ALLOMÉTRIE DE CROISSANCE CHEZ LE LAPIN (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*)

I. — PRINCIPAUX ORGANES ET TISSUS

J. CANTIER, A. VEZINHET, R. ROUVIER, L. DAUZIER

avec la collaboration technique de E. BOUTHIER, C. BRESSOT, Suzanne PAOLANTONACCI,
Marie-Claude SCHELLER et l'aide du personnel de l'Atelier de Calcul
du Département de Génétique animale du C. N. R. Z.

*Laboratoire de Zootechnie,
Centre de Recherches agronomiques du Midi,
École nationale supérieure agronomique, 34 - Montpellier
Station centrale de Génétique animale,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Nous avons étudié la croissance relative de certains organes et tissus, dans les deux sexes, d'une souche de lapins communs : glandes endocrines, foie, reins, tube digestif, peau, ensemble trachée-cœur-poumons, organes sexuels primaires, encéphale, ensemble des muscles, squelette, dépôts adipeux globaux. Nous avons disséqué 41 mâles et 40 femelles, répartis en 9 lots échelonnés de 9 à 182 jours.

Pour chaque organe ou tissu a été retenu l'ajustement représenté par la droite (ou les droites successives) de régression décrivant avec la variance résiduelle minimum, la relation du logarithme de son poids (y) et du logarithme du poids du corps vif vide pris comme variable de référence (x).

Les coefficients a d'allométrie sont, pour chaque organe, les coefficients de régression de $\log y$ sur $\log x$: leur valeur est consignée dans les tableaux 1, 2 et 3.

1° L'hypophyse, la thyroïde et le sang ne présentent pas de changement d'allométrie dans les deux sexes ;

— pour les surrénales, a augmente à 2 240-2 620 g chez le mâle et à 2 750-2 915 g chez la femelle ;

— pour les ovaires, a augmente à 1 550-1 580 g ;

— pour les testicules, a augmente à 890-1 060 g puis diminue vraisemblablement à 2 120-2 140 g ;

— pour les organes sexuels primaires, a augmente à 1 600-1 755 g chez le mâle et à 2 180-2 250 g chez la femelle.

Dans les deux sexes la peau présente une augmentation et le tissu adipeux deux augmentations du coefficient d'allométrie au cours de la croissance ;

— tous les autres tissus ou organes étudiés présentent dans les deux sexes une diminution du coefficient d'allométrie.

2° L'ordre de précocité moyenne décroissante suivant est mis en évidence dans les deux sexes : cerveau, reins, peau, squelette, foie, sang, tissu musculaire, dépôts adipeux.

3° Tous les changements d'allométrie se produiraient au cours de la période allant de 900 g à 2 600 g chez le mâle et à 2 900 g chez la femelle. A l'intérieur de cette période se manifestent des coïncidences entre les intervalles de changement d'allométrie de certaines glandes endocrines et de certains organes ou tissus, suggérant l'existence de crises physiologiques et de modifications des balances hormonales.

4° La femelle a une vitesse de croissance pondérale globale et un format adulte plus élevés, mais une précocité moindre que le mâle.

INTRODUCTION

Les recherches sur la croissance relative entreprises à ce jour se sont, en général, bornées à envisager l'évolution, au cours du développement, de quelques organes, tissus, ou appareils.

Ainsi les travaux de HAMMOND et de son école, et ultérieurement ceux de BOCCARD et *al.* (1962) sur l'Agneau, examinent principalement l'évolution moyenne de la composition anatomique de la carcasse en vue d'applications concernant la production de viande.

Certains chercheurs ont envisagé d'un point de vue plus fondamental, surtout chez les espèces de laboratoire, la croissance d'organes particuliers, notamment les glandes endocrines. BRODY (1945) donne ainsi des renseignements intéressants sur la croissance relative des glandes endocrines et de plusieurs viscères, chez le Chat, le Cobaye, le Rat.

Seul à notre connaissance BENEVENT a entrepris une étude de la croissance relative de l'ensemble des organes et tissus chez l'Agneau.

Chez le Lapin, on peut citer les travaux de KIBLER et *al.* (1943) traitant des thyroïde, surrénales et gonades, et de GIROD (1960) concernant les surrénales. HAMMAR (1932) a présenté de très nombreux résultats de dissections de lapins communs suédois de divers âges, à partir desquels il effectue une analyse anatomique et constitutionnelle ainsi qu'une étude de la croissance pondérale des principaux organes et du tissu musculaire considéré dans son ensemble ; mais la croissance relative n'est pas explicitement envisagée.

Enfin ROBB (1928) étudie la croissance relative des glandes endocrines et de certains organes de lapins géants et pygmées et de leurs métis ; et HRACHOVEC (1956) donne pour certains organes les courbes d'évolution du poids relatif en fonction du logarithme de l'âge et celles du logarithme du poids en fonction du logarithme du poids du corps.

Il nous a donc paru utile de caractériser la croissance relative des différents organes et tissus chez le Lapin. Dans ce but, nous avons cherché à définir, à partir d'un échantillon représentatif d'une population déterminée d'animaux, les lois moyennes du développement et leur variabilité, en utilisant la relation d'allométrie

(HUXLEY 1932 ; TEISSIER, 1934). Dans ce premier travail nous donnons les résultats concernant différents organes et glandes et les principaux tissus envisagés globalement.

Les résultats acquis nous paraissent constituer une étape indispensable dans l'étude de la physiologie du développement chez le Lapin. Dans une étape ultérieure nous étudierons comment ils peuvent fournir les premières indications quant aux âges et poids d'abattage et aux méthodes d'élevage pour obtenir une composition déterminée des carcasses.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel animal

La population considérée est une souche de lapins communs, sélectionnés et élevés au Laboratoire de Zootechnie de l'E. N. S. A. M. depuis 1960, dans les conditions décrites par PRUD'HON (1967 a).

Les courbes de croissance pondérale globale individuelle sont établies à partir des résultats des pesées hebdomadaires.

Techniques expérimentales

Chaque animal étudié est traité selon le processus décrit par CANTIER et VEZINHET (1968) ; les déperditions, par déshydratation notamment, sont restreintes grâce à la protection systématique du matériel par des gazes humides et des sacs en matière plastique, l'utilisation judicieuse du réfrigérateur ...

Sont enregistrés les résultats des pesées de toutes les parties disséquées, ainsi que des débris musculaires obtenus par raclage des os et des fragments ligamentaires, tendineux, aponévrotiques et périostiques, recueillis au cours du travail. Les pertes subies par le matériel traité en cours de dissection peuvent de la sorte être évaluées. Bien que différant suivant l'âge des animaux et avec les régions corporelles, elles demeurent toujours dans des limites acceptables. Ainsi, la perte totale moyenne relative au poids vif varie de 4,50 p. 100 à 2,02 p. 100 pour les animaux âgés de 9 à 182 jours. La plus grande teneur en eau des tissus des animaux jeunes explique cette différence, la cause principale des pertes étant la déshydratation ; la perte relative est plus importante pour des régions comme la tête (8,03 p. 100 à 9 jours à 5,77 p. 100 à 182 jours), et la queue (8,94 p. 100 à 7,36 p. 100), dont le traitement est plus long, que pour des régions comme le membre antérieur, rapidement disséqué (4,88 p. 100 à 2,47 p. 100) ; le membre postérieur subit une perte du même ordre que celle encourue par le corps entier (4,60 p. 100 à 9 jours à 1,95 p. 100 à 182 jours).

Méthodes statistiques

a) *Échantillonnage des animaux.*

Le choix d'une méthode d'échantillonnage a été dicté par les caractéristiques du type de données recueillies : KAVANAGH et RICHARDS (1943) proposent en effet une classification des types de données dont on peut disposer pour étudier l'évolution relative de deux caractères mesurés sur les mêmes animaux :

— Les données du type A correspondent à des mesures des deux caractères, effectuées sur un seul organisme, à différents âges.

— Dans le type B, les données sont des mesures effectuées sur les divers individus d'un groupe aussi homogène que possible, quant à l'âge notamment ; on les utilise dans des études sur les variations morphologiques et anatomiques entre individus de même âge.

— Le type C groupe les données analogues à celles du type A mais recueillies sur plusieurs individus aux mêmes âges.

— les données du type D sont obtenues sur plusieurs individus d'âges différents, dont chacun n'est mesuré qu'une seule fois.

Cette classification a été reprise par COCK (1963), qui distingue les données « longitudinales » (représentant les types A et C précédents), les données « statiques » (représentant le type B), celles qui correspondent à plusieurs groupes de données statiques recueillies à des âges fixes et différents, sur des lots d'animaux différents, enfin les données du type D de la classification précédente.

Dans les études portant sur l'évolution de la composition anatomique, on ne dispose au mieux, que de données du 3^e type (D) de la classification de COCK, puisqu'elles supposent le sacrifice des animaux. Il n'est donc pas possible de suivre des croissances relatives individuelles, à partir desquelles on chercherait à définir une loi moyenne, et à analyser la variabilité entre animaux autour de cette loi, comme l'ont fait COCK (1963) chez le Poulet et KIDWELL *et al.* (1952) chez les Bovins par des mensurations corporelles externes.

Pour remédier dans une certaine mesure à cet inconvénient, nous nous sommes efforcés de constituer aux différents âges d'abattage des échantillons représentatifs de la même population.

Considérant, ainsi que l'ont montré BOCCARD *et al.* (1962) chez l'Agneau, que la variabilité du développement est notamment liée à celle de la forme de la courbe de croissance globale, nous avons, à partir d'un échantillon de 99 mâles et 104 femelles, analysé pour chaque sexe les distributions de fréquences du poids vif tous les 7 jours depuis la naissance et vérifié leur normalité, puis tracé la courbe de croissance moyenne et deux courbes situées de part et d'autre de celle-ci, à un intervalle égal à 1,18 fois l'écart-type des poids individuels.

Ces courbes (fig. 1) présentent des zones remarquables ; la première correspond à la 6^e semaine, où le gain pondéral hebdomadaire est maximum ; CRARY et SAWIN (1960) trouvent dans deux souches de lapins que le maximum de croissance pondérale journalière se situe respectivement vers 40 jours et 50 jours. Dans notre cas les zones où apparaît une différenciation entre les sexes au point de vue de la vitesse de croissance, se situent respectivement pour les trois courbes au cours de la 10^e, à la fin de la 15^e et de la 20^e semaine.

