



EFFET DE DEUX MODELES NUTRITIONNELS SUR LA CROISSANCE ET LE DEVELOPPEMENT AU COURS DE LA PREMIERE ANNEE POSTNATALE DU CHEVAL DE SPORT

Par :

G. Fleurance¹, M. Donabédian², G. Perona³, C. Trillaud-Geyl⁴, S. Léger⁴, C. Robert⁵,
D. Bergero³, O. Lepage⁶, W. Martin-Rosset²

¹Les Haras Nationaux, Direction des Connaissances, Station Expérimentale, 19370 Chamberet, France

²INRA, Centre de Clermont-Ferrand /Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

³Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Turin, 10195 Grugliasco, Italie

⁴Université Blaise Pascal, Département de Mathématiques, 63000 Clermont-Ferrand, France

⁵UMR INRA-ENVA, 94704 Maisons Alfort, France

⁶Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon 69280 Marcy L'Etoile, France

*Adresse actuelle : INRA, Centre de Clermont-Ferrand/Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

Résumé

Les chevaux de sport et de course sont utilisés de plus en plus intensivement et développent de façon croissante des troubles ostéoarticulaires. Les conditions d'élevage et d'alimentation dès le plus jeune âge sont de plus en plus mises en cause. L'objectif de ce travail était de mesurer, au cours de la première année postnatale qui correspond à la mise en place des lésions définitives, l'effet de 2 niveaux d'apports alimentaires globaux équilibrés sur la croissance et le développement du poulain et les conséquences sur le statut ostéoarticulaire. Trente neuf poulains (AA, SF) ont été répartis en 2 lots homogènes soumis dès la naissance à 2 niveaux d'apports permettant dans un cas une croissance maximale permise par le potentiel génétique (Niveau Haut NH, n=20), dans l'autre cas une croissance modérée (Niveau Modéré NM, n=19, 100% des recommandations INRA). Selon la période entre la naissance et 12 mois, les poulains du lot NH ont reçu 120% à 160% des apports énergétiques et protéiques et 120% à 140% des apports en minéraux du lot NM. La différence de poids entre les 2 lots, significative dès l'âge de 1 mois, a atteint 88 kg à 12 mois (NH : 390kg, NM : 302kg). A 6 mois, 65% du gain de poids total sur la 1^{ère} année était acquis. Les poulains du lot NH ont acquis une taille (hauteur au garrot) plus élevée que ceux du lot NM dès 3 mois, l'écart atteignant 5cm à 12 mois (NH : 149cm, NM : 144cm). A 6 mois, 70% du gain total de taille réalisé au cours de la 1^{ère} année était acquis. Les poulains du lot NH ont également présenté une largeur de canon plus élevée dès l'âge de 3 mois (+0.21cm à 12 mois). Ces résultats confirment la plasticité du format et de l'ossification sous l'effet des apports nutritionnels et des croissances induites. Les conséquences ostéoarticulaires et l'interaction avec le sexe sont présentés dans les 2 autres communications suivantes (Donabedian et al, Guillaume et al).

Mots-clés : cheval, nutrition, croissance, développement, pathologies ostéo-articulaires

Summary

Developmental orthopedic diseases (DOD) are increasing in sport and race horses. The relationship between growth rate and skeletal development abnormalities has been suggested in the literature, but few experimental data have been obtained. The aim of this experiment was to study the effect of two balanced feeding levels on growth and development parameters in the young horse (0 to 12 months of age) and to determine the consequences on the prevalence of DOD. Thirty nine foals (AA, SF), allocated to two homogeneous groups, received since birth two different feeding levels in order to achieve either a maximal (High Level HL, n=20) or a moderate growth (Moderate Level ML, n=19, 100% of the INRA recommendations). Between birth and 12 months of age and depending on the period considered, young horses of the HL group were fed 120% to 160% of energy and protein and 120% to 140% of minerals intake of the horses of the ML group. At 12 months of age, horses of the HL group were 88kg heavier than horses of the ML group (HL : 390kg, ML : 302kg). The difference between the two groups was significant since 1 month of age and 65% of the average daily gain of the all period was achieved at weaning. Height at withers was also higher in the HL group since 3 months of age and the difference was +5cm at the end of the experiment (HL : 149cm, ML : 144cm). 70% of the average daily gain of the experimental period was achieved at 6 months of age too. Horses of the HL group also presented a significantly higher canon width since 3 months of age (+0.21cm at 12 months). Plasticity of body size and ossification under the influence of nutrients intake and related body daily gain is confirmed. Consequences of these 2 growth models on the development of orthopaedic diseases and the interaction with sex are presented in the following papers (Donabedian et al, Guillaume et al).

