HAL
open science

Particularités de la croissance et du développement du cheval

W. Martin-Rosset

To cite this version:

W. Martin-Rosset. Particularités de la croissance et du développement du cheval. Annales de zootechnie, 1983, 32 (1), pp.109-130. hal-00888205

HAL Id: hal-00888205

https://hal.science/hal-00888205

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ann. Zootech., 1983, **32** (1), 109-130

Revue bibliographique

Particularités de la croissance et du développement du cheval

W. MARTIN-ROSSET

I.N.R.A., Station des Productions bovines et chevalines, Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, Theix, Saint-Genès-Champanelle, F 63110 Beaumont

Résumé

Les études sur la croissance et le développement du cheval ont été passées en revue. Le cheval a par rapport aux autres espèces un poids élevé à la naissance et un potentiel de croissance très important au cours des 2 ou 3 premiers mois. A la naissance, le poulain a un état de développement très avancé et qui se poursuit très rapidement jusqu'à 1 an. L'influence du sexe ne se manifeste qu'à partir de 18-24 mois. Les races lourdes ont des capacités de croissance plus importantes que les races de sang, mais présentent un développement plus tardif. La croissance relative des différents éléments du corps entier, des régions corporelles, et des tissus en fonction de l'âge par rapport à un ensemble de référence tels que le poids vif vide, poids de carcasse et ses variations ne sont pratiquement pas connues. Le cheval est comparé à d'autres espèces.

I. Introduction

Nos connaissances sur la croissance et le développement du cheval reposent sur des travaux soit très anciens et réalisés en Europe de l'Ouest soit plus récents et effectués depuis les années 1960 dans les pays de l'Europe de l'Est où l'effectif de chevaux est resté élevé.

A l'inverse des autres espèces domestiques, le cheval n'était pas jusqu'à nos jours destiné à produire de la viande ; la viande consommée provenait presque exclusivement des chevaux de travail réformés. Or, l'amélioration de la production de viande repose sur une bonne connaissance de l'accroissement du poids des différents tissus et régions corporelles. Les études déjà réalisées sont le plus souvent limitées à la description de la morphologie externe du cheval. Il convient toutefois de les passer en revue pour essayer de dégager les lois qui régissent la croissance et le développement du cheval et l'originalité de cette espèce par rapport aux autres animaux domestiques, gros ruminants en particulier.

II. Le poids à la naissance

La gestation est longue chez la jument ; elle dure de 328 à 342 jours selon les auteurs (MAUCH, 1933 ; HOWELL & ROLLINS, 1951 ; SALERNO & MONTEMURRO, 1966 ; HINTZ *et al.*, 1979).

Pendant cette période le poids (Y) du fœtus s'accroît, en fonction du stade de gestation (x) selon une courbe de type exponentiel (MITCHELL, 1962) :

$$Y\ (kg) = Y_A - 2\,011\ e^{-ax}$$

où Y_A est le poids adulte (en kg), x = l'âge depuis la conception (en jours).

Toutefois la forme de la courbe peut varier selon le stade de gestation avec l'importance de la croissance pondérale du fœtus. De la fécondation à 6 mois, la multiplication cellulaire est intense mais l'accroissement pondéral du fœtus reste faible : 30 p. 100 du poids du nouveau-né (fig. 1). Son expression est de la forme : $Y = Y_0 e^{ax}$, Yo étant le poids à la naissance.

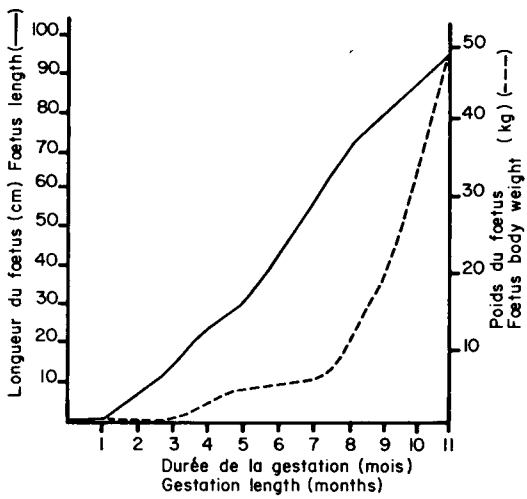

FIG. 1

Croissance prénatale du fœtus du poulain (longueur et poids).
Prenatal growth and foal development during gestation (length and body weight).
(D'après DUSEK, 1966).

En revanche, à partir de 6 mois, la croissance pondérale du fœtus est importante. L'accroissement du poids du fœtus entre 6 et 11 mois est égal à 70-80 p. 100 du poids à la naissance (DUSEK, 1966 ; DOUGLAS & GINTHER, 1975), et peut être représenté par la fonction :

$$Y = -20{,}7 + 0{,}00067\ x^2$$

pour des poulains pesant 55 kg à la naissance (MEYER & AHLSWEDE, 1976). A la fin de la gestation, le poids du fœtus d'une part, du placenta et des enveloppes d'autre part représentent respectivement 72 et 15 p. 100 du poids du conceptus (DOUGLAS & GINTHER, 1975).

A la naissance le poids vif du jeune peut varier de 18 kg pour des poneys *Shetland* à 75 kg pour les races de gros trait. L'héritabilité du poids à la naissance serait de 0,15 chez le poulain de selle (KOWNACKI, JASZCZA & WLODARSKA, 1969). Exprimé par rapport au poids vif de la mère, la variation reste encore grande : 9 à 12 p. 100 selon les races. Le rapport est d'autant plus élevé qu'il s'agit de races de petit format. Mais le poids à la naissance est également étroitement lié au format de la mère (= effet maternel) comme le montrent les expériences de croisements réciproques réalisées par WALTON & HAMMOND (1938) puis FLADE (1965) (tabl. 1). LANGLOIS (1973) estime que l'effet maternel explique 12 p. 100 de la variation totale du poids à la naissance.

TABLEAU 1

Poids à la naissance de poneys Shetland, *de chevaux de trait lourds* Shire, *et de leurs croisements réciproques.*

Birth weight of Shetland *ponies,* Shire *breeds and their cross breeds.*

Croisement *Cross breeds*	Poids à la naissance (kg) *Birth weight*	Références *References*
♀ *Shetland* × ♂ *Shire*	17	WALTON et HAMMOND, 1938
♀ *Shire* × ♂ *Shetland*	53	
♀ *Shetland* × ♂ *Shetland*	17	
♀ *Shire* × ♂ *Shire*	70	
♀ *Shetland* × ♂ *Mecklenbourg*	27	FLADE, 1965
♀ *Mecklenbourg* × ♂ *Shetland*	48	
♀ *Shetland* × ♂ *Shetland*	21	
♀ *Mecklenbourg* × ♂ *Mecklenbourg*	60	

Les poulains pèsent à la naissance 2,5 à 3,5 kg de plus que les pouliches chez la race de trait belge (BUTAYE, 1966). Différents auteurs notent que le poulain est porté 1,7 j de plus que la pouliche (MAUCH, 1933 ; HOWELL-ROLLINS, 1951 ; ZWOLINSKI, 1966 ; ROPIHA *et al.,* 1969 ; JOUBERT, 1969). FLADE & FREDERICH (1963) en concluent que cet écart peut expliquer la différence de poids à la naissance.

La différence de poids vif à la naissance entre produits issus de juments primipares et multipares s'avère être encore plus importante : entre 2 à 7 kg selon BUTAYE (1966). Ce n'est que vers l'âge de 6-7 ans que les juments mettraient bas leur produit le plus lourd (ILANCIC, 1956).

La saison de poulinage semble intervenir sur le poids à la naissance, mais son effet est difficile à dissocier de l'influence de la durée de gestation car celle-ci expli-

querait 43 p. 100 de sa variation totale (HOWELL & ROLLINS, 1951). La durée de gestation peut se raccourcir de 6 à 10 jours lorsque les mises bas ont lieu en automne plutôt qu'au printemps. Aussi, le poids des poulains de sang nés au printemps serait plus important que ceux nés en automne (JORDAO & DE CAMARGO, 1950 ; LOHMAN & MARINIC, 1952).

