0	40,4	40,1
	$s_{\bar{x}}$	0,4	1,0	0,8	0,9	0,9
Reins	$\bar{x}$	12,6	9,0	8,1	7,4	7,1
	$s_{\bar{x}}$	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1

L'importance pondérale du foie par rapport au poids vif accuse tout d'abord un accroissement de plus de 50 p. 100 entre 3 et 7 semaines, puis une légère diminution, qui, à 11 semaines, lui laisse néanmoins une valeur encore supérieure de 30 p. 100

à son poids relatif à 3 semaines (tabl. 3). Le poids relatif des reins décroît d'environ 30 p. 100 entre 3 et 5 semaines, beaucoup moins rapidement ensuite, pour arriver à 11 semaines à une valeur voisine de 50 p. 100 du poids relatif à 3 semaines (tabl. 3).

### 3. Évolution de la teneur en matière sèche du tissu gastro-intestinal.

La teneur en matière sèche des divers segments digestifs évolue également avec l'âge (tabl. 4). Dans l'ensemble, cette teneur croît pour tous les segments étudiés.

TABLEAU 4

Évolution avec l'âge de la teneur en matière sèche du tissu gastrique et intestinal (intestin grêle, cœcum, côlon et appendice)  
Valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et écart type de la moyenne ( $s_{\bar{x}}$ ), en p. 100 du tissu frais

Age en semaines	Critère	Estomac	Intestin grêle	Cœcum	Côlon	Appendice
3	$\bar{x}$	15,9	13,3	12,8	11,3	14,5
	$s_{\bar{x}}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
5	$\bar{x}$	18,0	13,8	10,9	12,6	16,7
	$s_{\bar{x}}$	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3
7	$\bar{x}$	18,9	14,6	11,7	13,5	18,6
	$s_{\bar{x}}$	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
9	$\bar{x}$	18,9	15,3	12,7	15,0	19,1
	$s_{\bar{x}}$	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4
11	$\bar{x}$	20,8	16,5	13,7	15,2	17,9
	$s_{\bar{x}}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

On observe cependant dans cette évolution certaines différences d'un segment à l'autre. Dans le cas de l'estomac, l'augmentation de la teneur en matière sèche survient essentiellement entre 3 et 5 semaines d'une part, et entre 9 et 11 semaines d'autre part. Cette évolution croissante est relativement régulière dans le cas de l'intestin grêle et du côlon. Par contre, pour le cœcum, on observe tout d'abord une diminution significative de la teneur en matière sèche entre 3 et 5 semaines, suivie d'une augmentation assez régulière. A 9 semaines, la teneur en matière sèche du cœcum a rejoint sa valeur de départ à 3 semaines, et la dépasse significativement à 11 semaines ( $P < 0,01$ ). Enfin, la teneur en matière sèche de l'appendice augmente fortement entre 3 et 9 semaines pour décroître ensuite. La valeur observée à 11 semaines reste cependant supérieure de 23 p. 100 à celle enregistrée à 3 semaines.

### 4. Densité linéaire.

La densité linéaire, exprimée en poids de tissu intestinal frais par unité de longueur du segment considéré, évolue différemment selon les territoires digestifs (tabl. 5).

Dans le cas de l'intestin grêle, à une augmentation rapide de la densité linéaire entre 3 et 7 semaines, succède une réduction de 25 p. 100 à 11 semaines, par rapport au maximum atteint à 7 semaines.

TABLEAU 5

*Densités linéaires de l'intestin grêle, du cæcum et du côlon, en mg de tissu frais par cm*  
Valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et écart type de la moyenne ( $s_{\bar{x}}$ ) pour chaque classe d'âge

Viscère	Critère	Age en semaines				
		3	5	7	9	11
Intestin grêle	$\bar{x}$	90,67	188,07	236,55	194,72	177,00
	$s_{\bar{x}}$	2,07	4,38	4,17	4,52	4,51
Cæcum	$\bar{x}$	192,40	490,90	652,65	607,77	583,45
	$s_{\bar{x}}$	4,61	12,57	14,02	11,36	17,86
Côlon	$\bar{x}$	76,05	158,52	201,55	239,07	228,35
	$s_{\bar{x}}$	1,75	3,55	2,64	4,43	3,97

La densité linéaire du cæcum suit une évolution de même type, avec cependant une croissance plus importante et une diminution entre 7 et 11 semaines qui n'est que de 10 p. 100. Par contre, la densité linéaire du côlon n'atteint son maximum qu'à 9 semaines et décroît ensuite de moins de 5 p. 100 entre 9 et 11 semaines, à l'instar du cæcum.

TABLEAU 6

*Densités linéaires de l'intestin grêle, du cæcum et du côlon en mg de tissu sec par cm*  
Valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et écart type de la moyenne ( $s_{\bar{x}}$ ) pour chaque classe d'âge

Viscère	Critère	Age en semaines				
		3	5	7	9	11
Intestin grêle	$\bar{x}$	12,13	25,92	34,56	29,69	29,45
	$s_{\bar{x}}$	0,28	0,56	0,72	0,76	0,94
Cæcum	$\bar{x}$	25,26	53,83	75,68	77,16	80,19
	$s_{\bar{x}}$	0,75	1,30	2,17	1,62	2,14
Côlon	$\bar{x}$	8,59	19,86	27,19	35,54	34,53
	$s_{\bar{x}}$	0,22	0,47	0,50	0,54	0,74

Lorsqu'on exprime la densité linéaire en poids de tissu intestinal sec par unité de longueur du segment considéré (tabl. 6), on retrouve pour le côlon le même type d'évolution que celui décrit sur la base de sa densité linéaire exprimée en poids frais

par unité de longueur. En ce qui concerne l'intestin grêle, la réduction observée entre 7 et 11 semaines, ne se retrouve qu'entre 7 et 9 semaines. En effet, l'augmentation de la teneur en matière sèche permet d'obtenir la même densité linéaire de tissu sec à 9 et 11 semaines. Dans le cas du cæcum, on observe au-delà de 7 semaines une légère augmentation de la densité linéaire du tissu sec, au lieu de la diminution enregistrée pour le tissu frais.