Key-words : horse, nutrition, growth, development, osteochondrosis

Introduction

La période de croissance chez le cheval dure de 3 à 5 ans soit 40 à 75% de la vie productive selon le type génétique et d'utilisation. Cela représente pour les éleveurs et utilisateurs un gros investissement zootechnique, de préparation et financier qui conditionne les performances ultérieures, la longévité du cheval et sa rentabilité. Les chevaux sont utilisés dans différentes disciplines (courses, sport) de plus en plus intensivement. Ils sont mis à l'entraînement à partir de 18 mois pour les chevaux d'hippodrome et 3-4 ans pour les chevaux de sport, âges auxquels la croissance, notamment l'ossification ne sont pas achevées. Les bilans radiographiques réalisés en France ces dernières années selon la méthode du score radiographique (SR) établie par Denoix et al. (1997) montrent que 32% à 57% des chevaux de sports et 36% des trotteurs ont un SR moyen à mauvais (Denoix et Valette 2001, Valette et al. 2000). Tous les auteurs s'accordent d'une part pour estimer une héritabilité des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ) modérée ($0.10 < h^2 < 0.35$) (Ricard et al. 2001) et d'autre part pour reconnaître l'effet majeur des facteurs environnementaux tels que le mode d'élevage, la nutrition et la méthode d'entraînement sur la croissance osseuse et sa régulation (cf. revue de Martin-Rosset 2001) et l'apparition d'AOAJ (cf. revue de Mc Ilwraith 2001).

Les vitesses de croissance élevées sont supposées favorables à l'apparition d'AOAJ dès les premiers mois suivant la naissance. La liaison entre la croissance du poulain sous la mère et la quantité et la composition du lait bu au cours des premiers mois suivant la naissance ont été établies par l'INRA. En revanche l'intérêt, le niveau et la qualité d'une complémentation à partir du 3-4^e mois sont mal connus, de même que ses conséquences sur la croissance osseuse. Les besoins et apports alimentaires du cheval en croissance après le sevrage ont été établis grâce aux travaux réalisés aux USA (National Research Council 1978-1989) et en France (INRA 1984-1990) et l'idée de proposer des niveaux d'apports énergétiques et azotés correspondants à 2 niveaux de croissance selon les objectifs de production (courses ou sport, vs loisirs) donc d'utilisation (compétition vs loisirs) est déjà acquise (NRC 1989 et INRA 1990). L'objectif du programme interdisciplinaire mis en place par l'INRA et les Haras Nationaux était d'étudier les effets du niveau des apports alimentaires au cours de la première année postnatale sur la croissance osseuse, sa régulation nutritionnelle et endocrinienne, et l'apparition d'AOAJ. Les résultats de ce programme sont présentés dans le cadre de trois communications coordonnées et successives. Celle-ci concerne l'effet des modèles nutritionnels appliqués sur la croissance et le développement des poulains. Les deux autres présentent les conséquences des croissances induites sur le statut ostéoarticulaire des animaux (Donabedian et al 2006, ce congrès) et l'interaction avec le sexe (Guillaume et al 2006, ce congrès).

1. Matériels et méthodes

1.1. Les animaux

Quarante trois juments gestantes (SF, AA) de la Station Expérimentale des Haras Nationaux, saillies par 6 étalons (SF) des Haras Nationaux, ont été réparties en 2 lots équilibrés selon les critères suivants : poids (533.7 ± 14.7 kg vs 554.7 ± 10.2 kg), âge, score radiographique du couple 'jument - étalon', épaisseur du canon et race. La différence de production laitière entre les juments des 2 lots (production laitière estimée à partir de la croissance de leurs poulains les années précédentes, Doreau et al 1986), a quant à elle été maximisée (12.5 ± 0.4 l/j pour le lot dit " Niveau Modéré NM " vs 15.1 ± 0.5 l/j pour le lot dit " Niveau Haut NH "). Au cours de la gestation, les juments ont été alimentées individuellement en fonction de leurs besoins (poids vif, stade de gestation, état corporel) (INRA 1990) afin de permettre de créer des conditions homogènes de développement embryonnaire avant la naissance.