III. Vitesse de croissance et poids adulte

Au cours des premiers jours suivant la naissance, le poulain nouveau-né ne perd pas de poids contrairement à ce qui se passe chez la plupart des espèces. La vitesse de croissance est rapide pendant les 4 premiers semaines mais très variable : 1 949 ± 355 g/j au moins chez les poulains de races lourdes françaises conduites dans les mêmes conditions (MARTIN-ROSSET, non publié). Le poulain double son poids de naissance au cours du premier mois (BUTAYE, 1966). SAIGIN (1952) a montré, en comparant 2 lots de poulains constitués sur la base du niveau de production laitière de leurs mères mesurée par traite manuelle, que le croît des jeunes était d'autant plus élevé que la production laitière des poulinières était importante. Comme chez la vache allaitante (LE NEINDRE, 1974), la production laitière de la jument est, avant le potentiel de croissance du poulain, le premier facteur limitant du gain de poids vif du jeune au cours des premiers mois.

Après le 3e mois, le gain de poids vif journalier diminue car les quantités ingérées et l'utilisation digestive de l'herbe par le poulain sont encore trop limitées pour compenser la réduction des apports par la production laitière de la jument à partir du 2e ou 3e mois selon les auteurs (VON NESENI *et al.*, 1958 ; GIBBS *et al.*, 1979).

Le gain de poids vif journalier pendant la période d'allaitement varie cependant de 1 300 à 1 600 g pour les races lourdes et de 900 à 1 100 g/jour pour les races légères. Au sevrage vers 6-7 mois les poulains pèsent 220 à 250 kg dans les races légères et 300 à 400 kg dans les races lourdes, soit 45 p. 100 du poids vif adulte contre 30 p. 100 seulement pour les bovins. Il n'y a pas de différence entre mâle et femelle.

Après le sevrage, la vitesse de croissance varie de 600 à 1 000 g/j jusqu'à 24 mois selon les conditions d'alimentation (OLOFSSON & THOMKE, 1963 ; STAUN, 1973 ; MARTIN-ROSSET & JUSSIAUX, 1977). Le poids du poulain représente alors 70 p. 100 du poids vif adulte. Puis le gain de poids diminue jusqu'au stade adulte qui est atteint à 3,5 ans à un poids de 450-500 kg, chez le pur sang anglais et à 5 ans à un poids de 700 à 1 000 kg chez les races de trait.

Les capacités de croissance d'animaux de différentes races pures : trait belge, chevaux *Fjord* (STAUN, 1973) et poneys *Shetland* (JORDAN & MYERS, 1972) pesant respectivement 900, 450 et 200 kg à l'âge adulte sont d'autant plus élevées entre 6 et 12 mois que leur poids adulte est important, soit respectivement 1 300, 1 000 et 250 g/j.

Le dimorphisme sexuel ne se manifeste qu'à partir de 18 mois pour les races de trait (OLSSON, 1952 ; MARTIN-ROSSET & JUSSIAUX, 1977) ou 24 mois pour le pur sang arabe (GRABOWSKI, DETKENS & TYZKOWSKI, 1971). Après 24 mois, les différences s'accentuent de telle sorte qu'à l'âge adulte la jument a un poids vif de 10 p. 100

inférieur à celui de l'étalon (fig. 2). Mais la plupart des poulains sont castrés. Classiquement, la castration se pratique chez le poulain de selle vers 18-24 mois, chez le poulain de boucherie à 18 mois, bien que dans ce dernier cas elle peut être avancée à 12 mois. L'effet de la castration ne se manifeste qu'à 30 mois chez le poulain de boucherie lorsqu'elle a été réalisée très tôt, à 12 mois, et encore la différence de poids obtenue n'est-elle pas significative : 5 p. 100 seulement (YABLAKOV, 1976).

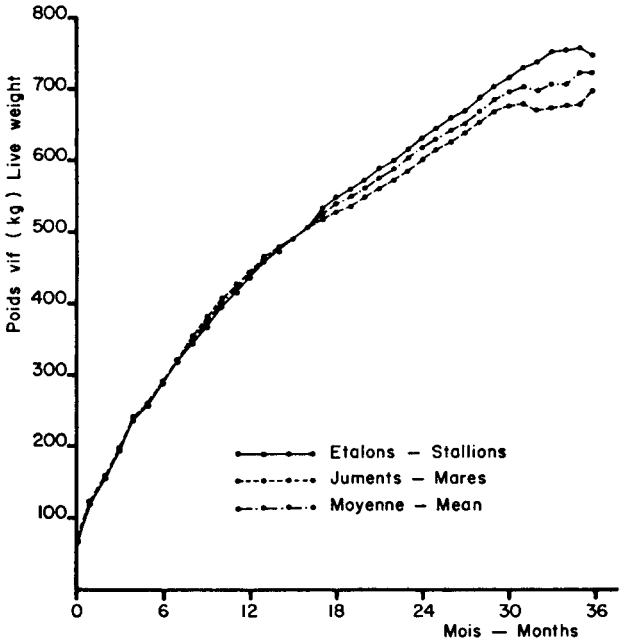

FIG. 2

Croissance postnatale du cheval de trait Ardennais.

Postnatal growth of Ardennais *draft horse.*

(OLSSON, 1952).

Le gain de poids du poulain peut varier selon le niveau et la qualité des apports. Il est d'autant plus important que le niveau azoté de la ration est élevé pour un même niveau d'apport énergétique ou que les besoins en acides aminés indispensables limitants (lysine - méthionine) sont mieux couverts (tabl. 2) (HINTZ, SCHRYVER & LOWE, 1971 ; BREUER & GOLDEN, 1971 ; BORTON, ANDERSON & LYFORDS, 1973 ; PULSE, BAKER & POTTER, 1973 ; YOAKAM, KIRKHAM & BEESON, 1978 ; OTT *et al.*, 1979).

Globalement, lorsque le cheval est soumis à une restriction alimentaire pendant l'hiver, il est capable d'avoir une certaine croissance compensatrice à l'herbe, mais celle-ci paraît d'autant plus limitée que la restriction intervient tôt pendant le jeune âge et que celle-ci est sévère et répétée (WITT & LOHSE, 1965).

TABLEAU 2

Comparaison du niveau et de la source de protéines dans l'alimentation des poulains sevrés précocement.

Comparison of protein sources and protein levels for early-weaned foals.

(D'après BORTON, ANDERSON et LYFORD, 1973).

Traitement (durée 7 semaines) *Treatment (7 weeks)*	14 % soja *14 % soya*	14 % lait en poudre *14 % skimmed milk*	22 % soja *22 % soya*	22 % lait en poudre *22 % skimmed milk*
Nombre d'animaux ..... *No. animals*	6	6	6	6
Gain de PV total moyen (kg) ..... *Mean total live weight gain (kg)*	29,6[a]	37,4[b]	31,9	46,6[b]
GMQ (kg) ..... *Average daily gain (kg)*	0,60[c]	0,76[d]	0,65[c]	0,95[d]
Croissance en hauteur (cm) ..... *Growth height*	5,08[c]	6,60[c]	6,99[d]	7,19[d]

a, b, c, d : Les valeurs annotées différemment sont significativement différentes ($\alpha < 0{,}01$) - *Values with unlike subscript are significantly different* ($\alpha < 0.01$).

PV = Poids vif - *Liveweight.*

GMQ = Gain moyen quotidien - *Average daily gain.*

IV. Mensurations et format

La conformation du cheval a fait très tôt l'objet d'un nombre considérable d'études utilisant une méthodologie plus ou moins complexe (pointage, mensurations corporelles, mesures d'angle...). On pourra se référer pour cela aux travaux de GOUBAUX & BARRIER, 1884 ; LE HELLO, 1907 ; DE GASTE, 1908... rapportés dans les différents ouvrages de MARCENAC & AUBLET, 1969 ; DE PONCINS, 1972 ; ou revues bibliographiques de LANGLOIS, 1973 ou LAMARCHE, 1977.