FIG. 1. — Courbes de croissance pondérale tracées à partir d'un échantillon de 99 mâles et de 104 femelles

- Courbes moyennes
- - - Courbes situées à $\pm 1,18\sigma$ des courbes moyennes
- Mâles
- Femelles
- S .. Stades de dissection

De ces constatations a découlé le choix des âges de 39, 74, 106 et 140 jours comme base de définition d'une série de 9 stades de dissection entre 9 et 182 jours, où la croissance peut être considérée comme achevée, bien que TANNER et SAWIN (1953) pensent que le développement de la colonne vertébrale se poursuive chez le Lapin jusqu'à l'âge de 2 ans. Ces neuf stades sont, sauf pour l'avant-

dernier et le dernier, tels que l'animal le plus léger entrant dans la composition de l'échantillon de l'un quelconque d'entre eux ait un poids voisin de l'animal le plus lourd de l'échantillon retenu au stade précédent, afin de comparer ultérieurement l'allométrie de taille (TEISSIER 1948) et l'allométrie de croissance. Ces stades correspondent aux âges de 9, 21, 30, 39, 52, 106, 140, et 182 jours.

Dans chaque sexe, nous avons retenu à chaque stade de dissection, trois individus ayant respectivement suivi depuis leur naissance l'une des trois courbes de croissance de façon à constituer un échantillon représentatif de la même population, bien que d'effectif limité.

Cependant, à la suite d'une étude préliminaire qui a montré la nécessité de préciser l'information au cours de certaines périodes du développement, des animaux supplémentaires ont été disséqués, choisis en général sur la courbe de croissance moyenne, soit en tout 41 mâles et 40 femelles. En outre, dans le cas de l'hypophyse, la technique de dissection par ouverture sagittale du crâne ayant entraîné des pertes importantes et variables, les données recueillies à partir de l'échantillon initial n'ont pu être analysées. Nous avons donc utilisé celles fournies par un nouvel échantillon représentatif de la population, constitué de 83 mâles et 85 femelles et obtenues par extirpation de la glande après enlèvement de la calotte crânienne et de l'encéphale et ouverture de la selle turcique.

b) Analyse des résultats.

La croissance relative de deux parties y et x d'un organisme, ou d'une partie (y) relativement au tout (x), a été décrite depuis les travaux de HUXLEY (1932) et TEISSIER (1934) par la relation d'allométrie

$$y = bx^a$$

qui s'écrit sous la forme logarithmique :

$$\log y = a \log x + \log b \quad (1)$$

ou :

$$\frac{dy}{y} / \frac{dx}{x} = a \quad (2)$$

Cette relation indique, pendant la période où elle se vérifie, que l'accroissement de l'unité de y et l'accroissement de l'unité de x sont dans un rapport constant. Afin d'éviter les confusions, on peut appeler $\frac{dy}{y}$ et $\frac{dx}{x}$ accroissements spécifiques (accroissements massiques dans le cas d'études pondérales), ou taux d'accroissement de y et x .

La formule (1) peut aussi s'écrire en dérivant par rapport au temps dont y et x sont fonction :

$$\frac{dy}{y dt} / \frac{dx}{x dt} = a \quad (3)$$

Pendant la période où (1) se vérifie, les vitesses de croissance de l'unité de y et de l'unité de x , ou vitesses de croissance spécifiques (ou massiques) sont donc également dans un rapport constant.

Si x est une variable de référence générale, on peut exprimer ces faits en disant que l'accroissement spécifique et la vitesse de croissance spécifique relatifs de y sont constants pendant la période où (1) se vérifie. En outre, si a_1 et a_2 sont, dans un intervalle donné, les coefficients d'allométrie de deux caractères y_1 et y_2 exprimés par rapport à une variable de référence commune x , on a :

$$\frac{dy_1}{y_1} / \frac{dy_2}{y_2} = \frac{a_1}{a_2} \quad (4)$$

et

$$\frac{dy_1}{y_1 \cdot dt} / \frac{dy_2}{y_2 \cdot dt} = \frac{a_1}{a_2} \quad (5)$$

Les taux d'accroissement et les vitesses de croissance spécifiques de y_1 et y_2 sont dans le même rapport que leurs coefficients d'allométrie.

Le coefficient d'allométrie a permet d'exprimer l'évolution du rapport $\frac{y}{x}$ au cours de la croissance. Les croissances de y et de x dans une période de courte durée dt sont dy et dx . Après cette croissance le rapport devient :

$$\frac{y + dy}{x + dx}$$

et l'on peut exprimer sa variation par :

$$\frac{y + dy}{x + dx} - \frac{y}{x} = \frac{x dy - y dx}{x(x + dx)} = \frac{(a - 1) y \cdot dx}{x(x + dx)} = \frac{a - 1}{1 + \frac{dx}{x}} \cdot \frac{y}{x} \quad (6)$$

puisque compte tenu de (1), $x \cdot dy = a \cdot y \cdot dx$.

La formule (6) indique la variation de $\frac{y}{x}$ à la suite des accroissements dy et dx que l'on peut exprimer en pourcentage de $\frac{y}{x}$; ($\frac{y}{x}$ ne change pas si $a = 1$). L'utilisation de cette formule valable pour de petits accroissements de x à partir d'une valeur donnée, pourra permettre d'interpréter les résultats sous forme plus concrète pour le biologiste ou le zootechnicien.

La croissance relative de deux caractères peut répondre d'ailleurs à plusieurs relations d'allométrie successives, la transition de l'une à la suivante se faisant soit par un changement de pente, soit par une discontinuité entre les droites représentatives.

TEISSIER (1955 *a* et *b*) a montré que lorsque l'on dispose de plus de deux caractères mesurés sur chaque animal, comme c'est notre cas, la méthode d'analyse en composantes principales (HOTELLING, 1933) permet de définir objectivement une variable de référence dans l'étude de l'allométrie de taille. JOLICŒUR (1963) a indiqué comment l'utilisation de la première composante principale de la matrice de covariance des valeurs logarithmiques pouvait permettre de généraliser la relation d'allométrie à plus de deux variables. Cette méthode a été utilisée notamment par LEFEBVRE (1966) qui étudiait l'allométrie de croissance de mensurations corporelles de bovins. Dans le cas présent, et dans une première étape, nous avons préféré prendre une variable de référence de signification peut-être plus concrète que la première composante principale, le poids vif vide (poids vif diminué des poids des contenus digestif et vésical), l'expression de l'évolution du poids d'une partie corporelle en fonction du poids vif vide ayant par ailleurs un intérêt évident. De plus, la généralisation de JOLICŒUR nous semble devoir être précédée par une étude de la linéarité des relations des variables deux à deux, et dans un premier temps, nous avons étudié la linéarité de chaque variable par rapport au poids vif vide. (Dans la suite du texte les termes de « poids vif vide » et de « poids du corps » seront employés indistinctement).

Le choix de la meilleure méthode permettant d'exprimer la relation linéaire entre deux caractères à partir de leurs mesures a donné lieu à un certain nombre d'études (voir par exemple TEISSIER, 1948, 1961).

KERMACK et HALDANE (1950), BARTLETT (1949), KENDALL et STUART (1961) précisent la distinction qu'il convient d'effectuer entre l'équation de régression linéaire d'une variable y sur une deuxième variable x et une relation linéaire fonctionnelle entre deux variables masquées par les erreurs d'observation. La relation structurale entre deux variables observées se déduit de la relation fonctionnelle entre valeurs vraies des deux caractères, compte tenu des erreurs aléatoires d'observation. L'estimation des paramètres d'une relation structurale qui présente l'intérêt, dans l'étude de la croissance, de ne pas faire jouer de rôle privilégié à l'une des deux variables, suppose une certaine information sur les erreurs de mesure de chacun des deux caractères. Nous ne connaissons rien dans le cas présent sur les variances de ces erreurs de mesure, et les coefficients « a » d'allométrie que nous avons calculés sont les coefficients de régression de $\log y$ sur $\log x$, y et x étant les mesures des deux caractères. KIDWELL et CHASE (1967) qui ont comparé les précisions empiriques de 10 méthodes de détermination des coefficients d'allométrie par les techniques de simulation ont trouvé que la régression linéaire donnait des résultats satisfaisants. De plus, dans le cas présent, la technique de la régression peut se justifier du fait que les écarts au modèle ne sont pas dus uniquement aux variations aléatoires des erreurs de mesure. Ils sont donc dus aussi aux différences individuelles puisque ce n'est pas le même animal qui est mesuré au cours de la croissance. On sait par ailleurs que la présence d'erreurs de mesure aura pour effet de diminuer la valeur numérique trouvée pour le coefficient de régression par rapport à sa valeur théorique concernant les valeurs vraies des caractères.

Un problème important dans les études sur la croissance relative chez les espèces à croissance continue, concerne la détermination objective des points de changement de pente ou de discontinuité. Nous avons procédé de la façon suivante, où nous appelons ajustement, une droite ou l'ensemble de deux ou trois droites de régression successives qui décrivent la relation de $\log y$ et de $\log x$ pour tous les animaux de même sexe étudiés. Nous avons essayé pour chaque couple de deux variables y et x plusieurs ajustements possibles : une seule droite, deux droites successives, éventuellement trois droites successives. Dans le cas de deux droites successives, plusieurs essais ont été effectués, l'ensemble des couples de données étant d'abord divisé en deux sous-ensembles, celui des p premiers et celui des $n - p$ derniers. Les couples de données étaient rangés suivant les âges croissants des animaux et pour un âge donné par valeurs croissantes du poids vif vide. Le premier essai comprenant

TABEAU I

Ajustements retenus pour les principales glandes endocrines et certains organes sexuels primaires

Mâles

		1 ^{re} droite	2 ^{eme} droite	3 ^{eme} droite
Hypophyse	$a \pm t \cdot s_a$			
	Log y.....	0,46 $\pm$ 0,05		
	Bornes pour x (g).....	5,253 6		
	Bornes pour y (mg).....	57-4 250 40-434		
Thyroïde	$a \pm t \cdot s_a$	0,84 $\pm$ 00,9		
	Log y.....	5,007 6		
	Bornes pour x (g).....	155-4 058		
	Bornes pour y (mg).....	27- 450		
Surrénales	$a \pm t \cdot s_a$		**	
	Log y.....	0,63 $\pm$ 0,13		
	Bornes pour x (g).....	4,498 7	2,20 $\pm$ 0,96	
	Bornes pour y (mg).....	155-2 242 24- 280	5,516 5 2 624-4 058 249- 530	
Testicules	$a \pm t \cdot s_a$		**	
	Log y.....	0,89 $\pm$ 0,39		
	Bornes pour x (g).....	3,976 0	2,89 $\pm$ 0,28	
	Bornes pour y (mg).....	155-887 29-140	7,411 5 1 062-4 058 154-5 910	
Glandes sexuelles annexes	$a \pm t \cdot s_a$		**	NS
	Log y.....	0,89 $\pm$ 0,29		
	Bornes pour x (g).....	4,023 0	3,09 $\pm$ 0,45	1,38 $\pm$ 2,24
	Bornes pour y (mg).....	155-887 29-140	5,183 1 1 062-2 117 154-1 830	5,701 2 2 142-4 058 3 500-5 910
	$a \pm t \cdot s_a$		**	
	Log y.....	0,71 $\pm$ 0,37		
	Bornes pour x (g).....	5,686 4	1,68 $\pm$ 0,85	
	Bornes pour y (mg).....	155-1 603 100- 760	8,095 9 1 754-4 058 660-6 300	