Trente neuf poulains (SF, AA) ont alors reçu de la naissance jusqu'à l'âge de 12 mois deux niveaux d'apports alimentaires globaux équilibrés calculés et mis en œuvre à l'aide des modèles d'apports nutritionnels suivants :

$UFC/jour/(PoidsVif)^{0.75} = a + b(\text{Gain moyen Quotidien})^{1.4}$ et $g \text{ MADC}/jour = a (Poids Vif)^{0.75} + b (\text{Gain Moyen Quotidien})$ établis par INRA 1990 sur la base de nombreuses données expérimentales obtenues à la Station expérimentale de Chamberet et à l'INRA de Theix entre 1979 et 1988 (Martin-Rosset et al 1994) ; dans l'objectif de réaliser soit :

- o une croissance maximale permise par le potentiel génétique tout en évitant le phénomène d'engraissement (NH, n=20)
- o une croissance modérée (NM, n=19).

Le sex-ratio des poulains était similaire dans les 2 lots (mâle/femelle : 6/13 dans le lot NM et 8/12 dans le lot NH).

1.2. Alimentation et conduite

Au cours des 2 premiers mois de lactation, les juments ont été alimentées individuellement en fonction de leurs besoins calculés à partir de leur poids vif, de leur production laitière et de leur état corporel (INRA 1990). Les mères du lot NM ont été alimentées à 100% de leurs besoins de production laitière (calculés à partir de la croissance de leurs poulains la semaine précédente, Doreau et al 1986) et, au maximum, pour des productions laitières de 2.9 et 2.5kg/100kg PV au cours du 1^{er} et du 2^{ème} mois respectivement. Les mères du lot NH ont été alimentées à 120% des besoins de production laitière et en considérant au minimum une production laitière de 3.0kg/100kg PV au cours des 2 premiers mois de lactation. Les juments ont été alimentées individuellement en box avec différentes proportions d'ensilage de maïs, d'orge, de tourteau de soja et d'un complément minéral vitaminé. Les couples mères - poulains ont été conduits ensemble en paddocks au cours de la journée pour fournir un niveau d'exercice normal et homogène aux poulains des 2 lots. Les niveaux d'ingestion de nutriments des poulains au cours des 2 premiers mois ont été calculés à partir de la production laitière de leurs mères (Doreau et al 1986) et de la composition chimique du lait (énergie et protéines). L'ingestion en minéraux a été estimée à partir des modèles NRC (1989).

A partir de l'âge de 56j exactement et jusqu'au sevrage, les poulains et leurs mères ont été conduits au pâturage. Les couples du lot NH ont bénéficié d'une superficie supérieure de 25% à celle du lot NM et les poulains NH ont reçu en complément dans des distributeurs 1.3kg MS/animal/jour d'un aliment concentré expérimental (40% ultra filtrat de lactosérum, 6.5% huile de soja, 12% caséine, 30% orge, 10% son de blé et 1.5% de vitamines) dosant 1.27 UFC/kg MS et 203 g MADC/kg MS. La consommation du concentré par les poulains du lot NH a été enregistrée 2 fois par semaine, pendant 1h après sa distribution, pour s'assurer que la consommation était effective pour tous les individus. Au cours de cette période de pâturage, la mesure de l'ingestion d'herbe, de lait et de concentrés par les poulains n'était pas réalisable ; la quantité de nutriments ingérés a donc été estimée à partir de l'interpolation entre les valeurs antérieures et postérieures à cet intervalle.

Tous les poulains ont été sevrés au même âge dans les 2 lots : 169±12j dans le lot NH et 171±10j dans le lot NM. A partir du sevrage, les poulains ont été conduits dans 4 paddocks (92m² par poulain) comprenant chacun un distributeur automatique de concentrés. Les poulains ont été alimentés individuellement à l'aide d'un système identifiant leur puce électronique située dans l'encolure et permettant un suivi journalier de leur consommation. Les objectifs de croissance visés entre les âges de 6 et 12 mois (750 et 500 g/j respectivement pour les lots NH et NM) ont été établis à partir d'expérimentation antérieures conduites sur des poulains de même race et nourris avec les mêmes types d'aliments (Bigot et al 1987, INRA 1990). Les besoins et les apports recommandés pour chaque individu ont été calculés tous les 14j à partir de modèles nutritionnels préalablement établis (Martin-Rosset et al 1994), en considérant le poids vif médian entre la valeur mesurée initiale et la valeur à atteindre au bout de 14j d'après les objectifs de croissance fixés. La composition de l'aliment complet, identique pour les 2 lots, a été établie par l'INRA de façon à fournir une quantité modérée d'amidon (31% en moyenne pour les 2 lots) et éviter un engraissement excessif chez les poulains du lot NH. En raison du délai qui s'est avéré nécessaire pour l'adaptation des animaux aux distributeurs automatiques (1 mois), un concentré supplémentaire a été distribué aux poulains du lot NH afin d'assurer une différence importante de croissance par rapport au lot NM. La composition et les valeurs nutritives des aliments des lots NH et NM sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition du régime des poulains de 6 à 12 mois (NH=niveau haut ; NM=niveau modéré)
 Composition of the diet fed to the weanlings (6 to 12 months of age)