Les principales mensurations corporelles effectuées sont analysées soit individuellement (tabl. 3) soit par leurs rapports (tabl. 4) dans le but essentiel de préjuger des aptitudes du cheval pour la traction, pour le trot et le galop ou pour la selle et l'obstacle. En revanche, la variation relative, en fonction de l'âge, de ses mensurations par rapport à leur propre valeur finale ou à celle d'une autre mensuration effectuée au même instant sur le même animal a fait l'objet d'un nombre plus limité d'études (revues bibliographiques de GREEN, 1961 ; LANGLOIS, 1973 ; CAPITAIN, 1976).

TABLEAU 3

Principales mensurations caractéristiques du développement de la conformation.
Measurement characteristics of conformation.
(FROIDEVAUX, 1975).

Paramètres du développement *Development parameters*	Mesures *Measurements*	Instruments *Instruments*	Unités *Units*	Utilisation *Purpose*
Taille (T) *Height*	Hauteur au garrot *Withers height*	Mètre à ruban *Tape measure*	cm	Jugement du développement *To evaluate development*
	Hauteur à la croupe *Rump height*			
	Hauteur du dos *Back height*			
	Périmètre thoracique (TP) (1) *Thoracic perimeter*	Mètre à ruban *Tape measure*	cm	Jugement du développement *To evaluate development*
	Périmètre longitudinal *Longitudinal perimeter*			(1) variable de l'estimation du poids (a) *Variate for estimating weight*
Compacité (C) *Compactness*	Vide sternal (VS) *Sub sternum space*	Compas d'épaisseur *Width compass*		
	Hauteur de poitrine (HP) *Chest height*			
	Largeur ceintures scapulaire ou pelvienne *Scapula and pelvic widths*			
Longueur du corps *Body length*		Toise de Lydtin *Lydtin gauge*	cm	Jugement du développement *To evaluate development* Estimation du poids (b) *Weight estimation*
Orientation des rayons articulaires *Direction of angle articulations*	Longueur des os longs *Long bone length*	Mètre à ruban *Tape measure*	cm	Aptitude *Ability*
	Orientation os ceinture scapulaire *Orientation of scapula bone*	Arthrogoniomètre *Artrogoniometer*	Degré *Degree*	
	Orientation ceinture pelvienne *Orientation of pelvis bone*			
Ossification	Périmètre canon (PC) *Shank perimeter*	Mètre à ruban *Tape measure*	cm	Estimation poids et importance du squelette *Weight estimation and bone assessment*
	Diamètre canon *Shank diameter*	Pied à coulisse *Size stick*		

(a) CREVAT.
(a et b) SASIMOWSKI et BUDZYNSKI, 1966.
(a) MILNER et HEWITT, 1969.

TABLEAU 4

Principaux indices du développement.

Main development indexes.

Indices *Indexes*	Formule *Relationship*	Unités *Units*	Limites de variation *Variation extremes*	Signification *Significance*
Compacité .... *Compactness*	PV/T	kg/cm	2,7 à + 3	Pondération du poids par un paramètre du format pour classer les chevaux selon leur poids *Counter balancing of weight with format parameter to classify according to weight*
Corpulence	TP/L T/L	cm/cm cm/cm	85 à 90	Classement des chevaux en classes : Breviligne, medioligne, longiligne *Classification into categories shortine, medioline, longline* Classement pondéré précédent *Counter balance with above*
Dactylo-thoracique .... *Limb-chest*	PC/TP	cm/cm		Relation entre la masse du cheval et les membres destinés à la supporter *Relationship between body mass and limbs that carry weight*
Hauteur pectorale ..... *Chest height*	HP/VS	cm/cm	1	

PV = Poids vif - *Live weight.*
T = Taille - *Height.*
TP = Tour de poitrine - *Chest circumference.*
L = Longueur - *Length.*
PC = Périmètre du canon - *Shank circumference.*
HP = Hauteur pectorale - *Chest height.*
VS = Vide sous sternal - *Substernal space.*

Dès le 1er mois de gestation, l'accroissement en longueur du fœtus est important et régulier jusqu'au 8e mois où il présente un léger fléchissement avant la naissance (fig. 1). Cet accroissement en longueur est surtout le fait de l'allongement des membres (KÖNIG, 1960 ; GREEN, 1969). A la naissance, le poulain a donc atteint un stade relativement avancé du développement par rapport aux autres animaux domestiques, bovins en particulier (tabl. 5).

TABLEAU 5

Comparaison des mensurations à la naissance des chevaux et des bovins (en pourcentage de leur valeur finale au stade adulte).

Comparative measurements of horses and cattle (in p. 100 of adult value).

Mensurations *Measurements*	Chevaux *Horses* DUSEK, 1972	Bovins *Cattle* BERANGER Non publié *Unpublished*
Poids - *Weight*	9-10	6-8
Hauteur au garrot - *Withers height*	60	57
Longueur de la jambe - *Leg length*	—	63
Périmètre du canon - *Cannon bone circumference*	60	—
Longueur du tronc - *Trunk length*	43	—
Largeur de poitrine - *Chest width*	41	37

De la naissance à l'âge adulte, les travaux de SAUER (1930), ZIMMERMAN (1933), KÖNIG (1960), DUSEK (1972) permettent de schématiser ainsi la chronologie du développement du cheval (fig. 3 a et 3 b) :

- à la naissance, le poulain présente l'aspect d'un rectangle vertical du fait de la croissance importante des os longs (GREEN, 1969). L'évolution des mensurations en hauteur et du périmètre du canon reste cependant très rapide jusqu'à 1 an, puisqu'à cet âge ces mensurations ont atteint 90 p. 100 de leur développement final ;

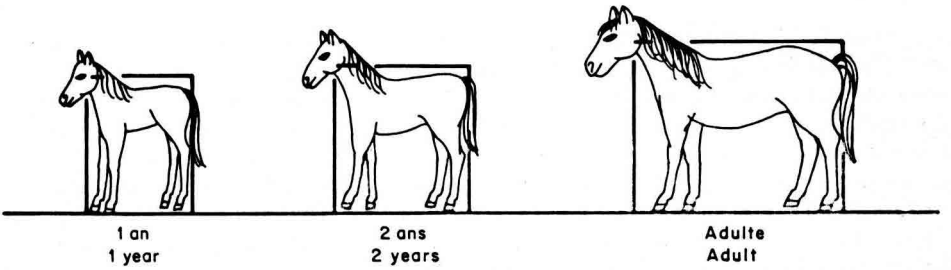

FIG. 3 a

Développement morphologique du poulain.
Foal development.

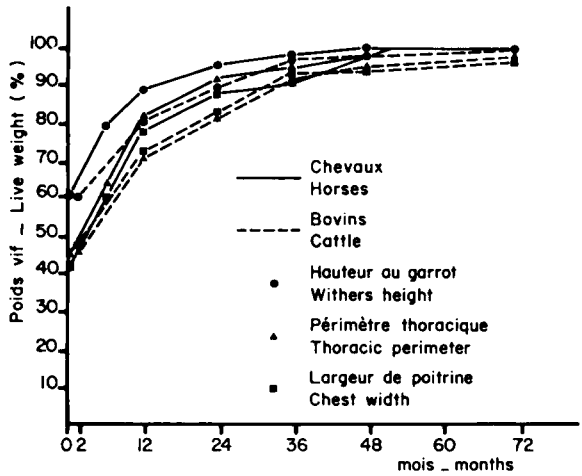

FIG. 3 b

Comparaison de l'évolution des mensurations corporelles de chevaux (demi sang) et bovins (Charolais) *de la naissance à l'âge adulte.*

Comparative development of body measurements of half-breds and Charolais *cattle from birth to maturity.*
(d'après DUSEK, 1966, et LEFEBVRE, 1972).

