

Effet de l'interaction nutrition et saison sur la reproduction des équidés

La majorité des juments a une période sans ovulation commençant vers octobre pour s'achever vers mai. Il est admis que cette inactivité ovarienne hivernale est plus systématique et plus longue chez les juments de deux ou trois ans et chez les juments adultes ayant allaité un poulain l'été précédent, que chez les adultes non suitées l'année précédente. Cette inactivité est la principale cause de la faible fertilité de fin de saison des juments mises à la reproduction en France.

Comme pour les autres espèces de mammifères domestiques, il semble que les fluctuations de l'état corporel, conséquences de l'apport alimentaire et de la dépense énergétique, seraient un des facteurs expliquant ces variations de durée de l'inactivité. De plus, tous les éleveurs de chevaux en sont persuadés, l'importance et la qualité de l'alimentation joueraient un rôle prépondérant, à la fois pour la préparation de la mise à la reproduction et pour son succès.

La découverte en 1995 de la leptine, hormone protéique, sécrétée par le tissu adipeux et qui, dans un premier temps, a semblé être la clef entre la fonction de nutrition et la reproduction, a permis de démarrer une série d'expériences sur ce sujet. Trois expériences de longue durée, ont été conduites par l'INRA, avec l'aide financière des Haras nationaux et de la région Centre.

La première, conduite sur les ponettes adultes (ayant présenté leur puberté) du troupeau de Nouzilly, a eu pour objet de tester l'effet de la photostimulation sur des juments amaigries.

La deuxième, conduite sur ce même troupeau, a eu pour objet de mettre en évidence le rôle de la nutrition sur ce rythme annuel et d'essayer d'avancer la date de la première ovulation annuelle en augmentant les apports alimentaires.

La troisième expérience, conduite sur des jeunes, juments et étalons du troupeau de Chamberet, a eu pour objet de vérifier les effets de l'interaction nutrition / saison sur la date de la puberté.

1^{RE} EXPÉRIENCE : L'EFFET DE LA PHOTOSTIMULATION SUR DES JUMENTS AMAIGRIES

Matériel et méthodes

Cette étude, a utilisé 20 jeunes ponettes réparties en 4 lots de 5 pendant 2 ans. Deux lots ont été alimentés avec un aliment du commerce et de la paille de blé. La ration a été calculée à partir des besoins d'entretien. (estimés par rapport

au poids du début de l'expérience), en fonction des tables d'alimentation "chevaux" publiées par l'INRA.

Les 2 autres lots (lots sous-alimentés), après avoir reçu la même alimentation que les lots précédents, ont eu leur ration progressivement diminuée, pendant les 6 premiers mois d'expérience, puis stabilisée à environ 60% des besoins énergétiques d'entretien. Dans ces lots, l'aliment du commerce a été substitué par de la luzerne déshydratée, riche en protéines, ceci afin d'obtenir de ponettes maigres, mais en bonne santé.

A partir du solstice d'hiver et jusqu'au printemps suivant, un des lots suralimentés et un des lots sous-alimentés ont été soumis à une photostimulation de 14h30 d'éclairage par jour. L'activité ovarienne était suivie par des dosages de progestérone, effectués sur des prélèvements de sang bi-hebdomadaires.

Résultats

Au bout d'un an d'expérience, les poids (exprimés en % du poids lors du début de l'expérience) étaient de 113% dans les lots suralimentés et de 88% dans les lots sous-alimentés.

Au cours du 2^{ème} hiver,

- 1 ponette sur 5 a présenté une période d'inactivité dans le lot suralimenté non photostimulé (du 18/11 au 27/4 soit 161 j) ;

- 4 ponettes sur 5 ont présenté une période d'inactivité très courte dans le lot suralimenté photostimulé (du 31/01 ± 4.4 j. au 12/3 ± 1.4 j. ; durée 40.5 ± 3.45 j) et

- 9 sur 10 dans les lots sous alimentés (du 2/11 ± 11.8 j. au. 26/04 ± 5.6 j. ; durée 176.4 ± 15.6 j).

- aucun effet de la photostimulation n'a été mis en évidence sur les ponettes des lots sous-alimentés, en inactivité.

La ration des ponettes sous alimentées a permis d'obtenir des animaux très maigres, mais en bonne santé tel qu'il arrive de les trouver chez l'éleveur. Cette maigreur, obtenue avant le deuxième hiver, a donc induit une inactivité totale et longue. L'intensité de cette inhibition a masqué l'effet de la "photostimulation".

Du point de vue de l'éleveur, il semble donc illusoire de vouloir photostimuler une jument en inactivité hivernale et particulièrement maigre, sans conjointement améliorer son état corporel.