		NM/ML	NH/HL
Composition (%)	Foin / Hay	49.9	44.0
	Maïs / Corn	32.8	28.9
	Orge / Barley	/	8.9
	Tourteau de soja / Soya bean meal	11.0	11.5
	Mélasses / Molasses	5.0	5.4
	Minéraux & vitamines / Minerals & vitamins	1.3	1.3
Composition chimique (/kgMS) Chemical composition (kgDM)	UFC	0.94	1.00
	MADC / DCP, g	103	107
	NDF, g	363	355
	ADF, g	179	176
	Amidon / Starch, g	285	339
Composition minérale (/kg MS) Mineral composition (kg DM)	Ca, g	6.3	5.5
	P, g	4.7	4.0
	Mg, g	2.2	2.0
	Co, mg	16	14
	Zn, mg	55	57
	Cu, mg	0.34	0.32
	Se, mg	0.18	0.16
	Vitamine A, UI / Vitamin A, IU	4000	3180
Vitamine D, UI / Vitamin D, IU	500	424	

(HL=high level ; ML=moderate level) (MADC: Matières Azotées Digestibles Cheval / DCP :Horse Digestible Crude Protein; UFC: Unité Fourragère Cheval /Horse Feed Unit , INRA, 1990; Martin-Rosset et al., 1994)

La teneur en matière sèche (MS) des aliments a été déterminée hebdomadairement (24h à 80°C pour les concentrés et les aliments complets et 48h pour l'ensilage de maïs). Les échantillons d'aliments ont été analysés mensuellement pour déterminer leur composition chimique : cendres (550°C), cellulose brute (méthode Weende), NDF, ADF, ADL (Van Soest & Wine 1967), amidon (méthode Ewers), Ca, Mg, Zn, Cu, Co, P. Les contenus en sélénium et en vitamine A et D ont été estimés à partir des tables de composition des aliments (INRA-AFZ 2004). Les valeurs énergétiques et azotées des aliments ont été estimées à partir de leur composition chimique (Martin-Rosset et al 1994). La composition du lait a été déterminée à partir d'échantillons représentatifs collectés selon la méthode de Doreau et al (1986).

1.3. Les mesures

Le poids vif (PV) des poulains des 2 lots a été mesuré hebdomadairement entre la naissance et l'âge de 2 mois. Entre 2 et 6 mois, les poulains ont été pesés en fonction du rythme de rotation entre les parcelles, en moyenne toutes les 3 semaines. Après le sevrage et jusqu'à la fin de l'expérimentation, les individus ont été pesés tous les 14j. Les poulains ont toujours été pesés à la même heure de la journée, et les individus passés dans le même ordre. La hauteur au garrot (HG) des poulains a été mesurée une fois par mois tout au long de l'expérimentation. La largeur du canon (LC) des poulains a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse électronique à la naissance et aux âges de 1 mois, 3 mois, 7 mois et 12 mois.

Des courbes de croissance individuelles en fonction de l'âge ont été réalisées pour le poids vif, la hauteur au garrot et l'épaisseur de canon. Des ajustements individuels à différents modèles mathématiques de croissance ont été testés et le meilleur ajustement pour cette courte période 0-12 mois a été obtenu à partir d'un modèle polynomial du 3^{ème} degré ($r^2 > 0.93$). A partir des courbes modélisées individuelles, une courbe moyenne pour le lot a été calculée. Les courbes de croissance exprimées en fonction de l'âge ont été utilisées pour tester les effets du poids vif, de la hauteur au garrot, de la largeur de canon (et de leurs croissances respectives) sur l'apparition et la sévérité des lésions ostéo-articulaires (voir Donabédian et al, 2006 ce congrès).

1.4. Tests statistiques

La version 9.1 de SAS (SAS Inst, Inc., Cary, NC) a été utilisée. Les valeurs de poids et format ont été comparées entre lots en utilisant un modèle mixte pour mesures répétées, avec l'âge comme covariable. Les gains de poids, de hauteur au garrot et d'épaisseur de canon sur une période donnée ont été comparées entre lots à partir de tests T.

2. Résultats

2.1. Alimentation

Entre la naissance et l'âge de 2 mois, les poulains du lot NH ont reçu respectivement 129% et 127% des niveaux énergétiques et protéiques des poulains du lot NM et entre 120 et 130% des niveaux de Ca, P et Mg. Entre l'âge de 2 mois et le sevrage, les poulains du lot NH ont reçu respectivement 150% et 157% des niveaux énergétiques et protéiques des poulains du lot NM et entre 127% et 141% des niveaux de Ca, P et Mg. Entre le sevrage et l'âge de 12 mois, les poulains du lot NH ont été alimentés respectivement à 154% et 150% des niveaux énergétiques et protéiques des poulains du lot NM. Ils ont reçu en moyenne 141% des teneurs en Ca, P, Mg, 150% des teneurs en Cu, Zn, Co, Se et 143% des teneurs en vitamines A et D. Les principaux ratios pour les 2 lots ont été : Ca/P=1.7 ; Zn/Cu=4.5 ; vitamines A/D=8.

Tableau 2 : Ingestion journalière moyenne de nutriments par les poulains des lot NH et NM entre 0 et 12 mois
Nutrients intake by the foals and weanlings of HL and ML groups.

	0 à 2 mois <i>0 to 2 months</i>		2 à 6 mois <i>2 to 6 months</i>		6 à 12 mois <i>6 to 12 months</i>	
	NM / ML	NH / HL	NM / ML	NH / HL	NM / ML	NH / HL
MS (kg/j) / DM (kg/day)	ND	ND	ND	ND+1.5	4.95	7.18
MADC (g/j)	298	379	446	701	510	768
DCP (g/day)						
UFC (j) / UFC (day)	3.4	4.4	3.8	5.7	4.7	7.2
Ca, g	(42)	(53)	(31)	(43)	31	43
P, g	(23)	(30)	(17)	(24)	18	27
Mg, g	(3.1)	(3.7)	(3.5)	(4.4)	11	15
Cu, mg	ND	ND	ND	ND	69	86
Zn, mg	ND	ND	ND	ND	248	401
Co, mg	ND	ND	ND	ND	0.99	1.58
Se, mg	ND	ND	ND	ND	0.74	1.15
Vitamine A (UI) / Vitamin A (IU)	ND	ND	ND	ND	19800	22832
Vitamine D (UI) / Vitamin D (IU)	ND	ND	ND	ND	2475	3044

(MADC: Matières Azotées Digestibles Cheval / DCP :Horse Digestible Crude Protein; UFC: Unité Fourragère Cheval / Horse Feed Unit , INRA, 1990; Martin-Rosset et al., 1994, ND: non déterminé (voir méthodes) / not determined (see methods))

Les chiffres indiqués entre parenthèses correspondent aux quantités ingérées de minéraux calculées à partir des équations du NRC (1989) /In brackets: minerals intakes calculated using equations of NRC (1989)

2.2. Croissance

Les courbes d'évolution de poids vif et de hauteur au garrot des poulains des 2 lots en fonction de l'âge sont présentées sur les figures I et II.

A la naissance, les poulains des 2 lots ne différaient ni en terme de poids vif (NH : 53.3±1.4 kg vs NM : 55.8±2.6kg), ni en terme de hauteur au garrot (NH : 102.2±0.6cm vs NM : 102.0±1.1cm).

En comparaison du lot NM, les poulains du lot NH ont été significativement plus lourds dès l'âge de 1 mois (+8kg). A 6 mois, les poids respectifs des poulains NH et NM étaient 274.0±4.3kg et 214.9±5.7kg, pour atteindre un écart de 88kg à 12 mois (NH : 390.7±6.3kg, NM : 302.3±7.7kg). Dans les 2 lots, le gain de poids vif de la naissance au sevrage a représenté 65% du gain de poids total sur la période 0-12mois. La croissance pondérale des poulains NH a été significativement plus élevée que celle du lot NM avant (1254±25 vs. 873±29 g/j) et après (668±36 vs. 528±26 g/j) sevrage ($p < 0.01$, $n=39$).

Le format (i.e. hauteur au garrot) des poulains du lot NH a été significativement supérieur à celui des poulains du lot NM à partir de l'âge de 3 mois pour atteindre un écart de 5 cm à 6 mois (NH : 136.5±0.6cm, NM : 131.5±1.0cm) et également à 12 mois (NH : 148.9±0.9cm, NM : 144.3±1.0cm). Au sevrage, 70% du gain de taille observé au cours de la période expérimentale était acquis dans les 2 lots. La différence de gain entre les 2 lots s'est avérée significative au cours de la période 0-6mois (+0.19cm/j vs. +0.16cm/j pour les lots NH et NM respectivement) ($p < 0.01$, $n=39$) et s'est réduite après le sevrage (+0.08 vs +0.07cm/j)(NS, $n=39$).

Figure I : Evolution du poids vif des poulains des lots NH et NM de la naissance à l'âge de 12 mois
Variation of body weight from birth to 12 months of age in HL and ML groups
 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ niveau de signification statistique/ Statistical level of significance)

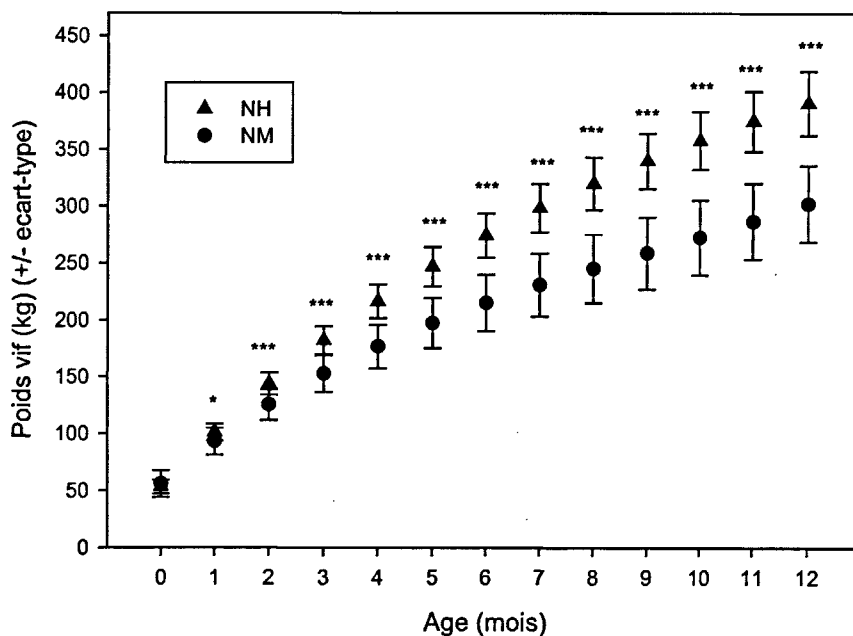
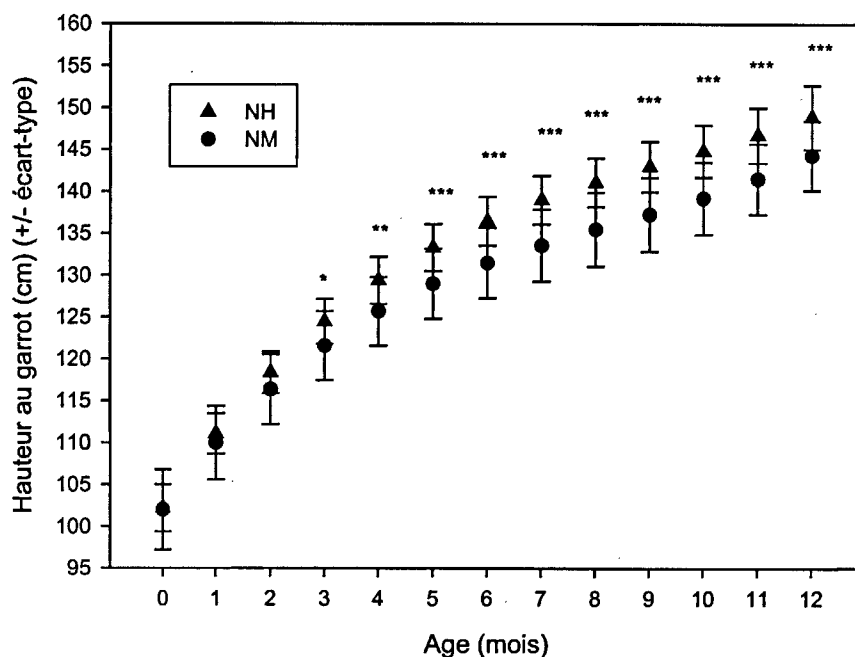


Figure II : Evolution de la hauteur au garrot des poulains des lots NH et NM de la naissance à l'âge de 12 mois
Evolution of the height at withers from birth to 12 months of age in HL and ML groups
 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ niveau de signification statistique/ Statistical level of significance)



Les poulains du lot NH ont également présenté une largeur de canon supérieure à celle des poulains du lot NM dès l'âge de 3 mois (+0.12cm) (tableau 3) et cette différence s'est accentuée avec l'âge. Ainsi, le gain d'épaisseur de canon au cours de la première année postnatale était supérieur pour le lot NH.

Tableau 3 : Largeur du canon et gain de largeur (moyenne \pm erreur standard) chez les poulains des lots NH (n=20) et NM (n=19) NS : $p > 0.05$, ***: $P < 0.001$ (test T).
*Mean (\pm SEM) of mid cannon width (CW) and corresponding average daily gains (ADG) in the high (HL, n = 20) and moderate (ML, n = 19) feeding level groups; NS: $P > 0.05$; ***: $P < 0.001$ (T-test).*

Age	LC, mm et gain LC, $\mu\text{m}/\text{j}$	
	Canon width (CW), mm & average daily gain CW, $\mu\text{m}/\text{day}$	
	NM / ML	NH / HL
Naissance / Birth	30.6 (\pm 0.4)	30.2 (\pm 0.3) ^{NS}
7 mois / 7 months	36.7 (\pm 0.4)	38.9 (\pm 0.3) ***
12 mois / 12 months	38.0 (\pm 0.5)	40.1 (\pm 0.4) ***
0 à 7 mois / 0 to 7 months	28.6 (\pm 1.8)	40.9 (\pm 1.3) ***
0 à 12 mois / 0 to 12 months	20.6 (\pm 1.0)	29.1 (\pm 0.9) ***
7 à 12 mois / 7 to 12 months	9.7 (\pm 1.1)	13.3 (\pm 1.3) ^{NS}

3. Discussion – Conclusion

Ces résultats confirment l'intérêt et l'efficacité des modèles d'apports nutritionnels, établis au préalable par INRA 1990, pour moduler la croissance et le développement du jeune cheval en fonction des objectifs de production puis d'utilisation. La plasticité importante du format et de l'ossification sous l'effet du niveau des apports alimentaires et des croissances induites que nous avons montrée précédemment (Trillaud – Geyl et al 1992) est aussi confirmée. Ces résultats précisent l'amplitude des variations du format (squelette) et du degré d'ossification (épaisseur de canon) avec la variation de poids vif, que ce soit en termes de variation absolue ou en termes de chronologie (décalage dans le temps). La part que représentent en valeur relative les gains de poids vif, du format et d'ossification est majeure au cours de la première année postnatale par rapport aux gains totaux réalisés entre la naissance et l'âge adulte, alors qu'il s'agit d'une phase où s'achève la mise en place du tissu osseux, initiée au cours de la gestation.

La réalisation de 2 modèles de croissance depuis la naissance jusqu'à l'âge de 12 mois constituait la première étape pour étudier l'influence de la nutrition sur le développement des pathologies ostéo-articulaires. Comparativement aux données de la littérature pour des animaux de mêmes races (Bigot et al 1987, Trillaud-Geyl et al 1990), les croissances réalisées par les poulains du lot NH ont été maximales avant le sevrage (1243g/j dans cette expérimentation vs 1046g/j dans les expérimentations antérieures) et sub-maximales après le sevrage (618g/j vs 703g/j dans les expérimentations précédentes). La concentration énergétique de l'alimentation (i.e. amidon), volontairement limitée après le sevrage, a permis d'éviter le phénomène d'engraissement des animaux et la croissance maximale a bien été réalisée à la période correspondant à la mise en place des lésions définitives (Dik et al 1999).

Le statut ostéo-articulaire des animaux a bien été affecté par la croissance maximale réalisée au cours de la première année postnatale comme il est indiqué dans la communication suivante de Donabedian et al. L'interaction avec le sexe est également discutée dans la deuxième communication suivante de Guillaume et al.

Remerciements

Nous tenons à remercier le personnel de la Station expérimentale des HN de Chamberet pour leur participation au protocole et pour les soins apportés aux animaux.

Bibliographie

Bigot, G., C. Trillaud-Geyl, M. Jussiaux, and W. Martin-Rosset. (1987). Elevage du cheval de selle du sevrage au débouillage: Alimentation hivernale, croissance et développement. *INRA Production Animale* 69:45-53.

Denoix, J.M.; Valette, J.P.; Robert, C.; Bousseau, B.; Perrot, P.; Heiles, P.; Houliiez, D.; Audigé, F.; Moreau, H.; Blanchard, L.; Neiman, L.; Touzot, G.; Busoni, V.; Gutton, L.; Tavernier, L. (1997) Etude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOA) chez des chevaux de races françaises âgés de 3 ans: présentation des résultats sur 761 sujets. *Bulletin de la Société des Vétérinaires Praticiens*, 81, 53-70.

Denoix, J.M.; Valette, J.P. (2001) Pathologie ostéo-articulaire chez le jeune (incidence, évaluation clinique, facteurs de risques et conséquences). In *Proceedings 27^{ème} Journée de la Recherche Equine*, Paris, 7 mars, Editions Haras nationaux, 101-114.

Dik, K.J., Enzerink, E. and van Weeren, P.R. (1999a) Radiographic development of osteochondral abnormalities, in the hock and stifle of Dutch Warmblood foals, from age 1 to 11 months. *Equine Vet. J. Suppl.* 31, 9-15.

Donabedian M, Robert C, Fleurance G, Perona G, Trillaud-Geyl C, Lepage O, Bergero D, Léger S, Martin-Rosset W. 2006. Effets de deux modèles nutritionnels sur le statut osteoarticulaire du cheval de sport au cours de la première année postnatale. In *32^{ème} Journée de la Recherche Equine*, 1 mars, Paris, Editions Les Haras Nationaux 16 rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex; (ce congrès).

Doreau, M., Boulot, S., Martin-Rosset, W. Dubroeuq, H. (1986) Milking lactating mares using oxytocin: milk volume and composition. *Reproduction, Nutrition, Development*, 26 (1A), 1-11.

Guillaume, D., Fleurance, G., Donabédian, D., Robert, C., Arnaud, G., Leveau, M., Chesneau, D., Ottogalli, M., Schneider, J., Martin-Rosset, W., 2006. Effets de deux modèles nutritionnels depuis la naissance sur l'âge d'apparition de la puberté chez le cheval de sport. In *32^{ème} Journée Recherche Equine*, Paris 1^{er} Mars, Editions Haras Nationaux, (ce congrès).

- INRA (1990). Alimentation des chevaux. W. Martin-Rosset Ed. INRA Editions Route de St-Cyr 78000 Versailles. pp. 232
- INRA-AFZ. (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Martin-Rosset, W. 2001. Croissance osseuse chez le cheval. *in Proceedings 27^{ème} Journée de la Recherche Equine*, Paris, 7 Mars, 73-100.
- Martin-Rosset, W., Vermorel, M., Doreau, M., Tisserand, J.L., Andrieu, J. (1994). The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. *Livestock Production Science*, 40 : 37-56.
- Mc Ilwraith, C. W. 2001. Developmental orthopaedic disease (DOD) in horses - a multifactorial process. Pages 2-23 in *Proc. 17th Symposium of Equine Nutrition and Physiology Society*, Lexington, KY.
- NRC. (1989). Nutrient Requirements of Horses. 5th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Ricard, A., Valette, J.P., Denoix, J.M., 2001. Héritabilité des anomalies ostéo-articulaires juvéniles chez le cheval de sport. *In proceedings 27^{ème} Journée Recherche Equine*, Paris, 7 Mars, 153-158.
- Trillaud-Geyl, C., J. Brohier, L. de Baynast, N. Baudoin, E. Rossier, and O. Lapierre. (1990). Bilan de productivité sur 10 ans d'un troupeau de juments de selle conduites en plein air intégral. Croissance des produits de 0 à 6 mois. *World Review of Animal Production* 25:65-70.
- Trillaud - Geyl, C., Bigot, G., Jurquet, V., Bayle, M., Arnaud, G., Dubroeuq, H., Martin-Rosset, W., 1992. Influence du niveau de croissance pondérale sur le développement squelettique du cheval de selle. *In proceedings 18^{ème} Journée Recherche Equine*, Paris, 4 Mars, 162-168.
- Valette, J.P. ; Denoix, J.M. ; Boulet, C. ; Monnet, Y. (2000) Pathologie ostéo-articulaire juvénile : bilan de l'étude sur 246 poulains de 1 et 2 ans provenant de la région Basse-Normandie. *In Proceedings 26^{ème} Journée de la Recherche Equine*, Paris, 1 mars, 13-32.
- Van Soest, P. J., and R. H. Wine. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Determination of plant cell wall constituent. *J. Ass. Agric. Chem.* 50:50-55.