• entre 12 et 18 mois, le poulain connaît un développement en longueur et en largeur. Vers 18 mois (GRABOWSKI, DETKENS & TYSZKOWSKI, 1971) ou 2 ans (KÖNIG, 1960 ; BRZESKI & SOSNOWSKI, 1962), l'animal peut être inscrit dans un carré. A 2 ans le cheval a acquis pratiquement la longueur du tronc et le périmètre thoracique adulte, puisque ces mensurations représentent respectivement 95 et 90 p. 100 de leur valeur finale ;

• il faut attendre 3 ans chez les chevaux de sang et 5 ans chez les chevaux de trait pour que le poulain parvienne à son format adulte. Il peut alors être intégré dans un rectangle horizontal, car tous les paramètres de la conformation ont atteint 90 à 98 p. 100 de la valeur définitive fixée par le potentiel génétique de l'animal.

Dans l'espèce chevaline, le format des races adultes peut varier de 1 à 5. La part de l'effet additif des gènes est donc importante. La plupart des variables morphologiques sont très héritables (tabl. 6 a, b et c). LANGLOIS (1973) estime que le coefficient moyen d'héritabilité de la conformation est de 0,35. Toutefois, l'effet génétique n'est vraiment marqué qu'après la naissance. KOWNACKI, JASZCZA & WLODARSKA (1969) ont montré, en mesurant plus de 1 500 pouliches à la naissance, que l'effet additif des gènes impliqués dans le développement du cheval avant sa naissance n'explique que 15 à 20 p. 100 de la variation totale. En revanche, après la naissance l'évolution comparée des mensurations effectuées sur des chevaux de trait (MARCQ, LAHAYE & CORDIEZ, 1956), des chevaux de selle américains (HEIRD, 1973) et des poneys (HESSE, 1957) montrent que le cheval de trait atteint plus tardivement son plein développement que les autres races, tandis que le cheval de sang est le plus précoce (fig. 4). Cette notion de précocité

TABLEAU 6

a) *Héritabilité (h^2) de quelques mensurations corporelles.*
Heritability (h^2) of body measurements.

(D'après LANGLOIS, 1973).

Référence Auteur Date *Reference Authors Date*	DUSEK (1965)	VARO (1965)	KOWNACKI *et al.* (1969)	ERICKSON d'après JONES et BOGART (1973)	
Méthode d'estimation *Assessment method*	Régression mère/fille *Dam/ daughter regression*	1/2 sœurs *1/2 sisters*	1/2 sœurs *1/2 sisters*	1/2 sœurs *1/2 sisters*	Régression parent-descendant *Parent/ offspring regression*
Effectifs *Animals* Race *Breed*	130 couples 1/2 sang *half-bred kladruber*	6 000 juments Trait finlandais *Finnish draft horse*	616 juments Wielkopolskamares	— —	— —
h^2 HG *WH*	0,63	0,26	0,71	0,29	0,41
h^2 PT *TP*	0,12	0,32	0,58	0,43	0,43
h^2 PC *SC*	0,28	—	0,63	0,48	0,50
h^2 PV *LW*	0,27	—	0,17	—	—

b) *Valeur moyenne des héritabilités de ces mensurations.*
Average value of measurement heritabilities.

Mensuration *Measurement*	HG *WH*	PT *TP*	PC *SC*	PV *LW*
Héritabilité *Heritability*	0,49	0,36	0,47	0,22

c) *Résultats d'héritabilité d'une note globale de conformation.*
Heritability of overall conformation score.

(DUSEK, 1970, d'après LANGLOIS, 1973).

Race *Breed*	1/2 sang - *Half-bred*		*Thoroughbred* Pur sang anglais		Trakehner
Age - *Age* ..	3-5 ans		2 ans		3 ans
Sexe - *Sex* ..	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles
Effectif - *Nr.*	119	112	191	227	591
h^2	0,19	0,24	0,35	0,31	0,32

HG : hauteur au garrot ; PT : périmètre thoracique ; PC : périmètre du canon ; PV : poids vif de l'animal adulte - *WH : withers height ; TP : thoracic perimeter ; PC : cannon bone perimeter ; PV : adult live weight.*

Moyenne générale d'héritabilité de la conformation : 0,35 - *Overall mean heritability of conformation : 0.35.*

peut s'appliquer également intra-races, que les races soient de trait ou de selle. C'est ainsi que parmi les chevaux de sang, le pur sang arabe serait plus tardif que le pur sang anglais (GRABOWSKI, DETKENS & TYSZKOWSKI, 1971). Mais l'effet génétique doit être pondéré par l'effet du format maternel car à l'âge adulte l'effet génétique *sensu stricto* lié au père n'atteindrait encore que 70 p. 100 de l'effet maternel (LANGLOIS, 1973).

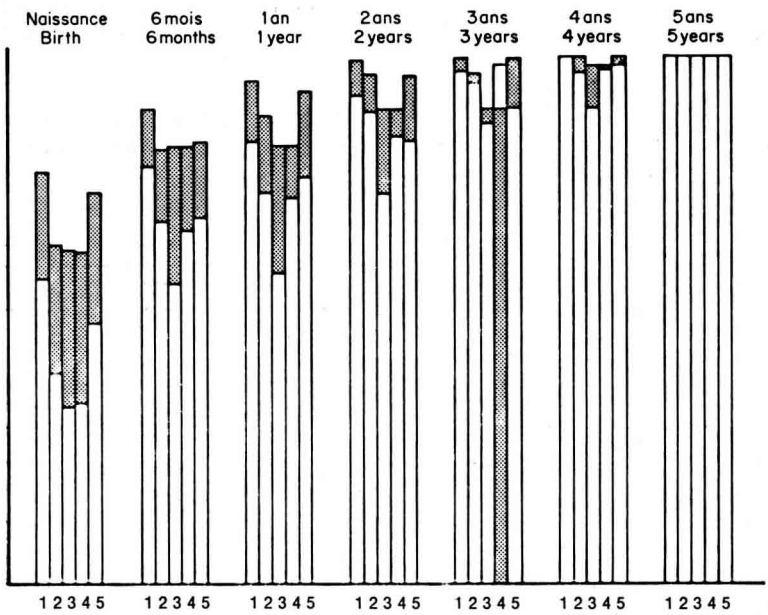

FIG. 4

Développement comparé des poulains de race lourde (trait belge) et de race de selle (quarter-horse**) exprimé en p. 100 de la valeur atteinte à l'âge adulte.*

Comparative development of foals from draft horses (belgian) and saddle horses (quarter-horse) expressed as a p. 100 of adult values.
(d'après MARCQ, LAHAYE, CORDIEZ, 1956 *, et HEIRD, 1973 **).

☐ Race lourde - *Draft horses.*
▩ Race de selle - *Saddle horses.*

1 : HG : Hauteur au garrot - *Withers height.*
2 : TP : Tour de poitrine - *Chest circumference.*
3 : LP : Largeur de poitrine - *Chest width.*
4 : LH : Largeur de hanches - *Hind quarters width.*
5 : PC : Périmètre canon - *Cannon bone perimeter*

Pour GREEN (1969), il n'y aurait chez le pur sang anglais aucune différence significative dans les mensurations entre des poulains et des pouliches de leur naissance à l'âge d'un an. Pour d'autres auteurs, il existerait bien une différence significative de développement entre sexes, mais elle apparaîtrait plus ou moins précocement selon la mensuration ou la région corporelle considérée et la race concernée.

Les femelles seraient plus précoces que les mâles : elles atteignent en moyenne leurs mensurations adultes vers l'âge de 2,5 ans contre 3-4 ans pour les poulains (MARCQ, LAHAYE & CORDIEZ, 1956 ; HEIRD, 1973). Il existe toutefois entre les deux sexes des différences en fonction des régions corporelles (fig. 5). Durant la première année, les pouliches ont, par rapport au poulain, un développement très rapide de la largeur de poitrine et de croupe et dans une moindre mesure de la hauteur au garrot, de poitrine et du périmètre thoracique. Inversement, les mâles ont un développement des membres antérieurs plus précoces (HEIRD, 1973). De plus, le périmètre du canon deviendrait supérieur chez le mâle à partir de 18 mois pour des demi-sang polonais (BRZESKI & KUROWSKI, 1964) et des pur-sang arabes (GRABOWSKI, DETKENS & TYSZKOWSKI, 1971) et seulement à 2,5-3 ans chez le trait belge (MARCQ, LAHAYE & CORDIEZ, 1956). C'est pourquoi à l'âge adulte la croupe est plus longue que large chez la jument et carrée chez l'étalon. En règle générale, les mensurations des mâles sont plus importantes que chez la femelle (fig. 5).