2^{ÈME} EXPÉRIENCE : RÔLE DE LA NUTRITION SUR LE RYTHME ANNUEL DE REPRODUCTION

Matériel et méthodes

Trente juments poneys ont été réparties en 3 lots, soumis à des régimes alimentaires différents. L'expérience a duré 3 ans. Le 1^{er} lot (lot bien alimenté) a été alimenté de façon à maintenir les juments dans un bon état corporel.

Le 2^{ème} lot (lot restreint) a été alimenté de façon à maintenir les juments extrêmement maigres mais en bonne santé et le 3^{ème} lot (lot variable) a été alimenté, tantôt comme le lot bien alimenté, tantôt comme le lot restreint, de façon à mimer la variation d'énergie disponible dans une

prairie naturelle, mais avec quelques mois d'avance. Les rations ont été réajustées individuellement, en cours d'expérience, de manière à rendre les lots plus homogènes et à éviter tout problème de santé. La cyclicité a été estimée par un dosage bi-hebdomadaire de la progestérone.

Résultats

Les nombres de juments présentant une inactivité hivernale diffèrent d'un lot à l'autre, au cours des 2^{ème} et 3^{ème} hivers. 60% des juments bien alimentées ne présentent pas de phase d'inactivité au contraire des juments restreintes. Au cours des 3 hivers de l'expérience, dans les lots « bien alimenté » et « variable », ce sont les mêmes juments qui présentent une phase d'inactivité, à l'exception de 2 juments du lot « bien alimenté » qui n'ont présenté une phase d'inactivité courte que 2 hivers sur 3. Chez les juments ayant présenté une inactivité, la date de début de l'inactivité est significativement différente d'un lot à l'autre. Sur ces mêmes juments, la date de fin de l'inactivité est significativement différente entre les lots ; le lot « bien alimenté » diffère des 2 autres qui ne diffèrent pas entre eux. La durée de l'inactivité est significativement différente d'un lot à l'autre. (cf. tab 1)

Toutes les juments des 3 lots sont cycliques au moment des jours les plus longs de l'année. La ré-alimentation du lot « variable » au cours de l'automne n'a jamais permis d'avancer la date de la première ovulation annuelle par rapport

au lot « restreint ». La nutrition semble être la principale cause de l'arrêt hivernal de la cyclicité. La profondeur de l'inactivité hivernale semble être la conséquence de l'état corporel, non pas durant l'hiver, mais à une saison bien antérieure.

3^{ème} EXPÉRIENCE : CONSÉQUENCE SUR LA PUBERTÉ

Chez le cheval, l'étude de la puberté ne présente pas d'intérêt direct pour sa mise à la reproduction. En effet, cette dernière s'effectue bien après son apparition, sauf chez le cheval de trait. Ceci explique le nombre extrêmement réduit de publications internationales et l'absence complète d'étude mécanistique sur ce sujet alors que les équidés pourraient constituer une espèce modèle pour cette thématique. Chez les équidés, les études portant sur un nombre très restreint d'animaux situent la puberté, en moyenne, vers 15 mois.

Chez les autres espèces de mammifères, elle survient lorsque le jeune a atteint environ 90% de son développement osseux. L'inactivité hivernale de reproduction constitue une fenêtre au cours de laquelle l'apparition de la puberté est interdite, celle-ci se trouve donc retardée alors que le sujet est potentiellement pubère. Cette fenêtre est d'autant plus importante que le niveau d'alimentation est limité. L'alimentation, par son influence sur la croissance et sur l'inactivité saisonnière, doit probablement influencer l'âge à la puberté. Au cours de

l'apparition de la puberté, un remaniement endocrine très important est observé. Ce remaniement entraîne, dans un premier temps, une accélération de la croissance en taille, puis son arrêt complet. Cette interaction de la puberté sur la croissance passe certainement par les stéroïdes sexuels. C'est dans ce contexte, que la présente étude tente de mettre en évidence l'effet du niveau d'alimentation du poulain sur l'âge de la puberté.

Matériel et méthodes

23 poulains de selle ont reçu, depuis la naissance jusqu'à l'âge de 2 ans, deux niveaux d'apports alimentaires, permettant de réaliser des croissances élevées (NH) ou modérées (NM) :

- soit 6 mâles et 6 femelles dans le lot NM et
- 5 mâles et 6 femelles dans lot NH.