## B. — *Analyse multidimensionnelle*

L'analyse factorielle des correspondances a été appliquée sur les 200 lapins, dans le but de caractériser les particularités de l'anatomie digestive de chaque classe d'âge. Son application à chaque groupe de 40 lapins vise à définir des liaisons ou oppositions entre caractères, pour des animaux de même âge.

### 1. *Analyse toutes classes d'âge confondues.*

Pour ce premier type d'analyse, nous avons utilisé diverses associations de variables. Cette façon d'opérer permet de préciser d'emblée que l'introduction dans l'analyse des poids secs des segments digestifs ne modifie en rien les résultats. La localisation des poids secs dans les plans est en effet toujours voisine de celle des poids frais homologues. D'autre part, l'introduction ou non du poids vif des lapins parmi les variables fournies à l'ordinateur pour le calcul, est également sans importance. L'absence éventuelle de la donnée poids vif n'empêche nullement l'ordinateur dans certains cas particuliers de classer les lapins selon leur poids vif.

Le premier facteur identifié par l'analyse, et expliquant à lui seul 62,1 p. 100 de la variation totale, se présente comme un gradient d'âge et consécutivement comme un gradient très approximatif des poids individuels, si l'on examine la répartition des animaux. La localisation sur cet axe des projections des diverses variables montre l'association de telle ou telle mensuration à l'une ou l'autre des classes d'âge. Le second facteur opère un tri entre les animaux allaités (3 semaines) associés aux mesures de longueur, et l'ensemble des autres lapins, associés selon le précédent facteur à telle ou telle variable. Ce tri exprime à lui seul 14,3 p. 100 de la variation totale.

La projection de tous les points représentatifs dans le plan défini par les axes des deux facteurs ci-dessus, montre à l'évidence ces diverses associations (fig. 3). On remarque en particulier que les animaux de 3 semaines ont une longueur importante de tous leurs segments digestifs. On peut également caractériser les animaux de 5 semaines par le poids de l'estomac et de l'intestin grêle, ceux de 7 et 9 semaines par les poids de cæcum et de côlon, et ceux de 11 semaines par les poids de l'appendice et du foie. En définitive, le facteur 1 peut être considéré comme le reflet de l'évolution relative de la croissance des différents segments digestifs, le long d'un gradient d'âge. Le facteur 2 répond exclusivement à la nature du régime alimentaire lacté, pour lequel l'essentiel de la croissance pondérale digestive ne n'est pas encore effectué.

Le troisième facteur, qui explique 11,4 p. 100 de la variation totale, identifie, indépendamment de toute classe d'âge, l'association chez certains animaux d'un foie et d'un intestin grêle lourds, avec un appendice et un côlon légers, ou réciproquement. A titre indicatif, les 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> facteurs, représentant respectivement 4,5 et



2,8 p. 100 de la variation totale, tendent l'un à classer les animaux selon le poids de leur appendice (4<sup>e</sup> facteur), l'autre à définir l'équilibre entre les poids frais de côlon et d'appendice (association des appendices les plus légers avec les côlons lourds, et vice versa).