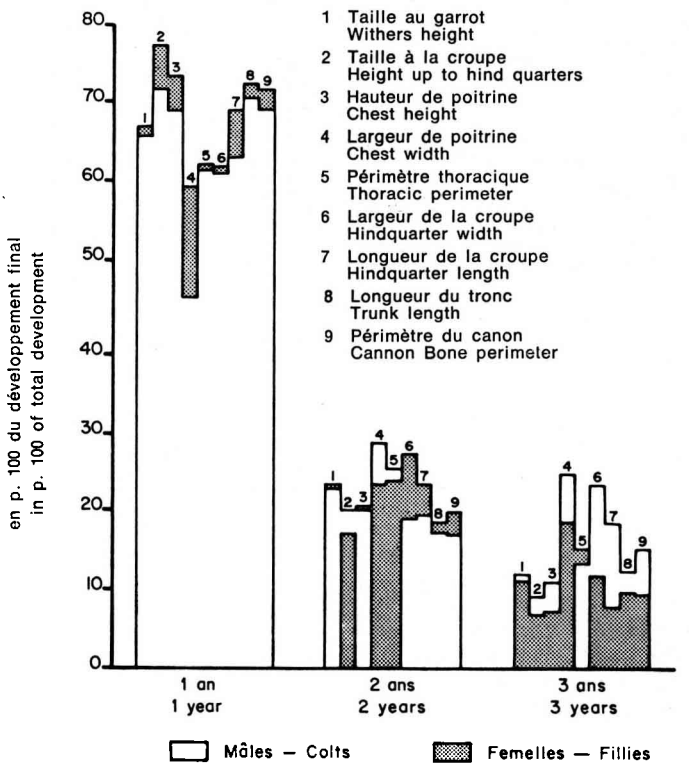

FIG. 5

Précocité relative du développement des diverses régions corporelles en fonction du sexe, chez le cheval de trait belge.
Effect of sex on development of various body areas in belgian draft horse.
(D'après MARCQ, LAHAYE et CORDIEZ, 1956).

Le développement paraît moins sensible que la croissance à une restriction alimentaire (fig. 6) ou à une suralimentation (SCHWARK, 1968). Lorsque celles-ci interviennent tardivement, ce sont le périmètre thoracique et les mensurations en largeur qui sont les plus affectés : le poulain est alors à l'âge adulte haut sur ses membres, étroit et court. En revanche, si le poulain subit une restriction alimentaire quantitative ou (et) qualitative au cours de la 1re année, le format atteint à l'âge adulte est inférieur à la normale (MARCQ, LAHAYE & CORDIEZ, 1956). La hauteur du garrot est particulièrement affectée.

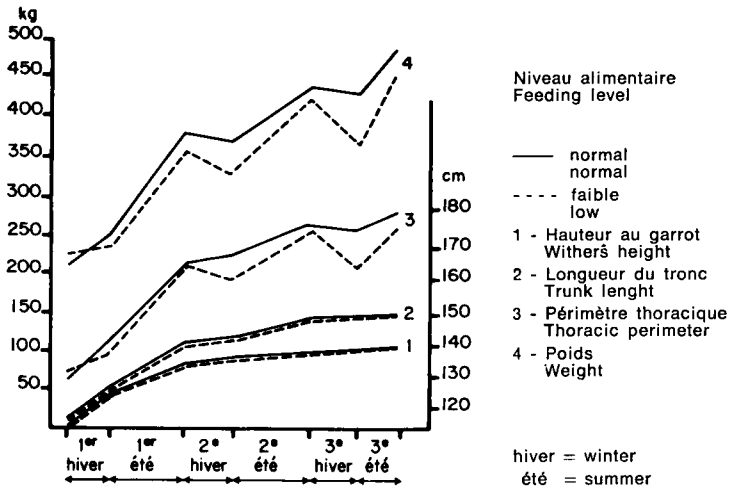

FIG. 6

Influence de la variation du niveau alimentaire sur l'évolution du poids et de quelques mensurations corporelles chez les chevaux des fjords.

Effect of the level of feed intake on body weight variation and on some body measurements in Fjord horses.

(WITT et LOHSE, 1965).

V. Composition corporelle

La pesée des organes ou des tissus et des régions corporelles après dissection anatomique permet d'appréhender de façon plus précise le développement des animaux que l'étude des variations de la morphologie externe par le pointage ou mesures corporelles. Mais elle nécessite l'abattage d'animaux à différents poids. Aussi la plupart des auteurs ont-ils d'abord mesuré seulement le poids des principaux organes à l'occasion d'études peu spécifiques et ponctuelles pour exprimer la part qu'ils représentaient par rapport au poids vif (BRADLEY, 1896 ; CRILE & QUIRING, 1940 ; SCHROTTENLOHER, 1951 ; BOHM & STEPANEK, 1957 ; KUBO & SUGIMOTO, 1974 ; AMEND *et al.*, 1975). Ce n'est que ces dernières années surtout que la description de l'évolution relative des différents éléments du corps entier (organes - tissus - régions...) par rapport à un ensemble de référence (poids vif - carcasse...) a été abordée.

A. *Développement des organes*

A la naissance le poids relatif du cerveau est 5 fois plus élevé que chez l'adulte ; celui du système nerveux, du foie et des reins est 2 fois plus élevé, celui du cœur et du sang 1,5 fois mais en revanche les viscères sont deux fois moins développés (KREINER, 1954).

B. *Développement des tissus*

Aucune étude complète destinée à mesurer le développement des principaux constituants anatomiques (os, muscles, gras) en fonction du poids vif n'a été réalisée chez le cheval en croissance depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte.

Toutefois, WEBB & WEAVER (1979) ont récemment montré sur des chevaux et poneys âgés de plus de 2 ans que le poids des os (Y1) et des dépôts adipeux (Y2) s'accroissaient selon un modèle linéaire ($Y = ax + b$) respectivement par rapport au poids vif dégraissé corrigé (x1) pour les variations de contenu digestif et au poids vif (x2), tandis que l'accroissement du poids des muscles par rapport au poids vif était de type allométrique ($\text{Log } Y = b\text{Log } x + \text{Log } a$). Ces résultats sont surprenants si on se réfère à ce que l'on connaît chez les autres espèces. Le coefficient d'allométrie des muscles est voisin de 1 tandis que celui des dépôts adipeux varie de 1,5 à 2 selon l'espèce considérée : bovins (ROBELIN, GEAY & BERANGER, 1974 et 1977), ovins (BENEVENT, 1971) ou lapins (CANTIER *et al.*, 1969).

Sur un plan histologique, le tissu osseux se développe en 3 étapes d'après ROZDESTVENSKAJA (1960). De la naissance à 4 mois, les parois latérales des os achèveraient de se développer tandis que le canal de la moelle s'accroîtrait. Puis entre 4 et 6 mois les diaphyses et les épiphyses des os se développeraient, tandis que le tissu cartilagineux serait progressivement remplacé par du tissu osseux, suite à une nouvelle répartition de minéraux. De 6 mois à 12 mois, les épiphyses distales des métacarpes et des métatarses se rejoindraient.

Le développement des régions corporelles est peu connu. Les membres et la région pectorale s'accroissent par rapport au poids vif selon une relation allométrique $\text{Log } Y = b \text{ Log } x + \text{Log } a$ (GUNN, 1975). Le coefficient d'allométrie de ces régions est légèrement supérieur à 1. Il est sensiblement plus élevé pour le membre postérieur, surtout chez le pur sang anglais (tabl. 7).