TABEAU I (suite)

Femelles

		1 ^{re} droite	2 ^{eme} droite	3 ^{eme} droite
Hypophyse	$a \pm t \cdot s_a$			
	Log γ	0,54 $\pm$ 0,04		
	Bornes pour x (g).....	5,315 9		
	Bornes pour y (mg).....	52-4 615 37- 639		
Thyroïde	$a \pm t \cdot s_a$	0,89 $\pm$ 0,09		
	Log γ	4,921 3		
	Bornes pour x (g).....	161-4 326		
	Bornes pour y (mg).....	20- 420		
Surrénales	$a \pm t \cdot s_a$	0,71 $\pm$ 0,13	NS	
	Log γ	4,593 3	1,25 $\pm$ 1,23	
	Bornes pour x (g).....	161-2 751	5,616 6	
	Bornes pour y (mg).....	27- 292	2 915-4 326 190- 380	
Ovaires	$a \pm t \cdot s_a$	0,73 $\pm$ 0,08		
	Log γ	4,882 0		
	Bornes pour x (g).....	161-4 326		
	Bornes pour y (mg).....	27- 380		
Tractus génital	$a \pm t \cdot s_a$	0,28 $\pm$ 0,25	**	
	Log γ	3,380 0	1,37 $\pm$ 0,43	
	Bornes pour x (g).....	161-1 578	5,679 2	
	Bornes pour y (mg).....	22- 59	1 566-4 326 108- 510	
	$a \pm t \cdot s_a$	0,97 $\pm$ 0,32	*	
	Log γ	4,623 8	2,43 $\pm$ 1,15	
	Bornes pour x (g).....	161-2 177	7,355 7	
	Bornes pour y (cg).....	20- 520	2 250-4 326 460-2 842	

p et $n - p$ couples de données dans les deux sous-ensembles, le deuxième $p + 1$ et $n - p - 1$, le i -ème essai $p + i$ et $n - p - i$ couples de données dans les deux sous-ensembles. Chaque ajustement ou essai était caractérisé par la variance résiduelle totale ou variance des écarts aux droites de régression. Dans le cas de deux droites successives, cette variance résiduelle totale était la moyenne, pondérée par les nombres de degrés de liberté correspondants, des deux variances résiduelles.

Le même principe a été utilisé dans le cas d'un ajustement par trois droites successives. Le nombre total d'essais possibles était théoriquement très grand : avec 40 animaux, 39 dans le cas de deux droites, 741 dans le cas de trois droites. Une étude graphique préalable nous a permis de choisir un certain nombre d'hypothèses plausibles, de l'ordre de 20 pour chaque sexe.

Dans les tableaux, nous avons indiqué pour chaque couple de variables l'ajustement considéré comme le meilleur, qui correspond en général à celui pour lequel la variance résiduelle totale est la plus faible. Lorsque plusieurs ajustements correspondant à des essais successifs ont donné des variances résiduelles totales du même ordre de grandeur, nous avons proposé dans les tableaux les deux ajustements extrêmes de la série. Ces deux extrêmes définissent un intervalle de poids vif vide dans lequel se fait le changement d'allométrie. Nous ne pouvons cependant pas préciser si le changement d'allométrie se fait progressivement ou s'il se fait en un point de cet intervalle que notre échantillon ne nous permet pas de déterminer. Pour certains organes enfin, plusieurs ajustements, différant entre eux par le nombre de leurs droites, ont donné des variances résiduelles analogues ; nous les avons tous indiqués dans les tableaux.

II. — RÉSULTATS

Dans un premier temps a été envisagée, en fonction du poids vif vide, l'évolution pondérale des principales glandes endocrines, des principaux tissus pris chacun globalement (le tissu nerveux étant, pour des raisons de technique opératoire, représenté exclusivement par l'encéphale), du foie, des reins, du tube digestif, de la peau, de l'ensemble trachée-cœur-poumons, des glandes sexuelles annexes mâles et du tractus génital femelle. Pour chacun de ces caractères de poids y , les tableaux 1, 2 et 3 donnent pour chaque droite de chaque ajustement retenu :

- le coefficient d'allométrie (a) et son intervalle de confiance ($\pm t_{a, P} = 0,95$) ;
- la moyenne des logarithmes népériens ($\overline{\text{Log } y}$) des valeurs de y dans l'intervalle de variation correspondant ;
- les bornes de l'intervalle de variation pour les valeurs du poids vif vide (variable indépendante x) exprimées en grammes ;
- les bornes de l'intervalle de variation pour les valeurs de y exprimées dans l'unité où leur mesure a été effectuée.

Lorsque l'ajustement comporte plus d'une droite, un test de comparaison unilatéral a permis d'établir la signification de la différence des pentes de deux droites successives aux seuils de probabilité 0,05 (*) ou 0,01 (**).

Des tableaux 1, 2 et 3, il ressort que chez les mâles, on rencontre pour les caractères étudiés, quatre types d'ajustements :

— ajustement à une droite d'allométrie : c'est le cas pour le sang, dont la croissance est sensiblement isométrique de celle du poids vif vide ($a = 0,94$), pour la thyroïde ($a = 0,84$), pour l'hypophyse ($a = 0,46$) et pour le cerveau, dont la croissance relative est faible ($a = 0,27$) ;

— ajustement à deux droites, correspondant à une phase d'allométrie majorante, d'isométrie ou d'allométrie légèrement minorante, suivie d'une phase d'allo-

TABEAU 2
Ajustements retenus pour les principaux tissus

Mâles

	1 ^{re} droite	2 ^{eme} droite	3 ^{eme} droite
Cerveau	$a \pm t \cdot s_a$		
	$\overline{\text{Log } y}$		
	Bornes pour x (g).....		
	Bornes pour y (cg).....		
Squelette		**	
	$a \pm t \cdot s_a$	0,91 $\pm$ 0,14	0,56 $\pm$ 0,07
	$\overline{\text{Log } y}$	6,284 9	7,549 7
	Bornes pour x (g).....	155- 887	1 062-4 058
	Bornes pour y (dg).....	243-1 224	1 175-2 904
		**	
	$a \pm t \cdot s_a$	0,90 $\pm$ 0,10	0,55 $\pm$ 0,08
	$\overline{\text{Log } y}$	6,458 3	7,601 5
	Bornes pour x (g).....	155-1 099	1 134-4 058
	Bornes pour y (dg).....	243-1 412	1 344-2 904
Sang		**	
	$a \pm t \cdot s_a$	1,02 $\pm$ 0,07	0,59 $\pm$ 0,18
	$\overline{\text{Log } y}$	5,911 4	7,070 4
	Bornes pour x (g).....	155-1 569	1 603-4 058
	Bornes pour y (dg).....	85- 900	790-1 578
	$a \pm t \cdot s_a$	0,94 $\pm$ 0,09	
	$\overline{\text{Log } y}$	6,408 0	
	Bornes pour x (g).....	155-4 058	
	Bornes pour y (dg).....	78-3 992	

TABEAU 2

Mâles (suite)

	1 ^{re} droite	2 ^{eme} droite	3 ^{eme} droite
Muscles totaux	$a \pm l \cdot s_a$ $\overline{\text{Log } y}$ Bornes pour x (g)..... Bornes pour y (g).....	** $0,50 \pm 0,38$ 7,283 5 2 621-4 058 1 296-1 722	
Dépôts adipeux totaux	$a \pm l \cdot s_a$ $\overline{\text{Log } y}$ Bornes pour x (g)..... Bornes pour y (dg)	** $0,82 \pm 0,58$ 4,715 6 155-887 52-297	NS $3,21 \pm 1,08$ 7,410 7 2 142-4 058 442-4 645

TABLEAU 2

Femelles

	1 ^{re} droite	2 ^{me} droite	3 ^{eme} droite
Cerveau	$a \pm t \cdot s_a$		
	Log y		
	Bornes pour x (g).....		
	Bornes pour y (mg).....		
Squelette	$a \pm t \cdot s_a$	**	
	Log y	0,86 $\pm$ 0,07	
	Bornes pour x (g).....	6,459 7	0,69 $\pm$ 0,13
	Bornes pour y (dg).....	161-1 325 279-1 408	7,692 5 1 546-4 326 1 427-3 084
Sang	$a \pm t \cdot s_a$		
	Log y	0,98 $\pm$ 0,09	
	Bornes pour x (g).....	6,301 9	
	Bornes pour y (dg).....	161-4 326 29-1 773	
Muscles totaux	$a \pm t \cdot s_a$	**	
	Log y	1,18 $\pm$ 0,04	
	Bornes pour x (g).....	5,568 2	0,88 $\pm$ 0,23
	Bornes pour y (g).....	161-2 177 53-1 072	7,343 0 2 250-4 326 1 109-1 975
	$a \pm t \cdot s_a$	**	
	Log y	1,17 $\pm$ 0,03	
	Bornes pour x (g).....	5,760 2	0,71 $\pm$ 0,44
	Bornes pour y (g).....	161-2 751 53-1 279	7,408 2 2 915-4 326 1 433-1 975

TABLEAU 3
Ajustements retenus pour : la peau, le tube digestif, les reins, le foie, l'ensemble trachée-cœur-poumons

Mâles

		1 ^{re} droite	2 ^e me droite	3 ^e me droite
Peau	$a \pm t \cdot s_a$	0,44 $\pm$ 0,11 6,466 2 155-791 410-927	** 0,86 $\pm$ 0,09 7,858 8 887-4 058 1 227-5 130	
	$\overline{\text{Log } y}$			
	Bornes pour x (g).....			
	Bornes pour y (dg).....			
Tube digestif	$a \pm t \cdot s_a$	1,13 $\pm$ 0,19 5,362 3 155-552 101-446	** 0,48 $\pm$ 0,14 6,997 8 734-4 058 610-1 781	
	$\overline{\text{Log } y}$			
	Bornes pour x (g).....			
	Bornes pour y (dg).....			
Reins	$a \pm t \cdot s_a$	1,03 $\pm$ 0,34 6,219 4 155- 887 125-1 020	** 0,49 $\pm$ 0,13 7,361 8 1 062-4 058 1 142-2 450	
	$\overline{\text{Log } y}$			
	Bornes pour x (g).....			
	Bornes pour y (cg).....			