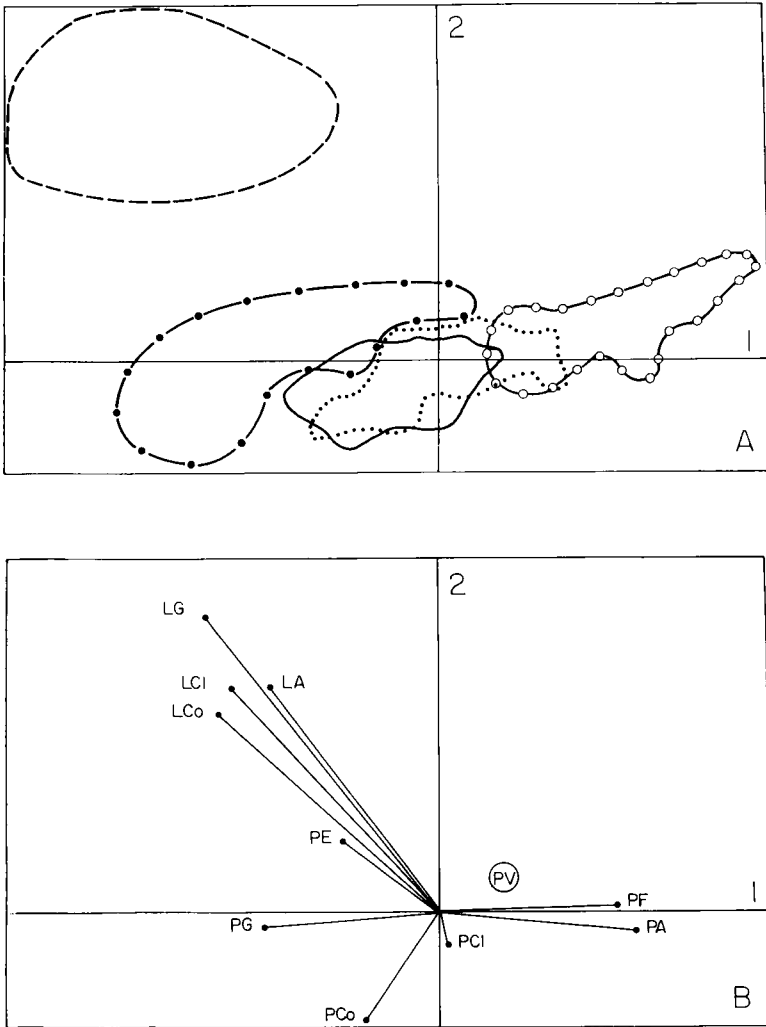


FIG. 3. — Analyse des correspondances sur les 200 lapins

Représentation graphique de la projection des individus et des variables dans le plan défini par les axes des facteurs 1 et 2. Pour faciliter la lecture, les projections respectives des individus (A) et des variables (B) ont été dissociées.

- A : — — — — 3 semaines  
 ● — ● — ● — 5 —  
 — — — — 7 —  
 ..... 9 —  
 ○ — ○ — ○ — 11 —

B : LG : longueur de l'intestin grêle ; LCo : longueur du cœcum ; LCI : longueur du côlon ; LA : longueur de l'appendice ; PE : poids de l'estomac ; PG : poids de l'intestin grêle ; PCo : poids du cœcum ; PCI : poids du côlon ; PA : poids de l'appendice ; PF : poids du foie ; PV : poids vif.

## 2. Analyse par classe d'âge.

Pour cette série d'analyses, nous avons travaillé sur les mêmes associations de variables que dans le cas des analyses sur 200 lapins. De la même façon, l'apport ou l'exclusion des variables poids vif de l'animal et poids sec des segments digestifs, ne modifient pas les résultats des analyses. Par contre, l'introduction parmi les variables du poids du foie et des reins modifie nettement l'ordre hiérarchique des facteurs isolés, par déclassement de certains d'entre eux.

Pour la population âgée de 3 semaines, le premier facteur isolé souligne le fait que les lapins les plus lourds offrent aussi un foie et un appendice relativement lourds. Le facteur n° 2 trie essentiellement les animaux selon le poids relatif de leurs reins ainsi que la longueur et le poids de leur cæcum. On trouve ainsi associés chez les mêmes animaux des reins lourds et un cæcum très développé. Mais dans l'analyse ne comportant pas les variables foie et reins, ce second facteur correspond uniquement à des longueurs et poids relatifs de cæcum. Dans l'ensemble, les animaux dotés d'un cæcum développé ont un poids vif faible. Le troisième facteur souligne l'association chez les mêmes lapins entre un territoire cæco-colique peu développé, et un intestin grêle à la fois long et lourd (et réciproquement). En quatrième position, apparaît une opposition entre le développement pondéral des composants du gros intestin : cæcum et appendice d'une part et côlon d'autre part. Le facteur n° 5 complète l'observation réalisée par le facteur 3 : l'association d'un intestin grêle long et d'un cæcum léger inclut en outre un appendice peu développé. La réciproque est également vraie.

À 5 semaines, l'introduction des variables poids du foie et des reins fait apparaître deux facteurs d'importance qui décalent la plupart des autres facteurs décelés en leur absence. La complémentarité des analyses permet ainsi de dénombrer 7 axes de discrimination qui traduisent successivement, dans l'ordre d'importance décroissante, les faits suivants :

— Indépendamment du poids vif, les foies lourds sont enregistrés chez les animaux à cæcum léger (et inversement).

— La présence d'un cæcum et d'un appendice légers est généralement associée à un intestin grêle lourd.

— Les animaux sont ici classés selon le poids des reins, une certaine association entre un cæcum léger et des reins lourds (ou vice versa) étant en outre décelée.

— Les animaux à poids vif élevé présentent également un appendice lourd en valeur absolue, mais un cæcum relativement léger.

— La présence d'un estomac lourd est associée à un côlon relativement léger.

— Les animaux dotés d'un tube digestif (intestin grêle, cæcum et côlon) relativement long, ont un appendice léger.

— Les lapins lourds ont, relativement à leur poids, un appendice léger.

Chez les animaux de 7 semaines, un seul facteur est apporté par l'introduction de la variable poids du foie, dont l'importance est prééminente. Les axes successifs sont interprétés comme suit :

— Les animaux qui, indépendamment de leur poids vif, possèdent un foie particulièrement lourd, ont aussi une masse intestinale et surtout un territoire cæco-colique relativement réduits (en longueur et en poids).

— Les cæcums lourds, relativement au poids vif du lapin, accompagnent des appendices légers, même en valeur absolue.

— Cet axe classe les individus selon le poids relatif de leur intestin grêle.

— Les côlons de faible longueur, et relativement légers, sont associés à des appendices relativement lourds.

— Les gros lapins ont un appendice relativement léger.

— Ces mêmes animaux lourds ont, relativement à leur poids vif un intestin grêle court et un estomac léger.

Chez les lapins âgés de *9 semaines*, l'introduction de la variable poids du foie apporte comme à 7 semaines un facteur prépondérant. L'interprétation des axes successivement isolés est la suivante :

— Les foies lourds sont observés conjointement aux intestins grêles et cæcums légers.

— A ces intestins grêles légers sont aussi associés des appendices légers et des côlons relativement lourds.

— Aux cæcums légers s'associent également les estomacs lourds.

— Les côlons lourds sont joints aux appendices relativement légers, cette association précédemment relevée, est à nouveau isolée ici de façon indépendante.

— Cet axe relie des cæcums relativement lourds, et des appendices légers en valeur absolue.

Pour des sujets de *11 semaines*, l'introduction des variables poids du foie et des reins est à nouveau essentielle. On observe successivement :

— Les foies et reins lourds coexistant avec une masse intestinale légère.

— Les intestins grêles lourds relativement au poids vif sont associés à un côlon peu développé (longueur et poids).

— Ce côlon peu développé est associé à un appendice lourd.

— Des poids d'estomac et de cæcum faibles sont également présents avec les appendices lourds en valeur absolue.

— Les appendices lourds en valeur relative sont associés à des cæcums à densité linéaire élevée.

### 3. *Synthèse des résultats.*

L'ensemble des résultats précédemment exposés est synthétisé dans le tableau 7, qui permet de saisir l'évolution avec l'âge des variables ou associations de variables susceptibles de permettre le tri des individus.

Un fait est particulièrement remarquable : le poids vif des individus, qui constitue indirectement le premier facteur de tri dans l'analyse globale sur 200 lapins, n'est réellement discriminant à l'intérieur d'une classe d'âge, que pour les lapereaux de 3 semaines. Au-delà (5 et 7 semaines) le poids est évoqué seulement en 5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup> position, c'est-à-dire pour un pourcentage de variation expliquée faible. Toutes les longueurs intestinales, qui caractérisaient les lapereaux allaités de 3 semaines par rapport aux autres populations, sont, au sein de cette classe 3 semaines, évoquées dans la plupart des facteurs, après le facteur poids vif précité.

Une différence apparente entre les conclusions des analyses sur les deux types de population (200 ou 40) mérite d'être explicitée : en effet, le 3<sup>e</sup> facteur de l'analyse

sur les 200 lapins associe les foies lourds et les intestins grêles lourds, tandis que le facteur I, à partir de 7 semaines, associe un foie lourd à une masse intestinale ou un intestin grêle léger. Ces associations différentes entre les mêmes viscères peuvent être

TAR

Synthèse des résultats des analyses factorielles d

Age en semaines	3	5
Facteur 1	A <sup>(1)</sup> : 57,5 % <sup>(2)</sup> Lapin lourd Foie, appendice lourd <sup>(3)</sup>	S <sup>(1)</sup> : 39,5 % A : 45,8 % Foie lourd (Abs) <sup>(5)</sup> Cæcum léger (Abs)
Facteur 2	A : 14,7 % Reins lourds (Rel) <sup>(4)</sup> Cæcum long et lourd (Rel)	S : 23,1 % A : 27,7 % Cæcum et appendice légers Intestin grêle lourd
Facteur 3	A : 11,0 % Territoire cæco-colique réduit Intestin grêle long et lourd	S : 16,2 % A : 10,9 % Cæcum léger Reins lourds
Facteur 4	A : 6,6 % Poids élevé, cæcum, appendice Poids faible colon	S : 10,4 % A : 7,1 % Appendice lourd (Abs) Cæcum léger (Rel)
Facteur 5	A : 4,0 % Intestin grêle long Cæcum léger Appendice peu développé	S : 5,1 % A : 3,2 % Estomac lourd Colon léger (Rel)
Facteur 6		A : — Tube digestif long (Rel) Appendice léger
Facteur 7		S : 5,9 % A : — Lapin lourd Appendice léger (Rel)

(1) Analyse avec le foie et les reins = A.

Analyse sans le foie ni les reins = S.

(2) 57,5 p. 100 : pourcentage de la variation totale expliquée par ce facteur dans l'analyse considérée (A ou S).

(3) L'association inverse est également vérifiée.

(4) (Rel) = en valeur relative au poids vif.

(5) (Abs) = en valeur absolue.

expliquées par la non ressemblance entre les animaux situés à une extrémité d'une classe d'âge donnée, et ceux de l'autre extrémité de la classe d'âge voisine. Il semblerait donc que des animaux de deux classes d'âge, appartenant dans les deux cas à la frange supérieure (ou inférieure) des poids de la population, ne diffèrent pas entre

eux selon les mêmes critères que des animaux d'un poids vif analogue appartenant les uns à la frange supérieure d'une classe d'âge, les autres à la frange inférieure de la classe d'âge consécutive. En définitive, la classification établie sur les 200 lapins

AU 7

Correspondances effectuées à l'intérieur de chaque classe d'âge

7	9	11
A : 53,9 % Foie lourd Masse intestinale courte légère	A : 52,7 Foie lourd Intestin grêle léger Cæcum léger	A : 69,6 % Foie lourd Reins lourds Masse intestinale légère
A : 15,3 % Cæcum lourd (Rel) Appendice léger (Abs)	A : 21,8 % Intestin grêle léger Appendice léger (Rel) Côlon lourd (Rel)	A : 11,2 % Intestin grêle lourd (Rel) Côlon court et léger
A : 12,4 % Classement sur poids de l'intestin grêle (Rel)	A : 12,2 % Cæcum léger Estomac lourd	A : 6,2 % Côlon court et léger Appendice lourd
A : 6,7 % Côlon court léger (Rel) Appendice lourd (Rel)	A : 5,9 % Côlon lourd Appendice léger (Rel)	A : 5,1 % Estomac léger Cæcum léger Appendice lourd (Abs)
A : — Lapin lourd Appendice léger (Rel)	A : 3,5 % Cæcum lourd (Rel) Appendice léger (Abs)	A : 3,5 % Appendice lourd (Rel) Cæcum forte densité linéaire
A : — Lapin lourd Intestin grêle court (Rel) Estomac léger (Rel)		

répartis en 5 classes d'âge, traduit l'évolution de la masse digestive au cours du temps, tant pour les animaux malingres que pour les animaux lourds. La classification établie à l'intérieur de chaque classe d'âge met en évidence les associations ou oppositions qui permettent de distinguer les animaux bien ou mal venus.

Parmi les résultats des analyses effectuées sur chaque classe d'âge, on remarque plus particulièrement l'importance exceptionnelle du foie qui constitue toujours, quel que soit l'âge, un élément essentiel du premier facteur discriminant. Ce poids de foie n'intervient plus dans les autres facteurs. A l'inverse, le poids des reins ne constitue qu'un élément occasionnel de tri des animaux. Il en est de même pour l'estomac.

En ce qui concerne l'intestin, on constate la disparition de toute importance de la longueur de ses segments, en tant que facteur de tri, au-delà de 3 semaines. Le poids de tissu intestinal de chacun des segments intervient le plus souvent comme l'un des éléments des multiples interactions décelées, quelle que soit la classe d'âge. On constate cependant l'apparition plus fréquente d'interactions mettant en jeu le cæcum et l'appendice. Ces deux derniers segments sont généralement dissociés, voire opposés. On peut souligner à nouveau le fait que le viscère le plus discriminant d'une classe d'âge selon l'analyse sur 200 lapins, ne constitue pas nécessairement l'élément préférentiel de tri à l'intérieur de la classe d'âge envisagée.

#### 4. Influences maternelles et sexe des individus.

##### a) Portée.

On a tout d'abord recherché les ressemblances éventuelles entre animaux appartenant à une même portée. Cet effet portée traduit des caractéristiques apportées par un couple père-mère, et des effets strictement maternels. L'introduction dans l'analyse des correspondances du numéro de la mère de chaque lapin, ne modifie en rien la répartition des sujets (lapins) ou des variables (mensurations). Elle permet d'associer un éventuel effet portée à tel ou tel secteur digestif. La localisation de cet effet portée permet, par sa proximité avec l'un des facteurs de tri précédemment décrits, d'évoquer le rôle éventuel de l'effet portée comme déterminant de la particularité digestive sur laquelle s'effectue le tri.

La dispersion des animaux à l'intérieur d'une même portée est plus faible que la dispersion des animaux d'une même classe d'âge. On peut donc conclure à un effet discriminant de la portée. Ce phénomène est très marqué pour les lapins de 3 semaines et l'est de moins en moins lorsqu'on considère des animaux d'un âge plus avancé. Il faut toutefois remarquer que d'une classe d'âge à l'autre, les portées représentées sont différentes, et que à l'intérieur d'une même classe, elles sont nécessairement en nombre réduit.

Compte tenu de ces restrictions, chez les animaux de 3 semaines, l'effet portée correspond essentiellement à une distinction des animaux selon les longueurs intestinales et le poids des reins. A 5 semaines, il correspond à une distinction selon les poids d'intestin grêle et de cæcum, à 7 semaines selon les poids de foie, d'appendice et d'intestin grêle, à 9 semaines selon les poids d'intestin grêle, d'appendice et de côlon, et à 11 semaines selon le poids et la longueur du côlon, ainsi que le poids d'appendice.

Enfin on a recherché une influence éventuelle de l'âge de la mère à travers le numéro de sa gestation. Il ne nous a pas été possible de discerner de phénomène saillant.

##### b) Sexe.

La population totale comportait 92 femelles pour 108 mâles, soit 46 p. 100 de femelles. La répartition des sexes à l'intérieur de chaque classe est plus irrégulière :

60 p. 100 de femelles à 3 semaines ; 37,5 p. 100 à 5 semaines ; 62,5 p. 100 à 7 semaines ; 30 p. 100 à 9 semaines ; et 40 p. 100 à 11 semaines.

Comme pour l'effet portée, la recherche des proximités entre variables mesurées et sexe, tel qu'il est isolé par l'analyse, pourrait conduire à associer telle caractéristique viscérale à l'un ou l'autre sexe. Cependant, l'examen de toutes les représentations graphiques donne ici à penser qu'il s'agit surtout d'associations aléatoires, conséquences du déséquilibre entre sexes à l'intérieur de chaque classe d'âge. Cette thèse est étayée par le fait qu'aucune des comparaisons des moyennes des mensurations viscérales entre sexes n'est significative.

## DISCUSSION

### I. — *Observations liées à la méthodologie*

Dans le précédent travail, nous avons souligné l'intérêt de la mesure des poids secs pour le contrôle de la technique de lavage de l'intestin. Cependant, l'observation d'une évolution distincte de ces 2 types de données (poids frais et poids sec) conduit à une remarque importante, soulignée par l'évolution propre de la teneur en matière sèche. En effet, une telle différence ne peut que refléter, à notre sens, une modification des aptitudes fonctionnelles du tube digestif.

Cela étant, un changement de nature des constituants de la matière sèche, à teneur égale de celle-ci, peut être à l'origine d'une légère variation pondérale, selon que cette composition évolue par exemple vers une surcharge en lipides, ou une surcharge en minéraux, les caractéristiques volumétriques de l'organe restant identiques. Ce type de variations mérite une étude plus particulière, notamment chez des animaux âgés.