La composition chimique est paradoxalement un peu mieux connue. A la naissance, le poulain a une teneur en matière sèche très élevée, supérieure à celle observée chez les autres espèces, ce qui indique un état de maturité très avancé (tabl. 8 a). Pendant la phase fœtale, ce sont les teneurs en protéines et en minéraux qui évoluent le plus, surtout au cours des derniers mois de gestation. Chronologiquement, on observe d'abord une minéralisation intense au cours des 8-9-10e mois de gestation liée vraisemblablement au développement du squelette (MEYER & AHLSWEDE, 1976). La teneur en protéines s'accroît en 2 temps, d'abord au cours du 9e mois puis de nouveau et de façon plus importante au cours du mois précédant la naissance. A l'état adulte, le cheval se distingue des autres espèces par une teneur élevée en minéraux et faible en lipides (tabl. 8 b). ROBB *et al.* (1972), ont montré qu'il y avait une relation linéaire entre les teneurs en lipides et l'eau corporelle. L'influence du sexe, de la race et de l'alimentation n'est pas connue.

TABLEAU 7

Croissance relative des principales régions musculaires par rapport au poids vif chez le cheval de selle et le pur sang anglais.

Relative growth of main muscle regions as compared to live weight in saddle horses and thoroughbred.
(D'après GUNN, 1975).

Régions musculaires *Muscle regions*	Coefficient d'allométrie *Allometric coefficient*	
	Cheval de selle *Saddle horse*	Pur sang anglais *Thoroughbred*
Membre antérieur - *Fore limb*		
• Distal - *Distal*	1,04	1,02
• Proximal - *Proximal*	1,01	1,05
Région pectorale - *Chest*	0,99	1,04
Membre postérieur : *Hindlimb*		
• Distal - *Distal*	0,97	1,11
• Proximal - *Proximal*	1,05	1,15

Y = Régions musculaires - *Muscle regions.*
x = Poids vif - *Body weight.*

TABLEAU 8

a) *Composition chimique comparée de quelques espèces animales à la naissance.*

Comparative chemical composition of various animal species at birth.

Espèces *Species*	Auteurs *Authors*	MS *DM*	Protéines *Proteins*	ENA *N-free extract*	Lipides *Lipids*	Cendres *Ash*	Energie mcal/kg *Energy*
Poulain *Foal*	MEYER et AHLSWEDE, 1976	27,30	17,10	2,10	2,60	5,60	1 250
Veau *Calf*	FERRELL, GARRETT, HINMAN, 1976	24,50	15,75	—	4,13	3,64	1 320
Agneau *Lamb*	VILLETTE, AUROUSSEAU, 1981	24,00	16,40	—	—	4,27	1 143
Porcelet *Piglet*	BECKER, 1976	19,40	12,00	—	1,70	4,10	—

b) *Composition chimique moyenne comparée de quelques espèces animales (à l'âge adulte) (p. 100).*

Mean chemical composition of various animal species at maturity.

Espèces *Species*	Porcs (1) *Pigs*	Moutons (2) *Sheep*	Bovins (3) *Cattle*	Chevaux *Horses*	
Auteurs *Authors*	DOORNENBAL, 1971-72-75	TISSIER-PURROY, THERIEZ, 1983	ROBELIN-GEAY, BERANGER, 1979	JULIAN *et al.* (4), 1956	MITCHELL (5) 1962
Eau - *Water*	41,6	54,8	61,8	55,2 - 63,8	71,9
Protéines - *Protein*	12,9	14,3	20,1	—	18,2
Lipides - *Lipids*	43,3	26,9	13,9	12,8 - 24,5	16,5
Cendres - *Ash*	2,5	3,8	4,1	—	4,7

(1) Porcs de 200 jours - *200 day old pigs.*
(2) Brebis sèches adultes - *Adult dry ewes.* p. 100 du poids vif vide - *p. 100 empty body weight.*
(3) Taureaux de 19 mois - *19 month old bulls.*
(4) Chevaux adultes - *Mature horses.* } p. 100 du poids vif - *p. 100 body weight.*
(5) Chevaux adultes - *Mature horses.* }

VI. Conclusion

Les études sur la croissance et le développement du cheval sont anciennes, le plus souvent fragmentaires, et hétérogènes. Elles portent sur peu d'animaux de types ou de races très différents. Dans la plupart des cas il s'agit de chevaux à faible développement musculaire, nourris avec des régimes très variés et abattus à des âges très variables. La plupart des auteurs se sont surtout attachés à décrire la morphologie externe d'animaux vivants, plus dans le cadre de l'hippologie que de l'étude de la croissance et du développement du cheval.

Dans ces conditions, les connaissances de la croissance et du développement du cheval sont incomplètes. Par rapport aux autres espèces, le cheval se caractérise d'une part, par un poids élevé à la naissance et un potentiel de croissance très important au cours des 2 ou 3 premiers mois ; et d'autre part, par un état de développement très avancé à la mise bas et qui se poursuit rapidement jusqu'à 1 an. L'influence du sexe ne se manifeste que tardivement et la castration ne semble pas avoir d'effets négatifs sur la croissance et le développement.

En revanche, les données sur le développement des différents éléments du corps entier, des régions corporelles, la composition anatomique, leur évolution en fonction de l'âge par rapport à un ensemble de référence tels que poids vif vide, poids de car-

casse, poids de musculature totale, ... et ses variations selon le sexe, le type génétique ou le régime alimentaire font pratiquement défaut. Dans ces conditions, il n'est pas possible d'envisager pour un type de production donné : boucherie, selle, course, un mode d'élevage, une alimentation et une utilisation reposant sur des bases très rationnelles.

Accepté pour publication en décembre 1982.

Remerciements

Nous tenons à remercier pour ses conseils J. ROBELIN.

Summary

Growth and development in the horse : a review of the literature

Studies on growth and development in the horse were reviewed and compared to other animals. Horses have high birthweights, which account for 8 to 10 p. 100 of mare weight after foaling and a very great growth potential during the first two or three months : 1200 to 1800 g/day (fig. 2). At birth, the yearling is at an advanced stage of development since withers height already represents 60 p. 100 of the adult height versus 57 p. 100 in cattle (tabl. 5). The dry matter content of total foal body is also high (tabl. 8 a). The development of height remains very rapid until one year of age when 90 p. 100 of the adult height is reached (fig. 3 a and b). The yearling then undergoes considerable growth both in length and width to reach 95 and 90 p. 100 of their adult values. At three years of age, thoroughbreds reach their adult size, while draught horses reach their adult size at 5 years. Adult size may vary from 1 to 5 in horses. The average coefficient of conformation heritability is 0.35 (tabl. 6 a, b, c). Heavy breeds have a greater growth capacity than light breeds, for instance 1500 g/day and 1000 g/day between 0 and 6 months for light breeds, and heavy breeds, respectively. Heavy breeds development, however, is later (fig. 4).

The influence of sex is not apparent until 18-24 months of age. Liveweight of adult mares is 10 p. 100 lower than that of stallions. However, fillies reach adult size around 2.5 years of age *versus* 3-4 years in stallions (fig. 5).

Development appears to be less affected by feed restriction than growth (fig. 6).

The relative growth of the different body areas and tissues according to age and compared to such parameters as empty body weight, carcass weight and its variations is still almost unknown.

Références bibliographiques

AMEND J.F., GARNER H.E., ROSBOROUGH J.P., HOFF H.E., 1975. Hemodynamic studies in conscious domestic ponies. *J. Surg. Res.*, **19**, 107-113.

BECKER K., 1976. Zur hentigen kenntnis des stoff und Energie Ansatzes von schweinefoeten und von ferkeln in der frühen postanatalen Entwicklungsphase. *Ubers. Tierernähr.*, **4**, 167-195.

BENEVENT M., 1971. Croissance relative pondérale postnatale dans les deux sexes des principaux tissus et organes de l'agneau *Mérinos* d'Arles. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 5-39.

BOHM R., STEPANEK I., 1957. O Vaze nekterych. Vnitrnich organu skotu. kone a praste. *Sb. Vysok. Skoly. Zemed. Lesn. Brno.*, **5**, 5-21 (en yougoslave).

BORTON A., ANDERSON D.L., LYFORD S., 1973. Studies of protein quality and quantity in the early weaned foal. *Proc. third equine nutrition and physiology Symposium* (January 1973), University of Florida (Gainesville), 19-22.

BRADLEY O.C., 1896. Observations on the relation between the horse's body weight and the weight of organs. *Vet. J.*, **43**, 10-11.