TABEAU 3
Mâles (suite)

	1re droite	2eme droite	3eme droite
Reins	$a \pm t \cdot s_a$	NS	
	Log y.....		
	Bornes pour x (g).....		
	Bornes pour y (cg).....		
Foie	$a \pm t \cdot s_a$	**	
	Log y.....		
	Bornes pour x (g).....		
	Bornes pour y (dg).....		
Trachée-cœur-poumons	$a \pm t \cdot s_a$	**	
	Log y.....		
	Bornes pour x (g).....		
	Bornes pour y (dg).....		

TABLEAU 3
Femelles

		1 ^{re} droite	2 ^{me} droite	3 ^{eme} droite
Peau	$a \pm t \cdot s_a$		**	
	$\overline{\text{Log } y}$	0,58 $\pm$ 0,22	0,87 $\pm$ 0,11	
	Bornes pour x (g).....	6,366 9	7,859 3	
	Bornes pour y (dg).....	161-805 323-938	828-4 326 1 407-5 751	
Tube digestif	$a \pm t \cdot s_a$		**	
	$\overline{\text{Log } y}$	1,19 $\pm$ 0,15	0,71 $\pm$ 0,08	
	Bornes pour x (g)	5,051 4	7,005 8	
	Bornes pour y (dg)	161-399 401-289	360-4 326 407-2 112	
Reins	$a \pm t \cdot s_a$		**	
	$\overline{\text{Log } y}$	0,75 $\pm$ 0,09	0,27 $\pm$ 0,10	
	Bornes pour x (g).....	6,531 6	7,529 4	
	Bornes pour y (cg)	161-1 325 250-1 320	1 546-4 326 1 570-2 292	

TABLEAU 3

Femelles (*suite*)

		1 ^{re} droite	2 ^{eme} droite	3 ^{eme} droite
Reins	$a \pm t \cdot s_a$			
	$\overline{\text{Log } y}$	$0,75 \pm 0,07$	$0,23 \pm 0,23$	
	Bornes pour x (g).....	6,664 0	7,557 6	
	Bornes pour y (cg).....	161-1 861 250-1 602	1 887-4 326 1 615-2 292	
Foie	$a \pm t \cdot s_a$			
	$\overline{\text{Log } y}$	$1,27 \pm 0,10$	$0,56 \pm 0,23$	
	Bornes pour x (g).....	5,586 7	6,812 2	
	Bornes pour y (dg).....	161-1 578 53- 980	1 546-4 326 565-1 193	
Trachée-Cœur-Poumons	$a \pm t \cdot s_a$			
	$\overline{\text{Log } y}$	$0,73 \pm 0,04$		
	Bornes pour x (g).....	7,229 0		
	Bornes pour y (dg).....	161-4 326 347-3 418		

métrie minorante : c'est le cas pour le tissu musculaire dans son ensemble, dont le coefficient d'allométrie passe de 1,20 à 0,50 pour un poids vif vide compris entre 2 240 et 2 620 g, le foie dont le coefficient passe de 1,25 à 0,47 pour un poids vif vide compris entre 1 600 et 1 750 g, le tube digestif, l'ensemble trachée-cœur-poumons, les reins et le squelette ;

— ajustement à deux droites, correspondant à deux phases successives d'allométrie, la première minorante, la seconde majorante (c'est le cas pour les surrénales et les glandes sexuelles annexes), ou moins fortement minorante (c'est le cas pour la peau) ;

— ajustement à trois droites : c'est le cas du tissu adipeux et de l'une des hypothèses plausibles pour les testicules, pour lesquels les changements d'allométrie s'effectuent simultanément aux poids vifs vides de 890-1 060 g et 2 120-2 140 g.

Chez les femelles, on trouve des :

— ajustements à une droite : c'est le cas du sang ($a = 0,98$), de la thyroïde ($a = 0,89$), de l'hypophyse ($a = 0,54$), du cerveau ($a = 0,25$), de l'ensemble trachée-cœur-poumons ($a = 0,73$) ; et éventuellement des surrénales ;

— ajustements à deux droites correspondant à une phase d'allométrie minorante succédant soit à une phase d'allométrie majorante (c'est le cas du tissu musculaire, du foie, du tube digestif), soit à une phase d'allométrie moins fortement minorante (c'est le cas du squelette et des reins) ;

— ajustements à deux droites, correspondant à une phase d'allométrie majorante, succédant soit à une phase d'allométrie minorante (c'est le cas des ovaires et éventuellement des surrénales), soit à une phase d'isométrie (c'est le cas du tractus génital), soit à une phase d'allométrie moins fortement majorante (c'est le cas du tissu adipeux) ;

— ajustements à deux droites, correspondant à une phase d'allométrie minorante succédant à une phase d'allométrie moins fortement minorante (c'est le cas de la peau) ;

— ajustements à trois droites : c'est le cas de l'une des hypothèses plausibles pour le tissu adipeux.

Ces résultats suscitent certaines considérations touchant la croissance relative chez le Lapin.

1. *Glandes endocrines et organes sexuels*

Nous constatons que la vitesse de croissance spécifique relative de l'hypophyse et celle de la thyroïde restent constantes dans les deux sexes, de 9 jours à 182 jours, l'allométrie étant moins minorante pour la thyroïde ($a = 0,84 \pm 0,09$ chez le mâle et $0,89 \pm 0,09$ chez la femelle), que pour l'hypophyse ($a = 0,46 \pm 0,05$ chez le mâle et $0,54 \pm 0,04$ chez la femelle).

Pour les surrénales, elles subissent chez le mâle un net changement d'allométrie lorsque le poids vif vide se situe à 2 240-2 600 g, passant ainsi d'une phase d'allométrie minorante ($a = 0,63 \pm 0,13$), à une phase d'allométrie hautement majorante malgré une plus grande variabilité ($a = 2,20 \pm 0,96$). Chez la femelle, les seuls arguments statistiques ne permettent pas d'opter entre l'hypothèse d'une allométrie constante de coefficient $0,73 \pm 0,08$ et celle de l'existence d'un changement corres-

pondant à un poids vif vide de 2 750-2 915 g, séparant une phase d'allométrie minorante ($a = 0,71 \pm 0,13$) et une phase d'allométrie majorante accompagnée d'une large variabilité ($a = 1,25 \pm 1,23$) ; la variance résiduelle totale caractérisant les ajustements correspondants est du même ordre de grandeur, et les coefficients a_1 et a_2 des droites représentant le second ajustement, ne sont pas différents au seuil de probabilité 0,05, par suite de la valeur élevée de σ^2_{a2} , consécutive à la faible variation des valeurs du logarithme du poids vif vide dans l'intervalle considéré.

Les gonades, après avoir manifesté une croissance relative sub-isométrique jusqu'à un poids vif vide de 890-1 060 g chez le mâle ($a = 0,89 \pm 0,29$), plus lente et plus variable jusqu'à un poids vif vide de 1 550-1 580 g chez la femelle ($a = 0,28 \pm 0,25$), présentent jusqu'à la fin de la croissance une allométrie fortement majorante pour les testicules ($a = 2,89 \pm 0,28$) et majorante quoique variable, pour les ovaires ($a = 1,37 \pm 0,43$).

Les glandes sexuelles annexes mâles présentent une allométrie minorante ($a = 0,71 \pm 0,37$) jusqu'à un poids vif vide de 1 600-1 755 g, suivi d'une allométrie majorante ($a = 1,68 \pm 0,85$). Le tractus génital femelle passe vers un poids vif vide de 2 180-2 250 g, d'une croissance sub-isométrique ($a = 0,97 \pm 0,32$) à une allométrie fortement majorante quoique variable ($a = 2,43 \pm 1,15$).

Ces résultats concordent sensiblement avec ceux de KIBLER et *al.* (1943), qui, dans une population de lapins néo-zélandais blancs, observent une croissance relative caractérisée, pour l'hypophyse, par une seule droite d'allométrie, de pente plus faible chez le mâle ($a = 0,56$) que chez la femelle ($a = 0,68$) bien que légèrement plus forte dans l'ensemble que celle relevée ci-dessus.

Pour la thyroïde, ces auteurs donnent un coefficient d'allométrie très voisin de nos résultats, mais identique pour les deux sexes ($a = 0,88$).

Par ailleurs, BRODY (1945) propose chez le Cobaye, une allométrie constamment minorante pour l'hypophyse, dont le coefficient serait plus faible chez le mâle (0,708), que chez la femelle (0,732), et la thyroïde, de coefficients 0,73 chez le mâle et 0,83 chez la femelle. Dans l'espèce humaine, d'après le même auteur, hypophyse et thyroïde présenteraient une croissance relative régulière de la naissance à l'âge adulte, avec des coefficients d'allométrie respectifs de 0,69 et 1,08.

Pour les surrénales, KIBLER et *al.* (1943) observent une croissance relative semblable dans les deux sexes, marquée par un changement d'allométrie, le coefficient passant de 0,94 à 1,78 vers un poids vif de 2 500 g. GIROD (1960) constate également une accélération, plus forte il est vrai chez le mâle que chez la femelle, de la croissance relative des surrénales du Lapin, aux alentours d'un poids vif de 2 400-2 700 g. Enfin BRODY (1945), citant les observations de MIXNER et *al.*, propose pour les surrénales du Cobaye mâle et femelle un accroissement du coefficient d'allométrie vers un poids corporel de 520 g, le coefficient passant de 0,949 à 1,789.

La concordance des données bibliographiques sur l'existence d'un accroissement du coefficient d'allométrie concernant les surrénales, lorsque l'organisme a sensiblement dépassé la moitié de son poids adulte, confère une grande vraisemblance à l'ajustement par deux droites, que nous avons donc seul conservé dans la figure 2, pour les capsules surrénales des femelles. Ce changement d'allométrie paraît plus tardif que chez les mâles ; il semble d'ailleurs que, conformément aux conclusions de GIROD,

FIG. 2. — Évolution pondérale des glandes endocrines en fonction du poids vif vide chez le Lapin

* Échelle logarithmique

la vitesse de croissance massique relative des surrénales soit plus grande en fin de développement chez le mâle, où ces organes atteignent à l'âge adulte un poids relatif plus élevé que chez la femelle.

Ces conclusions ont d'ailleurs été parfaitement confirmées par l'analyse graphique des données, plus nombreuses, concernant la croissance surrénalienne, que nous avons récemment recueillies à partir de l'échantillon d'animaux sur lequel nous avons signalé plus haut avoir étudié la croissance de l'hypophyse.

A propos des gonades, KIBLER et *al.* (1943) ne calculent, chez le Lapin néo-zélandais blanc, un coefficient d'allométrie que dans la phase postérieure à un poids corporel de 800 g ; les valeurs trouvées sont 2,84 chez le mâle, et 2,04 chez la femelle.

Mais les points représentatifs des données, pour des animaux d'un poids inférieur à 800 g, reportées sur un graphique par ces auteurs, constituent un ensemble dont la disposition générale indique l'existence possible vers ce poids d'un changement d'allométrie, la vitesse de croissance massique relative étant auparavant plus faible, notamment chez la femelle. Nos résultats concordent donc approximativement avec ceux des auteurs précités, malgré un changement d'allométrie plus tardif et une valeur moindre du coefficient des ovaires après ce changement dans notre population.

Il faut cependant signaler la possibilité d'ajuster par trois droites nos propres données concernant les testicules, avec une variance résiduelle (0,331) comparable à celle obtenue pour l'ajustement par deux droites (0,336). Dans ce cas, la différence entre les coefficients d'allométrie a_2 et a_3 ainsi proposés :

$$(a_1 = 0,89 \pm 0,30 ; a_2 = 3,09 \pm 0,45 ; a_3 = 1,38 \pm 2,24)$$

n'est pas significative ; et la corrélation entre Log · poids des testicules et Log · poids vif vide est très faible pour le troisième sous-ensemble ; mais ceci s'accorderait avec les remarques d'ARTAL et COUROT (1963) constatant chez le Taureau un développement testiculaire très rapide, précédé et suivi de phases de développement lent, les changements de rythme de croissance se situant aux âges approximatifs de 3 mois et 12 mois.

En définitive, la représentation graphique de l'ajustement le plus vraisemblable retenu pour chacune des glandes endocrines est donnée par la figure 2.

Sur la figure 4 figurent les intervalles de poids vif vide où se situent les changements d'allométrie de ces ajustements.

2. Principaux tissus et organes

Tous les tissus ou organes étudiés présentent une croissance relative affectée, dans les deux sexes, de changements d'allométrie, excepté l'ensemble trachée-cœur-poumons des femelles, et dans les deux sexes, le tissu nerveux représenté par l'encéphale ($a = 0,27 \pm 0,03$ chez le mâle et $a = 0,25 \pm 0,03$ chez la femelle), et le sang ($a = 0,94 \pm 0,09$ chez le mâle et $a = 0,98 \pm 0,09$ chez la femelle) ; il s'agit toujours de diminutions du coefficient d'allométrie sauf pour le tissu adipeux dans son ensemble et la peau.

Cependant les solutions retenues dans les tableaux 2 et 3 laissent subsister une certaine indétermination quant à l'intervalle de poids vif vide où se situent les changements d'allométrie de certains organes ou tissus.

Pour le squelette des mâles, aucun argument ne permet de réduire cet intervalle,

FIG. 3. — Évolution pondérale des principaux tissus en fonction du poids vif vide chez le Lapin

* Échelle logarithmique

d'ailleurs étroit, fixé en se basant sur le calcul des variances résiduelles exposé plus haut, à 890-1 135 g ; les coefficients d'allométrie ont des valeurs semblables dans les deux ajustements extrêmes ($0,91 \pm 0,14$ puis $0,56 \pm 0,07$ et $0,90 \pm 0,10$ puis $0,55 \pm 0,08$) et la différence entre les coefficients successifs est significative au même seuil de probabilité $P = 0,01$ dans les deux cas. Nous avons donc représenté sur la figure 3 la première droite du premier ajustement et la seconde droite du dernier ajustement retenus, et sur la figure 4 l'intervalle 890-1 135 g.

FIG. 4. — Intervalles de poids vif vide où se situent les changements de coefficient d'allométrie pour les principaux organes et tissus du Lapin.

Pour le tissu adipeux total des mâles, l'ajustement par trois droites proposé dans le tableau 2, le plus vraisemblable eu égard à la faible valeur de la variance résiduelle totale qu'il donne, comporte deux changements d'allométrie se situant respectivement dans des intervalles de poids vif vide étroits : 890-1 060 g et 2 120-2 140 g. Malgré des intervalles de confiance relativement grands, les deux premiers coefficients de cet ajustement ($a_1 = 0,82 \pm 0,58$ et $a_2 = 1,87 \pm 1,12$) sont différents au seuil de probabilité $P = 0,01$; quant à la différence entre le second et le troisième coefficient d'allométrie ($a_3 = 3,21 \pm 1,08$) le test unilatéral de l'hypothèse $a_3 = a_2$ contre l'hypothèse alternative $a_3 > a_2$ donne une valeur de t comprise entre les valeurs du t de Student au seuil 0,05 et au seuil 0,10. Les figures 3 et 4 comportent la représentation de cet ajustement par trois droites.

Pour les reins des mâles, l'intervalle de poids vif vide où se situerait le change-

ment d'allométrie est de 890-1 600 g. Cependant la différence entre les pentes des deux droites du dernier ajustement n'est pas significative au seuil de probabilité $P = 0,05$. Sur les figures 3 et 4, nous avons néanmoins représenté les deux ajustements extrêmes.

Pour les femelles, la figure 4 montre de même les intervalles respectifs dans lesquels se situent les changements d'allométrie du tissu musculaire total et des reins ; aucun élément ne permet de déterminer, à l'intérieur de ces intervalles, l'emplacement exact des changements, puisque les deux ajustements extrêmes présentent, dans chaque cas, des variances résiduelles totales numériquement très voisines et approximativement les mêmes degrés de signification de la différence entre leurs deux coefficients d'allométrie successifs. Quant aux valeurs de ces coefficients, elles sont, dans chacun des cas, peu différentes d'un ajustement à l'autre, de sorte que sur la figure 3 figurent respectivement pour le tissu musculaire et les reins, la première droite de leur premier ajustement et la dernière droite de leur dernier ajustement.

Enfin, pour le tissu adipeux total des femelles, nous n'avons, sur les figures 3 et 4, retenu, à variance résiduelle comparable, que l'ajustement par trois droites, particulièrement intéressant par l'analogie qu'il montre avec celui trouvé pour le même tissu dans le sexe mâle ; le test de comparaison entre $a_2 = 1,77$ et $a_1 = 1,09$ donne t compris entre les valeurs du t de Student aux seuils 0,05 et 0,10, de sorte que nous pouvons accepter l'hypothèse $a_2 > a_1$.

Pour chacun des autres organes ou tissus, les figures 3 et 4 figurent respectivement la ou les droites représentatives du seul ajustement retenu, et les bornes du ou des intervalles de poids vif vide en échelle logarithmique, où se situent les changements d'allométrie, lorsqu'il en existe.

III. — DISCUSSION

1. *Ordre de précocité des principaux organes et tissus*

Une simple analyse graphique en coordonnées logarithmiques montre une gradation dans la vitesse de croissance massique relative moyenne des principaux organes et tissus, que confirme le calcul des équations de régression pour l'ensemble de l'intervalle 9 jours-182 jours. Les pentes des droites représentatives, envisagées en tant que coefficients d'allométrie moyens pendant cette période, se classent dans l'ordre suivant :

	Mâle	Femelle
	—	—
Cerveau.....	0,27	0,25
Reins	0,70	0,63
Peau	0,79	0,81
Squelette	0,81	0,82
Foie	0,94	0,89
Sang	0,94	0,98
Tissu musculaire total.....	1,15	1,15
Tissu adipeux total.....	1,31	1,45

Le tube digestif et l'ensemble trachée-cœur-poumons ont les coefficients moyens d'allométrie suivants :

	Mâle	Femelle
	—	—
Trachée-cœur-poumons	0,69	0,73
Tube digestif	0,79	0,87

Cette gradation indique l'ordre de précocité moyenne décroissante du cerveau au tissu adipeux. Un ordre semblable avait été mis en évidence par HAMMOND (1932) qui, estimant que chez les ovins de race *Suffolk*, la vitesse d'accroissement post-natal des constituants de la carcasse par le rapport de leurs poids à l'âge adulte et à la naissance, mettait en évidence une précocité plus grande pour l'os que pour le muscle et le gras.

2. Étude synthétique de la croissance relative

De l'examen de la figure 4, il ressort tout d'abord que la zone où se situent les changements d'allométrie de la plupart des organes ou tissus envisagés, y compris les glandes endocrines, est relativement restreinte dans l'échelle des logarithmes du poids vif vide.

Après l'âge de 9 jours, la croissance se subdiviserait donc chez le Lapin en trois grandes périodes que nous pouvons définir, malgré l'incertitude sur l'emplacement exact des changements d'allométrie, de la façon suivante :

— jusqu'à un poids corporel (moins précis pour la femelle que pour le mâle) d'environ 900 g, une première phase au cours de laquelle le développement relatif obéirait à une loi globale uniforme, établie peu de jours après la naissance, les principaux organes et tissus, tractus digestif excepté, y conservant une vitesse de croissance spécifique relative constante;

— une phase de remaniement général caractérisée par des modifications du taux relatif de développement de la plupart des tissus et organes, qui prendrait fin chez le mâle et la femelle vers des poids respectifs de 2 600 et 2 900 g;

— enfin, une nouvelle phase de développement relatif régulier, allant jusqu'à l'état adulte, pendant laquelle se maintiendrait un régime de croissance fixé à la fin de la période précédente.

Les poids vifs vides de 900 g et de 2 600 g vers lesquels s'effectueraient les transitions entre la première et la seconde et entre la seconde et la troisième période (cas des mâles) correspondent à des poids vifs de 1 000-1 050 g et 2 900-3 000 g. Il semble intéressant de noter qu'à ces poids se situent respectivement le point d'inflexion de la courbe de croissance pondérale moyenne et la séparation entre les courbes de croissance des mâles et des femelles situées à un intervalle égal à — 1,18 fois l'écart-type des poids individuels de la courbe de croissance moyenne.

À l'intérieur de la seconde période, la figure 4 met par ailleurs en évidence des coïncidences entre les zones de changement d'allométrie de certains organes ou tissus, qui peuvent être rangés de ce fait en plusieurs groupes :

— 1^{er} groupe : testicules (1^{er} changement), squelette ♂, tissu adipeux ♂ (1^{er} changement), dont le changement d'allométrie aurait lieu dans une zone de poids corporels de 900-1 140 g, et serait légèrement précédé par celui de la peau ♂ et ♀;

— 2^e groupe : glandes sexuelles annexes ♂, ovaires, foie ♂ et ♀, squelette ♀, dont le changement d'allométrie se situerait vers un poids corporel de 1 500-1 800 g ;

— 3^e groupe : tissu musculaire total ♂ et ♀, capsules surrénales ♂ et ♀, testicules (2^e changement), tractus génital ♀ dont la zone de changement d'allométrie serait de 2 200-2 900 g.

Quant aux intervalles où se situent les changements d'allométrie des organes envisagés précédemment, pour lesquels plusieurs ajustements ont été retenus, ils ne sont pas sans concorder avec les gammes de poids vif vide ainsi mises en évidence : les reins des mâles peuvent en effet à ce point de vue être rangés avec le 1^{er} et le 2^e groupe, tandis que les reins des femelles pourraient faire partie du 2^e groupe.

Seul le tube digestif dans son ensemble se distinguerait donc par un changement d'allométrie très précoce, placé chez le mâle vers 360-400 g et chez la femelle vers 550-740 g de poids vif vide.

Enfin, dans l'hypothèse d'un ajustement par trois droites, le premier changement d'allométrie du tissu adipeux chez la femelle se manifesterait de même précocement vers 650-700 g de poids corporel.

3. Essai d'interprétation physiologique

a) Glandes endocrines.

Si le développement pondéral relatif d'un organe, et particulièrement d'une glande endocrine, ne peut être considéré *a priori* comme le reflet fidèle de son évolution sur le plan fonctionnel, il est cependant intéressant de confronter ces conclusions à celles de travaux histologiques et physiologiques effectués par ailleurs dans ce domaine.

MAULÉON (1964) situe à 65-70 jours l'âge d'apparition des premiers follicules à antrum chez la Lapine, correspondant dans notre population à un poids vif vide moyen de 1 700 g, soit 10 jours environ après le changement d'allométrie des ovaires ; de profondes modifications histologiques et physiologiques de ces organes pourraient donc se manifester au moment de l'accélération de leur rythme de développement.

ATTAL et COUROT (1963) ont montré que le démarrage de la spermatogenèse s'effectue chez le Taureau pour un poids testiculaire voisin de 18 g atteint au moment où le rythme de croissance de cet organe s'accroît ; les processus spermatogénétiques se manifestent ensuite avec un rendement optimum au moment où ce rythme se ralentit, le testicule pesant alors environ 160 g. Chez l'Agneau, COUROT (1962) constate la première libération de spermatozoïdes pour un poids moyen du testicule de 65 g, alors que le point d'accélération du développement relatif de cet organe se situe à un poids de 6 g, soit onze fois moindre. Or nous n'avons nous-mêmes décelé la présence de spermatozoïdes dans les canaux déférents du Lapin qu'à partir de la 12^e semaine de vie post-natale.

L'animal a alors atteint un poids vif vide moyen de 2 100 g, six semaines environ après le premier changement d'allométrie et les testicules pèsent 1 500 mg, soit 10 à 11 fois leur poids au moment de ce changement.

Il semble donc que l'on puisse attribuer aux périodes d'augmentation du rythme de développement relatif des gonades que nous avons mis en évidence chez le Lapin, une signification physiologique en tant que stades de mise en jeu de certains processus de la gamétogenèse.

Par ailleurs, si l'on considère nos résultats relatifs à l'évolution pondérale des organes sexuels primaires, on constate que l'accélération de leur croissance relative se manifeste par rapport à celle affectant les gonades elles-mêmes avec un retard qui, exprimé dans l'échelle des poids vifs vides, serait, dans les deux sexes, d'environ 700 g. Or le rôle déterminant des sécrétions testiculaires et ovariennes sur le développement pondéral respectif des glandes annexes mâles et de l'utérus est connu depuis longtemps et a été démontré notamment par les travaux de KOCHAKIAN et *al.* (1950) chez le Rat mâle, KOCHAKIAN et HARRISSON (1962) chez la Souris mâle, KOCHAKIAN et COCKRELL (1958) chez le Cobaye mâle, ASTWOOD (1938) chez le Rat femelle.

La tardivité du développement des organes sexuels primaires chez le Lapin pourrait donc s'expliquer soit par un retard du déclenchement des sécrétions hormonales par rapport au point d'accélération du développement relatif des gonades, soit par une augmentation progressive, au cours de la phase de développement relatif rapide des gonades, des quantités d'hormones sécrétées, qui n'atteindraient un taux plasmatique efficace pour induire un changement d'allométrie des organes effecteurs qu'après un certain temps ; il est en outre possible que les organes effecteurs ne soient eux-mêmes susceptibles de manifester leurs potentialités de croissance qu'après avoir subi une maturation sous l'effet de taux plasmatiques croissants d'hormones sexuelles.

Il est enfin intéressant de noter chez le mâle la quasi-simultanéité du changement d'allométrie des surrénales et du 2^e changement d'allométrie des testicules ; elle pourrait exprimer l'existence d'un certain antagonisme du développement de ces organes déjà noté par MALAVAL (1967) chez le Canard, où il s'accompagnerait d'une certaine balance entre les taux plasmatiques des stéroïdes sexuels et corticaux.

b) Principaux tissus et organes.

Chez le Lapin s'affirmerait le rôle d'accumulation et de réserve déjà assigné dans d'autres espèces au tissu adipeux, qui se développerait surtout après que les exigences métaboliques de la croissance des tissus nobles aient été satisfaites (HAMMOND, 1944).

Le tableau ci-dessous résume ce fait chez les mâles, et il indique qu'aux augmentations du coefficient d'allométrie du tissu adipeux correspondent des diminutions de ceux du squelette dans un premier temps et des muscles totaux ensuite.

Tissu adipeux	$0,82 \pm 0,58$	887-1062	$1,87 \pm 1,12$	2 117-2 142	$3,21 \pm 1,08$
Squelette	$0,91 \pm 0,14$	887-1134		$0,55 \pm 0,08$	
Tissu musculaire		$1,20 \pm 0,05$		2 242-2 621	$0,50 \pm 0,38$

Chez la femelle, l'évolution relative des dépôts lipidiques totaux, de l'os et du muscle se présente de façon analogue ; cependant la première augmentation d'allo-

métrie du tissu adipeux aurait lieu plus précocement (pour un poids corporel de 650-700 g), alors que le ralentissement du rythme de croissance relative du squelette ne se produirait que vers 1 325-1 545 g, donc plus tardivement que chez le mâle.

Une telle différence conférerait aux dépôts adipeux de la femelle un rôle constitutionnel plus important, sans supprimer leur signification de tissu d'accumulation. L'analyse des résultats concernant le développement des divers dépôts lipidiques dans les deux sexes, permettra de contrôler cette hypothèse.

Cette interprétation d'ensemble peut être rapprochée des conclusions de MAC-MEEKAN (1940-1941) chez le Porc, WALLACE (1948) et PALSSON et VERGES (1952) chez le Mouton : ces auteurs ont observé que les tissus majeurs atteignent leur vitesse maximum de croissance dans l'ordre suivant en fonction de l'âge : tissu nerveux, os, muscle, tissu adipeux.

Il suffirait que l'encéphale du Lapin présentât une phase fœtale ou néonatale de développement relatif rapide séparée par une diminution d'allométrie de celle correspondant à notre étude où le coefficient est uniforme et faible ($a = 0,27 \pm 0,03$ chez le mâle et $0,25 \pm 0,03$ chez la femelle), pour que l'existence d'un ordre identique puisse être affirmée chez cet animal.

Il faut rappeler à ce propos les données de BOYD rapportées par BRODY (1945) montrant qu'un tel changement d'allométrie se situe, pour le cerveau de l'Homme, relativement tard après la naissance, vers un poids voisin de 20 kg, le coefficient passant de 0,76 à 0,08 chez les garçons, et de 0,71 à 0,06 chez les filles. Mais la naissance à un âge physiologique avancé (BRODY, 1945) et le développement considérable de l'encéphale expliquent sans doute chez l'Homme l'allure particulière de la croissance relative de cet organe.

L'originalité du tissu adipeux en ce qui concerne son développement relatif, observée vis-à-vis des trois autres grands tissus de la carcasse, se manifeste également par rapport à différents organes ; le foie dans les deux sexes, l'ensemble trachée-cœur-poumons du mâle, les reins de la femelle et peut-être du mâle, montrent une diminution d'allométrie pour des poids vifs vides situés approximativement au milieu de l'intervalle délimité par les deux augmentations d'allométrie du tissu adipeux.

La quasi-simultanéité du changement d'allométrie de ces organes pourrait par ailleurs signifier que reins, foie et poumons, viscères physiologiquement apparentés par leur rôle dans les fonctions d'élimination et du maintien de l'homéostasie, auraient entre eux et entre sexes une certaine analogie de croissance relative.

Parmi les organes et tissus étudiés, la peau est le seul qui, au cours de la période envisagée, présente, comme le tissu adipeux, une augmentation d'allométrie ; l'hypothèse selon laquelle cette allure particulière de la croissance pondérale relative de la peau serait due à une infiltration lipidique des assises profondes du derme, est étayée par l'emplacement de ce changement d'allométrie au voisinage de la première élévation du taux d'accroissement relatif du tissu adipeux.

En ce qui concerne le sang, le fait qu'il conserve tout au long de la période considérée une croissance isométrique de celle du poids vif vide ($a = 0,94 \pm 0,09$ chez le mâle et $0,98 \pm 0,09$ chez la femelle), et non affectée par les importantes modifications du taux d'accroissement relatif des autres tissus, signifie qu'à tout moment de la croissance post-natale la masse du sang est dans un rapport constant avec celle du corps, quelle qu'en soit la composition.

Enfin, l'allure de la croissance relative du tube digestif, dont le coefficient d'allométrie passe chez le mâle de $1,13 \pm 0,19$ à $0,48 \pm 0,14$ et chez la femelle de $1,19 \pm 0,15$ à $0,71 \pm 0,08$, de façon très précoce soit vers un âge de 3 à 4 semaines, est à mettre en relation avec le régime alimentaire du Lapin au cours des premières semaines après la naissance.

PRUD'HON (1967 *b*) trouve en effet que la ration de lait du Lapereau qui, d'après ZARROW et *al.* (1965) est absorbée en une seule tétée quotidienne, croît rapidement après la naissance pour atteindre un maximum d'environ 35 g vers la fin de la 3^e ou le début de la 4^e semaine. Le tube digestif a donc un développement rapide jusqu'au moment où la quantité de lait consommée quotidiennement diminue, l'animal commençant alors à grignoter en complément, mais à de nombreuses reprises quotidiennes, de l'aliment solide.

Il faut cependant signaler qu'une seconde diminution d'allométrie, statistiquement non décelable, paraît affecter la croissance relative du tube digestif vers un poids vif vide de 2 500 g chez le mâle, et de 3 000 g chez la femelle où elle est moins apparente. Ici encore, l'allure de la croissance pondérale relative reflète l'évolution physiologique. Ces poids correspondent en effet aux âges respectifs de 15 et 20 semaines, à partir desquels PRUD'HON (1967 *a*) constate une stabilisation de l'appétit chez le Lapin, mâle et femelle.

Cet essai d'interprétation physiologique serait incomplet s'il ne soulignait la coïncidence entre les zones de changement d'allométrie de certains tissus et celles de certaines glandes endocrines ; toutefois l'absence de changement d'allométrie pour l'hypophyse et la thyroïde dont le rôle au cours de la croissance est primordial, l'ignorance des corrélations entre les évolutions pondérale et fonctionnelle des glandes endocrines et l'insuffisance des connaissances quant aux influences hormonales sur les métabolismes au niveau des différents tissus, imposent la plus grande réserve à cet aspect de nos commentaires.

On peut cependant supposer que de telles concordances des zones de changement d'allométrie caractérisent, au cours de la croissance, des étapes ou des crises physiologiques où se produiraient des modifications de la balance hormonale et s'établiraient de nouveaux équilibres endocriniens.

Particulièrement intéressante semble celle qui englobe, de façon plus étalée chez la femelle que chez le mâle, l'augmentation d'allométrie des surrénales, la seconde augmentation d'allométrie de l'ensemble des dépôts adipeux, la diminution d'allométrie du tissu musculaire, et chez le mâle le second changement d'allométrie des gonades.

En effet, la quasi-simultanéité de l'accroissement du rythme de développement relatif des surrénales et du tissu adipeux n'est pas sans rappeler les résultats des travaux attribuant à ces glandes un rôle important, quoique complexe et variable suivant les espèces et les conditions expérimentales, dans la régulation du métabolisme lipidique.

Ainsi SCOW et *al.* (1959) constatent chez le Rat pancréatectomisé une action cétogénique et lipolytique des corticostéroïdes ; JEANKRENAUD et RENOLD (1960) et MAHLER et STAFFORD (1963) provoquent une lipolyse du tissu adipeux de Rat *in vitro* par la corticostérone et l'hydrocortisone. Par contre, LÉVY et RAMEY observent que chez le Rat intact, les corticostéroïdes diminuent la cétogénèse et la lipolyse.

Quant à l'adrénaline, si de l'avis général, elle a un effet lipolytique *in vitro*, en particulier sur le tissu adipeux de Rat, cette action est discutée chez le Lapin (WADSTROM, 1957 ; DURY, 1957 ; LYNN et *al.*, 1960).

Enfin, pour WOOL et *al.* (1954) travaillant sur le Rat, l'hydrocortisone accroîtrait l'action lipolytique de l'adrénaline, alors que chaque hormone administrée isolément serait sans effet.

DESBALS (1967), après avoir montré que l'hydrocortisone est chez le Lapin le glucocorticoïde le plus important, car indispensable à la survie, trouve que cette hormone diminue le taux d'acides gras circulants chez l'animal intact, et inhibe l'hyperlipémie induite dans cette espèce par la surrénalectomie. En outre, d'après cet auteur, les sécrétions hypophysaires et notamment la corticotropine, seraient responsables de la mobilisation des graisses qui se manifeste chez le Lapin surrénalectomisé, l'hormone corticotrope ayant par ailleurs une action lipolytique appréciable chez le Lapin intact.

La brusque et importante élévation du taux d'accroissement relatif des dépôts adipeux que nous observons chez le Lapin mâle et femelle peu avant celle qui affecte les surrénales pourrait éventuellement correspondre à l'existence d'une liaison entre l'évolution pondérale de ces glandes et une modification de leurs fonctions endocrines. Certaines des données bibliographiques précédentes pourraient notamment suggérer l'hypothèse d'une augmentation des sécrétions cortico- et éventuellement médullo-surréaliennes, lors du changement du coefficient d'allométrie : des taux plasmatiques accrus de corticostéroïdes, seraient alors susceptibles d'agir soit directement, notamment pour l'hydrocortisone, soit en synergie avec des taux accrus d'adrénaline en diminuant la lipolyse, soit enfin plus vraisemblablement en provoquant par rétroaction un affaïssement des sécrétions pré-hypophysaires notamment d'ACTH, dont la conséquence serait également une diminution de la lipolyse.

Quant à la décélération qui affecte dans la même zone la croissance relative du tissu musculaire, elle pourrait être également en relation avec un accroissement du taux de glucocorticoïdes circulants, dont l'effet dépressif sur l'anabolisme protéique notamment au niveau des muscles, est bien connu (RANDLE, 1963).

Enfin, une raison supplémentaire de prêter à la zone de l'échelle des poids vifs vides comprise entre 2 100 et 2 900 g que nous venons d'étudier, une importance particulière en ce qui concerne les modifications endocriniennes et métaboliques, au cours de la croissance, réside dans les résultats de VEZINHET (1968), fixant à 15 semaines l'âge à partir duquel l'hypophysectomie interrompt la croissance chez le Lapin mâle et femelle : or à cet âge, notre population est caractérisée pour le poids vif vide par les valeurs suivantes :

Mâles	$\bar{x} - 1,18 \sigma = 2\ 180\text{ g}$
	$\bar{x} + 1,18 \sigma = 3\ 000\text{ g}$
Femelles.....	$\bar{x} - 1,18 \sigma = 2\ 180\text{ g}$
	$\bar{x} + 1,18 \sigma = 3\ 080\text{ g}$

4. Comparaison entre sexes

A propos des divers aspects de la croissance pondérale globale et relative du Lapin abordés dans les paragraphes précédents, a été effectué un parallèle suivi entre le mâle et la femelle.

Il en ressort qu'une grande analogie de développement existe entre les sexes dans cette espèce ; en effet, pour beaucoup d'organes et tissus étudiés, les changements d'allométrie se produisent chez le mâle et la femelle dans des zones voisines sinon simultanément ; en outre, dans de nombreux cas, les coefficients d'allométrie pour un intervalle donné ne sont pas significativement différents d'un sexe à l'autre.

Les seules dissemblances notables entre sexes peuvent être récapitulées comme suit :

a) Différence dans la vitesse de croissance pondérale globale, qui devient plus élevée chez la femelle que chez le mâle à un âge d'autant plus avancé et à un poids plus élevé qu'elle a été préalablement plus faible : pour des animaux moyens, cette dissociation des courbes de croissance s'effectue vers la fin de la 15^e semaine, pour un poids vif de 2 000 g, de sorte qu'à 26 semaines, les femelles pèsent en moyenne 4 050 g et les mâles 3 800 g.

b) Différence de précocité dans la maturation sexuelle : l'accélération de la croissance relative des gonades se produit vers un poids vif vide de 890-1 060 g chez le mâle, et de 1 550-1 580 g chez la femelle ; celle des organes sexuels primaires a lieu vers 1 600-1 755 g chez le mâle et 2 180-2 250 g chez la femelle.

Une différence de même nature existerait dans la maturation des surrénales dont l'augmentation d'allométrie se produirait vers 2 240-2 620 g chez le mâle et seulement vers 2 750-2 915 g chez la femelle.

c) Différences, moins certaines étant donnée la valeur des intervalles de confiance des coefficients d'allométrie, dans le développement relatif des grands tissus. Ainsi le tissu adipeux, le tissu musculaire et le squelette paraissent présenter un développement relatif sensiblement plus tardif chez la femelle que chez le mâle, bien que la proportion du poids corporel qu'ils constituent soit, en fin de croissance, identique dans les deux sexes.

En effet, le coefficient d'allométrie pendant la dernière phase de la croissance de chacun de ces trois tissus paraît plus élevé chez la femelle que chez le mâle, bien que cette différence ne soit pas significative.

Le développement relatif du tube digestif paraît également plus tardif chez la femelle, malgré une diminution d'allométrie s'y produisant plus précocement (vers 360-400 g) que chez le mâle (vers 550-735 g).

Après le changement d'allométrie en effet, le coefficient d'allométrie du tube digestif devient nettement plus faible chez le mâle ($0,48 \pm 0,15$) que chez la femelle ($0,71 \pm 0,08$), à tel point d'ailleurs que le poids moyen du tube digestif pour un poids vif vide de 4 000 g est d'environ 160 g chez le mâle contre 200 g chez la femelle où le tractus digestif est donc relativement plus développé en fin de croissance.

Pour les reins, par contre, le développement serait plus précoce chez les femelles puisque, quel que soit l'ajustement retenu dans chacun des sexes, les coefficients d'allométrie sont toujours plus élevés chez le mâle que chez la femelle ; le poids des reins est d'ailleurs plus important à poids vif vide égal chez les jeunes femelles que chez les jeunes mâles (3,50 g contre 2,70 g pour un poids corporel de 200 g) ; de sorte qu'en fin de croissance le poids relatif des reins est analogue dans les deux sexes.

En définitive, on peut conclure que le dimorphisme sexuel est singulièrement peu accusé chez le Lapin où il se limite pratiquement à une légère différence de format

en fin de croissance, le poids des femelles adultes dépassant de 5 à 5,5 p. 100 celui des mâles de même âge.

Il est intéressant de remarquer qu'en ce qui concerne le dimorphisme sexuel et la précocité sexuelle, la situation serait donc chez le Lapin inverse de celle, bien connue pour la plupart des mammifères, où le mâle adulte est d'un format plus élevé que la femelle dont le développement sexuel est par contre plus précoce.

Pour ce qui est de la précocité générale de développement, il semble également y avoir contradiction entre nos constatations et celles d'auteurs ayant travaillé sur des espèces où le format adulte est plus élevé chez le mâle que chez la femelle ; ainsi PALSSON (1955) signale que certains tissus et notamment le squelette sont plus précoces chez la Brebis, où leur croissance se ralentit plus précocement, que chez le Bélier.

CONCLUSIONS

Au point où elle est parvenue, cette étude, si elle éclaire un certain nombre de chapitres relatifs au développement du Lapin, nous paraît surtout proposer des hypothèses et ouvrir des voies de travail. Il n'est pas douteux par exemple que des recherches sur la physiologie de la croissance devront s'orienter plus particulièrement vers l'analyse des phénomènes (qu'ils soient biométriques, endocriniens, histologiques, cytologiques ou métaboliques), survenant au cours des crises physiologiques que nous avons mises en évidence.

La comparaison de l'allométrie de croissance et de l'allométrie de taille, la recherche d'organes ou d'unités anatomiques susceptibles de caractériser ou de refléter à travers leur propre développement celui d'une région, d'un appareil ou d'un tissu, feront l'objet de prochaines investigations.

Quant aux conséquences zootechniques de cette étude, elles ne pourront également être tirées avec plein intérêt qu'en tenant compte de l'évolution de la composition corporelle, non seulement dans la proportion des différents tissus mais encore dans la répartition des diverses régions de la carcasse ; il sera d'ailleurs fructueux de tenir compte, dans ce domaine, des résultats de travaux menés parallèlement par d'autres chercheurs sur l'alimentation du Lapin.

Reçu pour publication en juillet 1968.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. BOCCARD, MÉRAT et PRUD'HON pour les conseils et critiques qu'ils ont bien voulu nous donner pour la rédaction de ce mémoire.

SUMMARY

GROWTH ALLOMETRY IN THE RABBIT

I. — MAIN ORGANS AND TISSUES

The respective growth rates of various organs and tissues, viz endocrine glands, liver, kidneys, digestive tract, skin, trachea + heart + lungs, primary sexual organs, head, total muscle, skeleton, total fat depots, were studied in a common strain of 41 male and 40 female rabbits in 9 batches ranging from 9 to 182 days of age.

The complete dissection method (CANTIER and VEZINHET, 1968) allows to cut off and weigh most organs and to estimate the total losses due to dehydration.

For each organ and tissue the regression line (or successive lines) expressing the relationship between the logarithm of weight (y) and the logarithm of total empty live body as a control variable (x), were calculated. Among all possible adjustments, the least total residual variance was taken into account; the regression coefficients (a) calculated are considered as allometry coefficients (HUXLEY, 1932; TEISSIER, 1934).

For each organ or tissue the adjustment has been plotted in graphs (2 and 3) and the values of the respective coefficients tabulated in tables 1, 2, 3.

1° No change in allometry was noticed for the pituitary, thyroid and blood in either sex.

For the adrenals, a increases at 2 240-2 620 g in the male and at 2 750-2 915 g in the female.

For the ovaries, a increases at 1 560-1 580 g.

For the testicles, a increases at 890-1 060 g, then decreases at approximately 2 120-2 140 g.

For primary sexual organs a increases at : 1 600-1 755 g in the male ; 2 180-2 250 g in the female.

For skin, a increases once ; for adipose tissue, a increases twice during growth in the two sexes.

For all other organs and tissues, the allometry coefficient decreases during growth in the two sexes.

2° The average precocity order is as follows in decreasing order : brain, kidneys, skin, skeleton, liver, blood, muscles, fat depots.

3° All variations of allometry coefficients seem to take place at weights ranging between : 900 and 2 600 g for the male ; 900 and 2 900 g for the female. Within this growth period, we could notice coincidences between. The variation intervals of the coefficients of various endocrine glands and those of organs and tissues, as follows :

900-1 140 g : testicles, skeleton (male), adipose tissue (male)

1 500-1 800 g : accessory sexual glands (male) ; ovaries, liver, (male, female) ; skeleton (female)

2 200-2 900 g : muscles (female, male) ; adrenals (male, female) testicles ; genital tract (female).

These results suggest physiological crises and alterations in hormonal balance.

4° Growth rate and size are higher in the female than in the male ; but female precocity is lower.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASTWOOD E. B., 1938. A six-hour assay for the quantitative détermination of œstrogen. *Endocrinology*, **23**, (25-31.)
- ATTAL J., COUROT M., 1963. Développement testiculaire et établissement de la spermatogenèse chez le Taureau. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **3**, 219-241.
- BARTLETT M. S., 1949. Fitting a straight line when both variables are subject to error. *Biometrics*, **5**, 207-212.
- BÉNÉVENT M., 1968. Croissance relative pondérale post-natale, dans les deux sexes, des principaux tissus et organes de l'Agneau *Mérinos d'Arles*. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, sous presse.
- BOCCARD R., DUMONT B. L., LEFEBVRE J., 1962. Étude de la production de la viande chez les ovins. V. Note sur la croissance relative des régions corporelles de l'Agneau. *Ann. Zootech.*, **11**, 257-262.
- BOCCARD R., LE GUELTE P., ARNOUX J., 1964. Influence de la vitesse de croissance sur la valeur des coefficients d'allométrie des tissus corporels de l'Agneau. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **258**, 1908-1909.
- BRODY, 1945. *Bioenergetics and growth*, 575-642. New York

- CANTIER J., VEZINHET A., 1968. Guide pour la dissection et l'identification des principaux muscles de la carcasse chez le Lapin. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **8**, 107-139.
- COCK A. G., 1963. Genetical studies on growth and form in the fowl. I. Phenotypic variation in the relative growth pattern of shank length and body-weight. *Genet. Res.*, **4**, 167-192.
- COUROT M., 1962. Développement du testicule chez l'Agneau. Établissement de la spermatogenèse. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **2**, 25-41.
- CRARY D. D., SAWIN P. B., 1960. Genetic differences in growth rate and maturation of rabbits. *Growth*, **24**, 111-130.
- DESBALS D., 1957. *Rôle respectif des hormones surrénaliennes et hypophysaires dans le déterminisme des troubles entraînés par la surrénalectomie chez le Lapin. Effets extra-surréniens de la corticotropine.* Thèse Dr ès Sciences naturelles, Fac. Sci. Toulouse.
- DURY A., 1957. Effects of épinephrine on lipid partition and metabolism in the Rabbit. *Circulation Res.*, **5**, 45-49.
- GIROD C., 1960. Variations pondérales et morphologiques de la surrénale du Lapin en fonction de l'âge et du sexe. *C. R. Soc. Biol.*, **154**, 1546-1550.
- HAMMAR J. A., 1932. Über wachstum und Rûchgang, Über standardisierung, individualisierung, und bauliche individualtypen im Laufe des normalen Postfötallebens. *Z. Mikrosk. anal. Forsch.*, **20**, 1-536.
- HAMMOND J., 1932. *Growth and development of mutton qualities in the Sheep.* 599 pp., Ed. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- HAMMOND J., 1944. Physiological factors affecting birth weight. *Proc. Nutr. Soc.*, **2**, 8-12.
- HOTELLING H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables in to principal components. *J. Educ. Psychol.*, **24**, 417-441 et 498-520.
- HRACHOVEC J., 1956. Sur les allométries de croissance de divers organes et tissus chez le Lapin. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **242**, 171-174 et 299-301.
- HUXLEY J. S., 1932. *Problems of relative growth*, 276 pp., Ed. Methuen, London.
- JEANRENAUD B., RENOLD A. E., 1960. Studies on rat adipose tissue *in vitro*. VII. Effects of adrenal cortical hormones. *J. biol. Chem.*, **235**, (2217-2223.)
- JOLICEUR P., 1963. The multivariate generalization of the allometry equation. *Biometrics*, 497-499.
- KAVANAGH A. J., RICHARDS O. W., 1943. Mathematical analysis on the relative growth of organisms. *Proc. Rochester Acad. Sci.*, **8**, 150-174.
- KENDALL M. G., STUART A., 1961. *The advanced theory of statistics*, vol. II, 374-415. Charles Griffin, London.
- KERMACK K. A., HALDANE J. B. S., 1950. Organic correlation and allometry. *Biometrika*, **37**, 30-41.
- 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**, 250-256.
- KIDWELL J. F., GREGORY P. W., GUILBERT, H. R., 1952. Genetic investigation of allometric growth in Hereford cattle. *Genetics*, **37**, 158-174.
- KIDWELL J. F., CHASE H. B., 1967. Fitting the allometric equation. A comparison of ten methods by computer simulation. *Growth*, **31**, 165-179.
- KOCHAKIAN C. D., ROBERTSON E., BARTLETT M. N., 1950. Sites and nature of protein anabolism stimulated by testostérone propionate in the rat. *Am. J., Physiol.*, **163**, 332-333.
- KOCHAKIAN C. D., COCKRELL D., 1958. Response of individual muscles of the guinea pig to «large» doses of testostérone propionate. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **97**, 148.
- KOCHAKIAN C. D., HARRISSON D. G., 1962. Regulation of nucleic acid synthesis by androgens. *Endocrinology*, **70**, 99-109.
- LEFEBVRE J., 1966. *Étude à l'aide de mensurations de la conformation de la croissance des bovins Normands.* Thèse Dr-Ingénieur. Fac. Sci., Caen.
- LÉVY A. C., RAMEY E. R., 1959. The effect of adrenal steroids on peripheral fat mobilization in the Rat. *Endocrinology*, **64**, (586-591).
- LYNN W. S., MCLEOD R. M., BROWN R. H., 1960. Effect of épinephrine, insulin and corticophin in the metabolism of Rat adipose tissue. *J. biol. Chem.*, **235**, 1904-1911.
- MCMEKAN C. P., 1940. Growth and development in the pig, with special reference to carcass characters. *J. agric. Sci. Camb.*, **30**, (276-511).
- MCMEKAN C. P., 1941. *J. agric. Sci. Camb.*, **31**, 1-21.
- MAHLER R. F., STAFFORD W. L., 1963. in: Grant J. K. *The control of lipid metabolism.* Academic Press, London.
- MALAVAL F., 1967. Effets de la sous-alimentation et du jeûne sur la fonction corticosurrénalienne du canard *Pekin* mâle (données non publiées).
- MAULÉON P., 1961. Déroulement de l'ovogenèse comparé chez différents mammifères domestiques. *VI^e Congrès Intern. Reprod. Anim.*, La Haye, **2**, 348-354.
- PALSSON H., VERGES J. B., 1952. *J. agric. Sci. Camb.*, **42**, 1-93.
- PALSSON H., 1955, in HAMMOND J. *Progress in the physiology of farm animals*, vol. 2, 430-542 Butterworths London.

- PRUD'HON M., 1967 *a*. L'appétit du Lapin alimenté à sec. *Bull. tech. Inf. Ingrs Serv. agric.*, **219**, 1-16.
- PRUD'HON M., 1967 *b*. (communications personnelles).
- RANDLE P. Y., 1963. Endocrine control of metabolism. *A. Rev. Physiol.*, **25**, 297-324.
- ROBB R. C., 1929. On the nature of hereditary size limitation. *Brit. J. exp. Biol.*, **6**, 293-324.
- SCOW R. O., CHERNICK S. S., GUARCO B. A., 1959. *Diabètes*, **8**, 132-133.
- TANNER J. M., SAWIN P. B., 1953. Morphogenetic studies of the Rabbit. XI. Genetic differences in the growth of the vertebral column and their relation to growth and development in man. *J. Anat.*, **87**, 54-65.
- TEISSIER G., 1934. Disharmonies et discontinuités dans la croissance. *Actualités scientifiques et industrielles*, n° **95**, Hermann, Paris, pp. 39.
- TEISSIER G., 1948. La relation d'allométrie. Sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, **4**, 14-53.
- 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.
- TEISSIER G., 1961. Choix des paramètres définissant une relation structurale linéaire dans la pratique biométrique. *Biometr. Praxim.*, **2**, 137-158.
- VEZINHET A., 1968. Effet de l'hypophysectomie sur la croissance pondérale du Lapin. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **266**, 2348-2351.
- WADSTROM L. B., 1957. Lipolytic effect of the injection of adrenaline on fat depots. *Nature*, **179**, 259.
- WALLACE L. R., 1948. The growth of lamb before and after birth in relation to the level of nutrition. *J. Agric. Sci.*, **39**, 93-243.
- WOOL I. G., GOLDSTEIN M. S., RAMEY E. R., LEVINE R., 1954. Role of epinephrine in the physiology of fat mobilization. *Am. J. Physiol.*, **178**, 427-432.
- ZARROW M. X., DENENBERG V. H., ANDERSON C. O., 1965. Rabbit frequency of suckling in the pup. *Science*, **150**, 1835-1836.
-