L'évolution du poids de la masse digestive entre 3 et 11 semaines peut être caractérisée dans la population étudiée par une légère augmentation, relativement au poids vif, entre 3 et 5 semaines, puis par une diminution entre 5 et 11 semaines. Pour la même période, CANTIER *et al.* (1969) décrivent une évolution décroissante du poids de la masse digestive par rapport au poids vif. Pour ces auteurs, ce résultat est exprimé par le coefficient d'allométrie minorant de la masse digestive entre 3 et 26 semaines, ce qui est incompatible avec l'évolution que nous avons observée. En effet, le changement que nous enregistrons après 5 semaines aurait dû se traduire par une modification du coefficient d'allométrie. Toutefois, il se pourrait que ce changement, localisé après 5 semaines pour notre population, soit celui observé par CANTIER *et al.* (1969) aux environs de 3 semaines. Il ne semble pas que cette différence dans l'évolution puisse être liée au mode d'expression, sachant que pour CANTIER *et al.* (1969), la masse digestive comprend en plus de l'intestin et de l'estomac, les mésos digestifs, le pancréas et l'œsophage.

Quoi qu'il en soit, les variations respectives, non simultanées, des différents segments digestifs démontrent qu'une étude de la masse digestive totale ne permet de saisir qu'une variation moyenne résultante. Son intérêt, certain vis-à-vis des performances à l'abattage des animaux, est des plus réduits sur le plan physiologique.

En ce qui concerne les mensurations des divers segments, il paraît difficile de comparer nos résultats à ceux de JELENKO *et al.* (1971). En effet, ces auteurs considèrent la moyenne des mensurations d'un groupe de 7 lapins *néo-zélandais* dont les poids varient entre 1 290 et 2 186 g, et l'âge entre 8 et 16 semaines. Ces poids vifs nous semblent anormalement faibles pour des animaux de cet âge dans la race considérée.

Enfin, pour en terminer avec les observations d'ordre méthodologique, il convient de souligner tout l'intérêt des analyses multidimensionnelles, récemment rappelé par ARBONNIER (1971), et plus particulièrement celui de l'analyse factorielle des correspondances, par rapport à la technique d'allométrie. En effet, cette dernière correspond à une étude analytique de variations d'éléments particuliers alors que l'analyse des correspondances autorise une vision très synthétique des phénomènes physiologiques. D'autre part, l'étude d'allométrie implique l'utilisation d'une base de référence : TESSIER (1955 *a* et *b*) a montré que la méthode d'analyse en composantes principales permet de définir objectivement une variable de référence. Cependant, cette nouvelle variable (ou composante principale) reste sur le plan de l'interprétation un concept pourvu d'une valeur numérique intangible, mais dont la signification physiologique est parfois difficile à déterminer. De ce fait, et par commodité, nombre d'expérimentateurs utilisent arbitrairement le poids vif comme référence directement accessible. L'analyse des correspondances permet à l'inverse de se dispenser de base de référence. Son usage nous conduit alors à constater qu'à l'intérieur d'une même classe d'âge, le poids vif des animaux n'est pas discriminant, ce qui démontre par conséquent que l'utilisation du poids vif comme base de référence d'une étude d'allométrie de taille des viscères constitue un choix arbitraire erroné. De même, si l'on considère la population totale des lapins étudiés, le poids vif ne présente qu'un faible pouvoir de discrimination. Encore ne s'agit-il que d'une référence secondaire à la discrimination des classes d'âge. L'usage du poids vif comme base de référence d'une étude d'allométrie de croissance reste donc un choix très imparfait dans le cas considéré.

## 2. — *Évolution morphologique et hypothèses fonctionnelles*

L'examen de l'évolution de la longueur intestinale, relativement au poids vif, montre l'importance de ce critère chez le très jeune animal. Cette importance est soulignée par l'analyse des correspondances (sur 200 lapins), qui isole les lapins de 3 semaines, en association avec toutes les mesures de longueur, comme second facteur de tri après l'âge. Ce seul fait explique près de 15 p. 100 de la variation totale observée entre 3 et 11 semaines. On peut donc conclure à la précocité du développement linéaire, et à sa nette dissociation de la croissance pondérale.

Le développement pondéral, relativement au poids vif, des divers territoires de l'intestin est plus ou moins précoce ou étalé dans le temps. Sur ce point, l'analyse des correspondances (sur 200 lapins) montre, entre 5 et 11 semaines, l'association du poids de tel ou tel organe, comme facteur discriminant de l'une ou l'autre classe d'âge. Dans ces limites (5 à 11 semaines), le classement des poids respectifs de ces viscères, associé au facteur 1 (62 p. 100) reflète la précocité du développement de chacun d'entre eux selon la hiérarchie suivante : intestin grêle, cæcum, côlon, appendice.

A ce sujet, il est permis de se demander si l'accélération de la croissance pon-



dérale entre 3 et 5 semaines, est simplement concomitante ou résultante du passage à l'aliment sec lors du sevrage. Deux hypothèses peuvent être ici formulées : la consistance d'un aliment cellulosique induit par effet mécanique un développement accru de la musculature intestinale, ou bien, sa digestibilité moins élevée que celle du lait appelle un développement morphologique de la muqueuse intestinale. Ces deux hypothèses ne s'excluent nullement.

Une autre période présente un intérêt particulier. En effet, c'est à environ 7 semaines que l'on observe la conjonction des principales modifications dans le développement des différents segments digestifs. Il nous paraît important de souligner la coïncidence de ce phénomène avec un ralentissement de la vitesse de croissance et le commencement de l'activité endocrine des glandes génitales. En effet, CANTIER *et al.* (1969) mentionnent un gain pondéral hebdomadaire maximum au cours de la 6<sup>e</sup> semaine. CRARY et SAWIN (1960) l'observent pour 2 autres souches respectivement vers 40 et 50 jours d'âge. D'autre part SKINNER (1967) relève à 42 jours les premiers signes de sécrétion de testostérone.

Un troisième type de phénomène général est décelé par l'analyse des correspondances (sur 200 lapins) : il s'agit de l'association chez les mêmes animaux d'un intestin grêle et d'un foie lourds d'une part, et d'un côlon et d'un appendice légers d'autre part, et réciproquement. L'importance de ce facteur de tri incite à considérer ces deux types morphologiques comme le reflet de deux types fonctionnels d'animaux. Diverses hypothèses peuvent être formulées : pour un même aliment, un niveau d'ingestion plus important pourrait expliquer un développement accru de l'intestin grêle, mais dans ces conditions, la quantité de digesta parvenant au côlon croît de façon corrélative. La présence d'un côlon léger est alors difficilement compréhensible. Dès lors, pour un même niveau d'ingestion, le développement pondéral accru de l'intestin grêle pourrait refléter une capacité fonctionnelle d'absorption plus grande, associée à un développement morphologique de la muqueuse plus important. Cette capacité d'absorption élevée stimulerait la fonction hépatique de régulation. Par ailleurs, l'intensité de l'activité de la flore colique, comme celle du tissu de cet organe, seraient proportionnellement réduites. Dans cette perspective, le faible développement de l'appendice pourrait être interprété comme une moindre stimulation des organes lymphoïdes face à une flore moins explosive. Partant de ces hypothèses, il sera intéressant d'examiner les relations existant sur le plan fonctionnel (adaptation enzymatique, capacité d'absorption...) entre le foie, l'intestin grêle et le côlon. Il importera sur ce point de préciser l'interférence du niveau d'ingestion et de la composition de l'aliment.

Cependant, on comprend encore difficilement la raison de l'intervention électorale du côlon et non du territoire cæco-colique dans cette interaction. Or, BONNAFOUS et RAYNAUD (1966-1967-1968-1970) ont montré le rôle d'absorption du côlon dans le cas de production de crottes dures, et sa fonction de sécrétion pour la production du mucus des cæcotrophes. On conçoit alors que, dans le cas d'animaux disposant d'une intense absorption au niveau de l'intestin grêle, la fonction d'absorption du côlon soit réduite, ainsi que sa fonction de sécrétion par le fait d'une moindre quantité de digesta correspondant à la coprophagie. Ces fonctions coliques restent indépendantes du rôle de stockage du cæcum. Cette dernière hypothèse mérite, au même titre que les précédentes, une confirmation directe, avant son adoption définitive.

Si l'on examine à l'intérieur de chaque classe d'âge les phénomènes isolés par

les analyses des correspondances (sur 40 lapins), on constate tout d'abord que le poids du foie constitue systématiquement l'élément essentiel du tri opéré sur l'axe du facteur 1, quelle que soit la classe d'âge considérée. Il est également important de remarquer que le foie n'intervient dans aucun des autres facteurs pour aucune des classes d'âge. A l'inverse, les poids, voire les longueurs des segments du tube digestif, interviennent à des niveaux variés des différents facteurs. Les différentes analyses font intervenir les poids des divers territoires d'une manière beaucoup plus fréquente que leurs longueurs. Enfin, on remarque le rôle relativement limité du poids de l'estomac comme facteur de discrimination des animaux dans les différentes classes d'âge.

En dépit de sa faible importance en valeur absolue, l'appendice joue un rôle important dans le classement des animaux puisqu'il est évoqué avec une fréquence équivalente à celle des autres segments de l'intestin. On remarque tout d'abord qu'en dépit de la proximité anatomique, l'appendice et le cæcum évoluent de façon largement indépendante. Ceci justifie *a posteriori* leur séparation sur un critère de pure morphologie (ARVY et POMPIDOU, 1972). Par ailleurs, on constate chez les animaux de 3 semaines des appendices lourds chez les lapereaux les plus lourds, alors qu'à partir de 5 semaines, les individus les plus lourds présentent des appendices légers. Cette particularité survient encore après l'implantation de la flore définitive (SMITH, 1965) et le début de la coprophagie (MYERS, 1955). Le développement de l'appendice paraît donc essentiellement dépendre du poids vif de l'animal allaité alors qu'il est soumis à l'équilibre fonctionnel du tube digestif à partir du sevrage.

On retrouve à l'intérieur de chacune des classes d'âge la notion d'équilibre entre les développements respectifs de l'intestin grêle d'une part, du cæcum et plus spécialement du côlon d'autre part. Cette opposition, présente à 3 semaines, revêt une importance plus grande à partir de 5 semaines.

Une dernière observation concerne le développement des reins et du cæcum relativement au poids vif des animaux. En effet, à 3 semaines, les animaux les moins lourds présentent simultanément un cæcum et des reins développés, alors qu'à partir de 5 semaines ces animaux à croissance modérée présentent toujours un cæcum lourd, mais des reins légers. Tout se passe comme si la croissance de certains organes, tel le rein, était plus affectée par les difficultés de croissance.

## CONCLUSIONS

Il paraît évidemment difficile de conclure une telle étude de morphologie autrement que par la description des résultats obtenus. Cependant, au-delà de ce caractère descriptif, il est particulièrement intéressant de souligner la coïncidence, sur le plan de l'évolution, des étapes de remaniements morphologiques et des époques marquantes de la vie de l'individu : sevrage et maturation sexuelle. D'autre part, ont été décelés des équilibres essentiels, non soumis aux aléas de la croissance (âge et poids) en particulier au niveau de l'interaction entre foie, intestin grêle et côlon. Enfin, les techniques utilisées ont permis d'aller au-delà de la description chiffrée des caractéristiques viscérales, en suscitant nombre d'hypothèses quant à la physiologie digestive

de cette espèce. Dans ce sens, l'étude de la morphologie s'avère un moyen utile de choix de l'objet d'études physiologiques ultérieures.

En définitive, cette recherche des principaux facteurs déterminants des variations relatives de la croissance du foie, des reins et des segments intestinaux, entre 3 et 11 semaines d'âge, a montré que la croissance de ces viscères s'effectue, certes, en fonction de l'âge, donc approximativement du poids vif, mais que au sein d'une population d'âge donné, le poids vif n'a aucun pouvoir déterminant de leur croissance. Celle-ci paraît conditionnée par les interrelations fonctionnelles entre territoires digestifs. La prépondérance de tel ou tel segment ne peut être attribuée qu'à des facteurs génétiques ou de milieu. En retour, les conditions fonctionnelles créées par cet équilibre pourraient être en partie à l'origine des différences de poids vif. Enfin, dans les limites de l'étude considérée, le sexe ou les facteurs maternels ne semblent pas avoir d'effet très net.

*Reçu pour publication en juillet 1972.*

## SUMMARY

### VISCERAL MEASUREMENTS IN THE RABBIT

#### II. — MAJOR DETERMINING FACTORS OF THE RELATIVE VARIATIONS IN THE GROWTH OF THE LIVER, KIDNEYS AND INTESTINAL SEGMENTS BETWEEN 3 AND 11 WEEKS OF AGE

Measurements of the liver, kidneys and intestine of 200 *Californian* rabbits of both sexes made during a previous trial were analyzed in order to establish the main determining factors of the relative variations in the growth of these organs between 3 and 11 weeks of age. A special attention was given to the relative development of the length of the intestinal segments and of the weight of the various organs as compared to live weight, as well as the development of the dry matter content in the gastro-intestinal tissue and that of the linear density of the intestine. In addition, all data were interpreted by means of multivariate analysis (factor analysis for contingency tables).

It has been noticed that the main morphological changes occur at weaning and at sexual maturity, two major phases in the life of an individual. In general, the growth of the viscera takes place according to age, and therefore approximately depends on live weight, but in a population of a given age, the live weight has no determining influence on growth of the viscera. In fact, the latter seems to be conditioned by functional reciprocal relations between the various digestive territories. An essential balance has been detected among these reciprocal relations, that is not subjected to the aleas of growth (age and weight) and that concerns the liver, small intestine and colon. On the basis of these observations, various hypotheses about physiology of digestion in this species have been discussed. Finally, within the age limits considered the effect of sex or maternal factors does not seem to be great.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARBONNIER M., 1971. Informatique et recherches agronomiques. *C. R. Acad. Agric. France*, **57**, 1214-1221.
- ARVY L., POMPIDOU A., 1972. L'appendice caecal des lagomorphes et les précurseurs DAUBENTON et PALLAS. *Rec. Med. Vet.*, **123**, 201-207.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1966. Recherches sur la sécrétion de mucus par un segment de côlon isolé chez le lapin domestique. *Arch. Sci. Physiol.*, **20**, 177-182.

- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1967. Recherches sur le rôle du côlon dans la dualité de l'excrétion fécale du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, **21**, 261-270.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1968. Mise en évidence d'une activité lysante du côlon proximal sur les micro-organismes du tube digestif du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, **22**, 57-64.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1970. Recherches sur les variations de la densité des micro-organismes dans le côlon du lapin domestique. *Experientia*, **26**, 52-53.
- CANTIER J., VÉZINHET A., ROUVIER R., DAUZIER L., 1969. Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*). I. Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 5-39.
- CRARY D. D., SAWIN P. B., 1960. Genetic differences in growth rate and maturation of rabbits. *Growth*, **24**, 111-130.
- JELENKO C., ANDERSON A. P., SCOTT T. H., WHEELER M. L., 1971. Organ weights and water composition of the New Zealand albino rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Am. J. Vet. Res.*, **32**, 1637-1639.
- LEBART L., FÉNELON J. P., 1971. *Statistique et information appliquée*, p. 426, Dunod, Paris.
- LEBAS F., LAPLACE J.-P., 1972. Mensurations viscérales chez le lapin. I. Croissance du foie, des reins, et des divers segments intestinaux entre 3 et 11 semaines d'âge. *Ann. Zootech.*, **21**, 37-47.
- MYERS K., 1955. Coprophagy in the european rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Australia. *J. Austr. Zool.*, **3**, 336-345.
- SKINNER J. D., 1967. Puberty in the male rabbit. *J. Reprod. Fert.*, **14**, 151-154.
- SMITH H. W., 1965. The development of the flora of the alimentary tract in young animals. *J. Pathol. Bacteriol.*, **90**, 495-513.
- TEISSIER G., 1955 a. Allométrie de taille et variabilité chez *Maia squinado*. *Archs. Zool. exp. gén.* **92**, 221-264.
- TEISSIER G., 1955 b. Sur la détermination de l'axe d'un nuage rectiligne de points. *Biometrics*, **31**, 344-356.
- TOMASSONE R., 1970. L'analyse factorielle des correspondances. III<sup>e</sup> Congrès J. U. F. R. O. du Groupe des Statisticiens forestiers, 7- 11-9, I. N. R. A., Jouy-en-Josas, in « n° spécial » I. N. R. A., 1972, p. 161-173.
-