BREUER L.H., GOLDEN D.L., 1971. Lysine requirement of the immature equine. *J. Anim. Sci.*, **33**, 227 (Abst. N° 129).

BRZESKI E., SOSNOWSKI A., 1962. Growth and development of horses. I. - The « dole » horse. *Rol. Nauk. Rolw.*, **78**-B-3 (en polonais), 509-540.

BRZESKI E., KUROWSKI S., 1964. Investigation in the growth of horse. II. - The Poznan horse. *Nr. 22 Zootechnika Z 6. Krakowie* (en polonais).

BUTAYE R., 1966. Poids et croissance de poulains et de chevaux plus âgés chez la race de trait belge. *VIaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, **35** (4), 157-175 (en flamand).

CANTIER J., VEZINHET A., ROUVIER R., DAUZIER M., 1969. Allométrie de croissance chez le lapin. I. Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 5-39.

CAPITAIN M., 1976. *Croissance et développement du poulain.* C.E.R.E.O.P.A. éd., 16, rue Claude-Bernard, Paris, 68 + tableaux-figures.

CRILE G., QUIRING D.P., 1940. A record of the body weight and certain organ and gland weights of 3690 animal. *Ohio J. Sci.*, **40**, 219-259. Cité par WEBB et WEAVER.

DE GASTE M., 1908. *A propos du modèle et des allures, dernières réflexions.* Lib. Milon, Robert successeur, Saumur, 2e éd., 214.

DE PONCINS R., 1972. *Manuel de l'éleveur et de l'étalonnier.* Ed. Crepin Leblond et Cie, Paris, 267.

DOORNENBAL H., 1971. Growth, development and chemical composition of the pig. I. - Lean tissue and protein. *Growth*, **35**, 281-295.

DOORNENBAL H., 1972. Growth, development and chemical composition of the pig. II. - Fatty tissue and chemical fat. *Growth*, **36**, 185-194.

DOORNENBAL H., 1975. Growth, development and chemical composition of the pig. III. - Bone ash and moisture. *Growth*, **39**, 427-434.

DOUGLAS R.H., GINTHER O.J., 1975. Development of the equine fetus and placenta. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, **23**, 503-505.

DUSEK J., 1965. L'héritabilité de quelques caractères chez le cheval. *Zivočisna Výroba*, **10**, 449-456 (en tchèque).

DUSEK J., 1966. Notes on the problem of the prenatal development of horse. *Vedecke Prace Vysk. Stanice. Chov. Keni. Slatinany*, **2**, 1-25 (en tchèque).

DUSEK J., 1970. Héritabilité de la conformation et des allures chez le cheval. *Tierzucht Zücht. Biol.*, **87**, 14-19 (en allemand).

DUSEK J., 1972. Standards of body conformation in breeding stallions kept in Moravian Breeding area. *Zivočisna Vyroba* (Praha), **17** (7-8), 603-613 (en tchèque).

FLADE J.E., FREDERICH W., 1963. Contribution à l'étude du problème de la durée de gestation chez le cheval et facteurs s'y rapportant. *Arch. Tierz.*, **6**, 505-520 (en allemand).

FLADE J.E., 1965. Résultats des croisements réciproques et leurs conséquences. *Arch. Tierz.*, **8**, 73-86.

FERRELL C.L., GARRETT W.N., HINMAN N., 1976. Growth development of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. *J. Anim. Sci.*, **42**, 1477-1489.

FROIDEVAUX J., 1975. Aspects méthodologiques de l'étude des mensurations corporelles chez le cheval. *Mém. Fin. d'Et. E.S.I.T.P.A.* (Rouen, I.N.R.A., Station Génétique, 78350 Jouy-en-Josas).

GIBBS P.G., POTTER G.D., BLAKE R.W., MEADOWS D.G., 1979. Diets effects on yield and composition of milk from mares in a 150 days lactation. *Proc. 6th Eq. Nutr. Phys. Sýmp.*, Texas, 24-26.

GOUBAUX A., BARRIER G., 1884. *De l'extérieur du cheval.* Asselin et Cie éditeur, Paris, 1067 p.

GRABOWSKI J., DETKENS S., TYSZKOWSKI R., 1971. Growth and development of pure bred Arabian foals and youngsters in the Podlasie Lowlands environment. *Zesz. Nauk. Wyzsz. Szk. Rol. Szezecinie,* **36**, 21-40 (en polonais).

GREEN D.A., 1961. A review of studies on the growth rate of the horse. *Br. Vet. J.*, **117**, 181-191.

GREEN D.A., 1969. A study of growth rate in thoroughbred foals. *Br. Vet. J.*, **125**, 539-545.

GUNN H.M., 1975. Adaptations of skeletal muscle that favour athletic ability. *New Zeal. Vet. J.*, **23**, 249-254.

HEIRD J.C., 1973. Growth parameters in the Quarter Horse. *In : Proc. 3rd Eq. Nutr. and Phys. Symp.*, Florida University (Gainesville), 81-92.

HESSE H.J., 1957. Development and growth in small horses. *Z. Tierz. Züchtbiol.*, **70**, 175-181 (en allemand).

HINTZ H.F., SCHRYVER H.F., LOWE J.E., 1971. Comparison of a blend of milk products and linseed meal as protein supplements for young growing horses. *J. Anim. Sci.*, **33**, 1274-1277.

HINTZ H.F., HINTZ R.L., LEIN D.M., VAN VLECK L.D., 1979. Length of gestation periods in thoroughbred. *J. Eq. Med. Surg.*, **3**, 289-292.

HOWELL C.E., ROLLINS N.C., 1951. Environmental sources of variation in the gestation length of the horse. *J. Anim. Sci.*, **10**, 789-796.

ILANCIC D., 1956. Einfluß der genetischen und paragenetischen faktoren auf das fohlenge wicht bei der geburt. *Zuchtungskunde,* **28**, 430-435.

JONES W.E., BOGART R., 1973. *Genetics of the horse.* 2nd ed. Caballus, ed. Fort Collins, Colorado, U.S.A., 1-356.

JORDAN R.M., MYERS V., 1972. Effect of protein levels on the growth of weanling and yearling ponies. *J. Anim. Sci.*, **34**, 578-581.

JOUBERT D.M., 1969. On the duration of pregnancy in *Percheron* mares. *Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod.*, 173-174.

JORDAO L.P., DE CAMARGO M.X., 1950. Some measurements of mangalarga horses breed at the Sao Paulo state. *Stud. Biol. Industr. anim.*, **11**, 81.

JULIAN L.M., LAWRENCE J.H., BERLIN N.I., HYDE G.M., 1956. Blood volume, body water and body fat of the horse. *J. Appl. Physiol.*, **8**, 651-653.

KÖNIG U., 1960. Untersuchungen über die Körperentwicklung und den Nahrstoffbedarf bei wachsenden Warm- und Kaltblutfohlen bis zum Abschluße des dritten Lebensjahres. *Diss. 146 Landro. Fak. Halle* (Saale) Gek., 12-213.

KOWNACKI M., JASZCZA K., WLODARSKA A., 1969. Paramètres génétiques de certains caractères de cheval demi-sang. *Wielkopolska., Génét. Pol.*, **10** (3/4), 1-2 (en polonais).

KREINER J., 1954. Studies on the development of the horse during the first year of life. *Rocz. Nauk. Rol.*, **68**-B-4, 417-430 (en polonais).

KUBO K.S., SUGIMOTO O., 1974. Relationship between training and heart in the thoroughbred race horse. *Exp. Rep. Equine Hlth. Lab.*, **11**, 87-93.

LAMARCHE L., 1977. Etude de la liaison entre la morphologie et l'aptitude au saut d'obstacles chez le cheval de sport. *Mémoire de fin d'études E.S.I.T.P.A.-I.N.R.A.*, Station de Génétique quantitative appliquée, 78350 Jouy-en-Josas, p. 98.

LANGLOIS B., 1973. Caractères quantitatifs chez le cheval. Aspects génétiques. *Bull. Tech. Dépar. Génét. Anim.* (Inst. Nat. Rech. Agron., **16**, 135).