Au cours de leur croissance, des prises de sang mensuelles pendant la première année, puis hebdomadaire jusqu'à l'âge de 2 ans ont été effectuées. Les dosages de progestérone sur les femelles (F) et de testostérone sur les mâles (M) ont été effectués afin de déterminer l'âge à la puberté. Une femelle a été considérée comme pubère, lorsque sa progestéronémie dépasse 1 ng/ml, taux normalement obtenu 48 h après l'ovulation. Un mâle a été considéré comme pubère, lorsque sa testostéronémie, pendant 4 prises de sang successives, dépasse 0,5 ng/ml. Ce taux correspond au taux minimum observé sur des étalons adultes en hiver.

Résultats

Les dates de puberté des mâles et des femelles sont présentées dans le tableau 2. Les 6 femelles NH ont leur 1^{ère} ovulation regroupée sur 2 mois de l'année de leur 1 an.

Les 5 femelles NM (une femelle a été euthanasiée suite à une fracture) ont leur 1^{ère} ovulation dispersée sur 11 mois : 4 femelles NM de mai à juin de la 1^{ère} année, la 5^{ème} femelle NM en avril de la 2^{ème} année.

Les taux de testostérone entre 6 mois et 2 ans des mâles sont deux fois plus élevés chez les mâles NH que chez les mâles NM (0,42 ± 0,02 ng/ml vs 0,23 ± 0,02 ng/ml p < 0,0001). Cette différence est également très forte au cours de leur ▶

TABEAU 1 : DURÉE MOYENNE DE L'INACTIVITÉ SUR L'ENSEMBLE DES JUMENTS POUR LA TOTALITÉ DE L'EXPÉRIENCE ET DATES MOYENNES DE DÉBUT ET DE FIN DE L'INACTIVITÉ OVARIENNE HIVERNALE ± S.E.M. SUR LES JUMENTS PRÉSENTANT UNE PHASE D'INACTIVITÉ

Lot	Nb. de jours d'inactivité par an	inactivité du 1 ^{er} hiver		inactivité du 2 ^{ème} hiver		inactivité du 3 ^{ème} hiver	
		début	fin	début	fin	début	fin
« bien alimenté »	(1) 40.4	23/11/01	22/03/02	31/12/02	28/03/03	14/01/04	26/04/04
	(2) 103.0	± 12 (4/10)	± 17	± 10 (4/9)*	± 12	± 25 (3/9)*	± 23
« restreint »	(1) 194.2	22/11/01	17/05/02	22/09/02	15/05/03	27/10/03	21/05/04
	(2) 208.0	± 11 (8/10)	± 7	± 10 (10/10)	± 6	± 4 (10/10)	± 4
« variable »	(1) 141.0	16/11/01	2/05/02	14/11/02	2/05/03	03/11/03	13/05/04
	(2) 176.2	± 5 (8/10)	± 9	± 7 (8/10)	± 10	± 9 (8/10)	± 6

(1) en tenant compte de toutes les juments

(2) en ne tenant compte que des juments présentant une inactivité.

() = nb. de juments présentant une inactivité / nb de juments total

* Une jument du lot bien alimenté a dû être abattue lors de l'année 2 suite à une fracture.

▷ première saison sexuelle, entre 11 mois et 19 mois ($0,38 \pm 0,02$ ng/ml vs $0,17 \pm 0,01$ ng/ml $p < 0,0001$ respectivement pour les lots NH et NM).

Les concentrations mesurées par dosage de la LH, des œstrogènes et de la GH apparaissent également différents entre les lots NH et NM et confirment ceux observés avec progestérone et testostérone.

Les différences de niveaux d'apport alimentaire ont permis d'induire des vitesses de croissances nettement différentes entre les deux lots NH et NM. Chez les femelles, l'âge à la puberté n'apparaît pas différent entre les lots car une seule pouliche du lot NM a eu sa puberté retardée d'un an en raison de l'effet saison. Par contre, chez les mâles, l'effet du niveau d'alimentation sur l'âge de la puberté est nettement significatif.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le moment de l'inactivité ovarienne chez la jument est déterminé par la photopériode. Cette dernière transmise par la

mélatonine, ne semble pas influencer la durée de l'inactivité. Cette durée semble totalement contrôlée par la balance énergétique. Une jument grasse ne présentera pas de phase d'inactivité et aura environ 14 cycles tout au long de l'année. Par contre, une jument maigre ne présentera que 4 cycles environ, situés de fin juin à début septembre. Elle n'a donc que peu de chances d'être inséminée.

Une des conséquences de ce phénomène est chez le jeune l'importance de la variation de l'âge à la puberté. Les hormones du métabolisme impliquées dans ce phénomène agissent aussi sur la croissance osseuse et pourraient être impliquées dans certaines pathologies (ostéochondrose). ■

**D. GUILLAUME¹,
J. SALAZAR-ORTIZ¹,
W. MARTIN-ROSSET²**

¹ INRA UMR 85 Physiologie de la reproduction et des comportements, CNRS UMR 6175, Université de Tours, Haras nationaux, 37380 Nouzilly, France.
² INRA, Centre de recherche de Clermont-Ferrand/Theix 63122 Saint Genes Champanelle, France.

TABLEAU 2: INFLUENCE DU NIVEAU D'APPORTS ALIMENTAIRES SUR L'ÂGE DE LA PUBERTÉ CHEZ DES POULICHES ET DE JEUNES ÉTALONS

Niveau d'alimentation et sexe	NH ♂	NM ♂	NH ♀	NM ♀
Date de la puberté	23 Nov.	14 Mai	4 Mai	31 Juillet
Age à la puberté (jours ± SEM)	507 ± 64	754 ± 30	393 ± 11	472 ± 57
	P=0,001		P=0,09	

Niveau Haut = NH; Niveau Modéré = NM

Pour en savoir plus :

Consulter la fiche technique « Mise sous lumière » sur le site Internet des Haras nationaux (www.haras-nationaux.fr), lien direct : <http://www.haras-nationaux.fr/portail/mieux-nous-connaître/expertise-et-diffusion-d'information/lalibrairie/fiches-techniques/reproduction/index.html>

Bibliographie :

GUILLAUME D., DUCHAMP G., BRUNEAU B., NAGY P., 2001. L'alimentation est le facteur prédominant de l'installation de l'inactivité ovarienne hivernale de la jument. 27^{ème} Journée de la Recherche Equine, 7 mars. Paris édition: Les Haras Nationaux 16 rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex, 3-14.

GUILLAUME D., SALAZAR-ORTIZ J., MARTIN-ROSSET W., 2006. Effects of nutrition level on mares' ovarian activity and on horses' puberty. In Nutrition and feeding of the broodmare. Edited by N. Miraglia and W. Martin-Rosset EAAP Scientific series, 315-340. Wageningen Academic Publisher PO Box 220 6700 AE Wageningen The Netherland.

SALAZAR-ORTIZ J., AUDOUIN E., DELPUECH T., MONGET P., GUILLAUME D., 2004 Effet du niveau d'alimentation sur la croissance folliculaire et certains taux hormonaux plasmatiques de la jument. 30^{ème} Journée de la Recherche Equine, 3 mars, Paris, édition : Les Haras Nationaux 16 rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex 11-18. 3 mars; 15-27.

SALAZAR-ORTIZ J., GUILLAUME D. 2005. La date de la première ovulation annuelle de la jument, peut-elle être avancée en agissant sur la ration alimentaire à partir de l'automne ? 31^{ème} Journée de la Recherche Equine, 2 mars, Paris, édition : Les Haras Nationaux 16 rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex; 69-81.

Le follicule préovulatoire et son ovulation

L'ovaire est le siège de la folliculogénèse, processus de développement des follicules ovariens du stade primordial au stade préovulatoire. Les follicules sont des structures cellulaires dans lesquelles les ovocytes se développent (figure 1).

La folliculogénèse regroupe la croissance de l'ovocyte, la multiplication des cellules folliculaires et l'augmentation de la taille de l'antrum. Au début de chaque cycle en période d'œstrus, quelques follicules entrent en croissance. L'un d'entre eux, le follicule dominant, continue son développement jusqu'au stade préovulatoire alors que les autres dégénèrent par atrophie (figure 2).

Une fois arrivé au stade préovulatoire, et sous l'influence de l'augmentation des taux circulants de LH (Luteinizing Hormone), le follicule dominant entame une

phase de maturation qui aboutit à l'ovulation, et à la libération d'un ovocyte mature dans l'oviducte. Au cours de cette maturation pré-ovulatoire, le follicule destiné à ovuler subit une série de modifications morphologiques et fonctionnelles qui aboutissent à :

- 1/ la différenciation des cellules folliculaires (granulosa et thèque) en préparation à la rupture du follicule, appelée ovulation,
- 2/ la différenciation des cellules folliculaires (granulosa et thèque) pour la formation du corps jaune fonctionnel, appelée lutéinisation,

- 3/ l'expansion des cellules du cumulus entourant l'ovocyte,
- 4/ la maturation de l'ovocyte.

Au cours d'un cycle normal, la coordination de tous ces événements est nécessaire à la libération d'un ovocyte mature et fécondable, et d'un corps jaune capable d'assurer le début de gestation.

LH, RÉCEPTEUR ET TRANSMISSION DU SIGNAL

Au cours des cycles naturels, la maturation préovulatoire se fait sous l'influence