LEFEBVRE J., 1972. *Etude à l'aide de mensurations de la conformation et de la croissance des bovins normands.* Thèse n° 238, Faculté des Sciences de l'Université de Caen, I.N.R.A., 78350 Jouy-en-Josas, 124.

LE HELLO P., 1907. *Le cheval, ses aptitudes économiques et sportives.* Amat éd., Paris, 322.

LE NEINDRE P., 1974. Production laitière de vaches allaitantes et liaison entre cette production et la croissance de leurs veaux. *Ch.*, **17**, 212-230. VIe journée d'Information du « Grenier de Theix ». L'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes. N° spécial *Bull. Techn. du C.R.Z.V. de Theix*, octobre 1974, 318.

LOHMAN F., MARINIC J., 1952. The effect of spring and autumn foaling on foal development. *Vet. Archiv.*, **22**, 228.

MARCENAC L.N., AUBLET H., 1969. Etude comparative des régions. Proportions. Compensations. Hippométrie. *Ch.*, **2**, 168-186. *In : Encyclopédie du Cheval*, Lib. Maloine S.A., Paris, 1-1248.

MARCQ J., LAHAYE J., CORDIEZ E., 1956. Considérations générales sur la croissance. *In : Le Cheval*, tome II, Lib. Agric. La Maison Rustique, Paris, 667-679.

MARTIN-ROSSET W., JUSSIAUX M., 1977. Production de poulains de boucherie. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, I.N.R.A., **29**, 13-21.

MAUCH A., 1933. Untersuchungen über die trächtigkeitsdauer der stuten. *Z. Züchtung.*, **39**, B, 31-42.

MEYER H., AHLSWEDE L., 1976. Uber das intrauterine Wachstum und die Körperzusammensetzung von Fohlen sowie den Näkrstoffbedarf tragender Stuten. *Ubers. Tierernährg.*, **4**, 263-292.

MILNER J., HEWITT D., 1969. Weight of horses : improved estimated based on girth and length. *Can. Vet. J.*, **10**, 314-316.

MITCHELL H.H., 1962. *Comparative nutrition of man and domestic animals.* **1**, 701 p., Ed. Acad. Press New York, London.

VON NESENI R., FLADE E., HEIDLER G., STEGER H., 1958. Milchleistung und Milchzusammensetzung von Stuten in Verlaufe der Laktation. *Arch. Tierzücht.*, **I**, 91-129.

OLOFSSON N.E., THOMKE S., 1963. Raising experiments with young horses at Ultuna, 1952-1958. *Lantbr. medd.*, Serie A, **1**, 3-19.

OLSSON N., 1952. Studies on growth and feed consumption in growing Belgian horses. *Kungl. Lantbr. och statens Lantbriksförsök. Medd.*, **49**, 1-13.

OTT E.A., ASQUITH R.L., FEASTER J.P., MARTIN F.G., 1979. Influence of protein level and quality on the growth and development of yearling foals. *J. Anim. Sci.*, **49**, 620-628.

PULSE R.E., BAKER J.P., POTTER G.D., 1973. Protein requirement for growth of horses. *Proc. 3rd Eq. Nut. Phys. Symp.*, Florida University (Gainesville), 34-42. Ott E.A., ed.

ROBB J., HARPER R.B., HINTZ F.H., REID J.T., LOWE J.E., SCHRYVER, RHEE M.S.S., 1972. Chemical composition and energy value of the body, fatty acid composition of adipose tissue, and liver and kidney size in the horse. *Anim. Prod.*, **14**, 25-34.

ROPIHA R.T., MATTHEWS R.G., BUTTERFIELD R.H., MOSSE F.P., MAC FADDEN W.J., 1969. The duration of pregnancy in thoroughbred mares. *Vet. Rec.*, **84**, 552.

ROZDESTVENSKAJA R., 1960. Croissance et formation des membres du poulain pendant la première année de vie. *Konevodstvo. i Konnyi sport.*, 30-32 (en russe).

ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER C., 1974. Croissance relative des différents tissus, organes et régions corporelles des taurillons *Frisons* durant la phase d'engraissement de 9 à 15 mois. *Ann. Zootech.*, **23**, 313-323.

ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER C., 1977. Evolution de la composition corporelle des jeunes bovins mâles entiers de race *Limousine* entre 9 et 19 mois. I. - Composition anatomique. *Ann. Zootech.*, **26**, 533-546.

ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER C., 1979. Evolution de la composition corporelle de jeunes bovins mâles entiers de race *Limousine* entre 9 et 19 mois. II. - Composition chimique et valeur calorifique. *Ann. Zootech.*, **28**, 191-208.

SAIGIN I.A., 1952. Traite des juments et élevage des poulains. *Konevodstvo. i Konnyi sport*, **10**, 24-27 (en russe).

SALERNO A., MONTEMURRO N., 1966. Recherches sur quelques statistiques vitales dans l'élevage du cheval salernitain. *Prod. Anim.*, **5**, 243-249 (en italien).

SASIMOWSKI, BUDZYNSKI M., 1966. Analyses comparatives des méthodes d'estimation du poids des chevaux par des mesures corporelles. *Rocz. Nauk. Rol.*, Série B, **88** (2), 177-194 (en polonais).

SAUER H., 1930. Entwichlungsstadien der rheinisch- deutschen Kaltblutpferdes. *Tierernähr. Tierzucht*, **3**, 202-263, cité par KONIG, 1950.

SCHROTTENLOHER A., 1951. Gewiftsfestellungen und gewichtsverhaltnisse der bei der ausschlachtung von pferden anfallenden organe und körperteile. *Inaugural Dissertation*, University of Munich, cité par WEBB-WEAVER.

STAUN H., 1973. Zwachsfähigkeit und schalachtqualität bei fohlen fünf verschiedener rassen. *24e Annual Meeting E.A.A.P.*, Vienne, 23-26 septembre.

SCHWARK J., 1968. Steirung der wachstumsentensität bei der Aufzucht von fohlen der rasse Englisches Vollblut durch vollwertige Ernährung. *Arch. Tierz.*, **11**, 319-332.

TISSIER M., PURROY A., THERIEZ M., 1983. Estimation *in vivo* de la composition corporelle de la brebis par la mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde. *Rep. Nutr. Dével.* (sous presse).

VARO M., 1965. Some coefficients of heritability in horses. *Ann. Agri. Fen.*, **4**, 223-237.

VILLETTE Y., AUROUSSEAU B., 1981. Influence du poids à la naissance sur la composition chimique de l'agneau nouveau-né. *Ann. Zootech.*, **30**, 285-298.

WALTON A., HAMMOND J., 1938. The maternal effects on growth and conformation in shire horse *Shetland* pony crosses. *Prod. Roy. Soc. B*, **125**, 311-335.

WEBB A., WEAVER B.M.Q., 1979. Body composition of the horse. *Eq. Vet. J.*, **11**, 39-47.

WITT M., LOHSE B., 1965. Beeinflussung der Körperentwicklung von Fjordqferden bis zum dritten Lebensjahr durch unterschiedliche Winterfetterung. *Z. Tierzücht. Züchtbiol.*, **81**, 167-199.

YABLAKOV Y.A., 1976. The optimum age for castration of colts. *Konevodstvo i Konnyi Sport*, **4**, 10 (en russe).

YOAKAM S.C., KIRKHAM W.W., BEESON W.M., 1978. Effect of protein level on growth in young ponies. *J. Anim. Sci.*, **46**, 983-992.

ZIMMERMAN C., 1933. Ein Beitrag zur Körperentwicklung der rheinisch deutschen Kaltblutpferde im Originalzuchtgebiet *Wiss. Arch. Landwirtsch. Arch. Tierernähr- Tierzucht*, **8**, 497-542, cité par KONIG, 1960.

ZWOLINSKI J., 1966. L'analyse de quelques phénomènes en relation avec la reproduction chez les juments. *Roczn. Wyz. Szk. Roln. Poznan.*, **25**, 227-232 (en polonais).

I.N.R.A.
BIBLIOTHEQUE UO 35906
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX2