



41<sup>ème</sup> Journée de la Recherche Équine  
Jeudi 12 mars 2015

## Dans quelles conditions de disponibilité en herbe est-il nécessaire de compléter en énergie la jument en lactation au pâturage ?

Par

C. Collas<sup>1,2</sup>, B. Dumont<sup>2</sup>, R. Delagarde<sup>3</sup>, W. Martin-Rosset<sup>2</sup>, L. Wimel<sup>1</sup>, G. Fleurance<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IFCE, Direction des Connaissances et de l'Innovation, Terrefort, BP207, 49411 Saumur

<sup>2</sup> INRA et VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle

<sup>3</sup> INRA et Agrocampus Ouest, UMR1348 Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage, 35590 Saint-Gilles

### Résumé

Notre étude a analysé les effets de la quantité d'herbe offerte (QO) et de la complémentation énergétique sur l'ingestion d'herbe de juments de selle en lactation pâturant des repousses de bonne qualité. Trois niveaux de QO au ras du sol : bas, moyen et haut, *i.e.* 35, 52,5 et 70 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>, ont été testés en ajustant la surface offerte au fil. Pendant 3 périodes de 2 semaines, 3 groupes de 3 juments complétementées (C, 2,6 kg MS orge.j<sup>-1</sup>) et 3 groupes de 3 juments non complétementées (NC) ont pâturé chaque QO selon un carré latin. Toutes les juments, qu'elles soient complétementées ou non, ont répondu de la même façon aux variations de QO en augmentant linéairement leur ingestion d'herbe de 18,5 à 23,4 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> avec l'augmentation de la quantité d'herbe offerte. Cependant, l'apport d'orge a permis aux juments C de réaliser une ingestion de matière sèche totale digestible et une ingestion d'énergie nette supérieures à celles des juments NC. Contrairement aux juments C, les juments NC ne couvraient plus leurs besoins énergétiques sur les QO basse et moyenne. La relation linéaire entre la QO et l'ingestion d'herbe a permis d'estimer à 66 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> (*i.e.* 39 kg MS.jument<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>) le seuil de QO en-dessous duquel les juments en lactation nécessitent une complémentation énergétique pour satisfaire pleinement leurs besoins dans nos conditions de pâturage.

**Mots clés : concentré, pâturage, cheval, besoins nutritionnels, disponibilité en herbe**

### Summary

Our study investigated the effects of daily herbage allowance (DHA) and energy supplementation on daily herbage intake in lactating saddle mares grazing high-quality regrowths. Three contrasting DHAs at ground level: low, medium and high, *i.e.* 35, 52.5 and 70 g DM.kg BW<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, were obtained by adjusting pasture strip width. For 3 successive 2-week periods, 3 groups of 3 supplemented mares (S, 2.6 kg DM barley.d<sup>-1</sup>) and 3 groups of 3 non supplemented mares (NS) grazed each DHA according to a Latin-square design. Whichever their level of supplementation, all the mares responded in the same way to DHA variations by linearly increasing their herbage intake from 18.5 to 23.4 g DM.kg BW<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> with increasing DHA. However, barley supplementation allowed to S mares to realize total digestible dry matter intake and net energy intake higher than the ones of NS mares. Contrary to S mares, NS mares no longer met their energy requirements on low and medium DHA. The linear relation between DHA and herbage intake allowed to estimate at 66 g DM.kg BW<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> (*i.e.* 39 kg DM.mare<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>) the DHA threshold below which lactating mares need an energy supplementation to fully meet their requirements in our grazing conditions.

**Key-words: concentrate, grazing, horse, nutritional requirements, sward availability**



## Introduction

L'herbe pâturée, si elle est bien gérée, est connue pour être l'aliment le moins coûteux pour nourrir les herbivores domestiques (*e.g.* chevaux : Micol et Martin-Rosset 1995 ; vaches laitières : Peyraud et Delaby 2001). Dans le cas d'un pâturage rationné (tournant ou aux fils), l'ingestion de matière sèche et les performances zootechniques dépendent principalement de la quantité d'herbe offerte chaque jour (QO ; Pérez-Prieto et Delagarde 2013). Chez les ruminants, la relation est curvilinéaire puisque l'ingestion d'herbe augmente à un taux décroissant avec l'augmentation de la quantité d'herbe offerte (Pérez-Prieto et Delagarde 2013). Lorsque la disponibilité en herbe est faible, l'apport d'une complémentation augmente l'ingestion de matière sèche totale digestible et améliore les performances (Delaby *et al.* 2001), alors que la réponse à la complémentation est faible lorsque la disponibilité en herbe est élevée en raison d'une substitution entre l'herbe et le concentré (Stockdale 2000). Dans les élevages équinés en France, les charges d'alimentation représentent en moyenne 30% des charges opérationnelles (Morhain 2011). L'utilisation de l'herbe pâturée est freinée par un manque de confiance des éleveurs vis-à-vis d'une ressource alimentaire dont la disponibilité et la qualité varient au cours de la saison et selon les conditions climatiques. De plus, les références sur lesquelles s'appuyer pour alimenter les chevaux à l'herbe sont peu nombreuses malgré des travaux récents conduits chez le cheval en croissance (*e.g.* Mésochina *et al.* 2000 ; Grace *et al.* 2002a ; Edouard *et al.* 2009, 2010). Les animaux dont les besoins sont élevés (*i.e.* juments en lactation, poulains : INRA 2012) sont de ce fait couramment complétés au pâturage pour sécuriser leurs performances. Dans une précédente expérimentation, nous avons pourtant montré que, dans des conditions où la disponibilité et la qualité de l'herbe ne sont pas limitantes, la jument de selle en lactation est capable de couvrir ses besoins et ceux de son poulain à partir de l'herbe seule (Collas *et al.* 2014). Dans la présente étude conduite sur des juments suitées pâturant aux fils des repousses de bonne qualité, nous avons cherché à préciser les conditions de disponibilité en herbe qui nécessitent la mise en place d'une complémentation énergétique.

### 1. Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite avec l'autorisation du comité d'éthique régional pour l'expérimentation animale du Limousin (10-2013-10).

#### 1.1. Traitements et plan expérimental

L'expérimentation s'est déroulée du 22 juin au 2 août 2013 à la station expérimentale de l'Institut Français du Cheval et de l'Équitation (Ifce) de Chamberet (Corrèze, altitude 440 m). Dix-huit juments de selle ont été soit complétementées avec 2,6 kg MS d'orge par jour (groupe C, n=9), soit non-complétementées (groupe NC, n=9). Les 18 juments ont été réparties en 3 groupes de 3 juments C et 3 groupes de 3 juments NC, afin de réaliser un plan expérimental en carré latin avec 3 niveaux de quantité d'herbe offerte mesurés au ras du sol : bas (B), moyen (M) et haut (H), *i.e.* 35,0, 52,5 et 70,0 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> respectivement. Le niveau bas visait à limiter l'ingestion volontaire des juments ; il représentait 1,4 fois l'ingestion d'herbe maximale mesurée par des juments en lactation non-complétementées pâturant les mêmes pâtures l'été précédent (soit 25 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> ; Collas *et al.* 2014). Les niveaux de QO moyen et haut correspondaient à 1,5 et 2 fois le niveau faible, respectivement. Chaque période de mesures a duré 2 semaines : période 1 du 22/06 au 05/07, période 2 du 06/07 au 19/07 et période 3 du 20/07 au 02/08.

#### 1.2. Animaux

Durant la gestation, les 18 juments (race Selle Français et Anglo-arabe, 5–23 ans) ont reçu un régime composé de 43% de foin de graminées (MS : 856 g.kg<sup>-1</sup> ; MAT : 79 g.kg MS<sup>-1</sup> ; CB : 361 g.kg MS<sup>-1</sup>), 41% d'enrubané (MS : 614 g.kg<sup>-1</sup> ; MAT : 60 g.kg MS<sup>-1</sup> ; CB : 364 g.kg MS<sup>-1</sup>) et 16% de concentré (61,5% d'orge, 35% de tourteau de soja et 3,5% de minéraux et vitamines) dans l'objectif de couvrir leurs besoins nutritionnels (INRA 2012). Comme il a été montré que l'ingestion volontaire des juments est affectée par leur état corporel au poulinage (Doreau *et al.* 1993), les juments en gestation ont été alimentées de façon à présenter une note d'état corporel proche de 3 au début de l'expérimentation (sur une échelle de 0 : cheval émacié à 5 : cheval obèse ; Martin-Rosset *et al.* 2008). La capacité d'ingestion de chaque jument a été déterminée en mars par des mesures d'ingestion d'un foin de graminées distribué à volonté pendant 8 jours après 6 jours d'adaptation. En avril, les 18 juments ont reçu un traitement anthelminthique à l'ivermectine (Équalan ; Merial, Lyon, France). Après le poulinage, les juments ont été réparties en 2 groupes (C et NC) équilibrés selon la capacité d'ingestion des juments (C : 23,7 ± 1,4 erreur standard g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> ; NC : 24,1 ± 1,8 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>), leur date de poulinage (C : 14 avril au 31 mai 2013, 47 ± 5 jours de lactation au début



de l'expérimentation ; NC : 26 avril au 9 juin,  $40 \pm 6$  jours de lactation au début de l'expérimentation), leur note d'état corporel (C :  $3,2 \pm 0,2$  ; NC :  $3,1 \pm 0,2$ ), leur poids vif au poulinage (C :  $547,2 \pm 14,4$  kg ; NC :  $538,0 \pm 10,4$  kg), leur hauteur au garrot (C :  $163,3 \pm 1,3$  cm ; NC :  $161,9 \pm 0,9$  cm) et leur âge (C :  $9 \pm 2$  ans ; NC :  $7 \pm 2$  ans). Du 22 juin au 2 août, les juments C ont reçu au pâturage 2,6 kg MS d'orge aplatie par jour (MS :  $881 \text{ g.kg}^{-1}$ ; MAT :  $116 \text{ g.kg MS}^{-1}$ ), ce qui couvrait 60% de leurs besoins énergétiques de lactation (INRA 2012). Durant la seconde semaine de chaque période, les juments NC ont reçu 260 g MS d'orge aplatie par jour afin de distribuer aux 18 juments 100 g de petites billes plastiques colorées (une couleur par jument) dans l'orge et de permettre l'individualisation des fèces lors de leur récolte au pâturage pour les mesures d'ingestion. Les juments ont été habituées à recevoir l'orge individuellement au pâturage une semaine avant le début de l'expérimentation. Elles ont été pesées à la même heure le premier jour de chaque période (C, bas :  $589,3 \pm 12,0$  kg, moyen :  $593,5 \pm 13,6$  kg, haut :  $588,8 \pm 12,0$  kg ; NC, bas :  $584,5 \pm 13,2$  kg, moyen :  $589,2 \pm 12,9$  kg, haut :  $576,1 \pm 10,1$  kg).

### 1.3. Composition botanique de la prairie et conduite du pâturage

Les juments et les poulains ont été conduits au pâturage aux fil avant et fil arrière sur une prairie permanente fertile (25 espèces ; 60% de graminées). Les espèces les plus abondantes étaient le pâturin commun (*Poa trivialis*), le ray-grass anglais (*Lolium perenne*), le trèfle blanc (*Trifolium repens*) et le pissenlit (*Taraxacum officinale*). La prairie a été divisée en 3 parcs. Un parc a été utilisé à chacune des périodes, les 3 parcs ont donc été tondus au préalable à des dates différentes pour offrir des stades de végétation identiques à chaque période. Chaque parc a été divisé en 6 sous-parcs pour les 6 traitements (C-B, NC-B, C-M, NC-M, C-H, NC-H). Lorsque les poulains étaient âgés de plus de deux mois il est devenu nécessaire d'estimer la quantité d'herbe qu'ils allaient consommer durant la seconde et troisième périodes, ainsi, les surfaces offertes ont été légèrement augmentées. Nous avons calculé que les poulains consommaient  $5 \text{ g MS.kg PV}^{-1}.\text{j}^{-1}$  pendant la seconde période (PV moyen = 135 kg) et  $6 \text{ g MS.kg PV}^{-1}.\text{j}^{-1}$  pendant la troisième période (PV moyen = 145 kg) en considérant le gain de poids moyen quotidien des poulains et leurs besoins, la production laitière des juments et la valeur nutritive de l'herbe (Trillaud-Geyl *et al.* 1990 ; INRA 2012). Les surfaces à pâturer ont été allouées pour 2 jours en déplaçant des clôtures électriques. Les juments et les poulains ont été déplacés dans une nouvelle surface en herbe à pâturer tous les deux matins à 9h15. Des fils arrière évitaient que les juments et les poulains aient accès aux zones précédemment pâturées. Cette conduite du pâturage a permis d'offrir aux juments soumises à un traitement donné au cours d'une période des disponibilités en herbe similaires tout au long des 2 semaines. Pour un traitement donné, la surface à offrir pour 2 jours était calculée à partir de la hauteur d'herbe mesurée tous les 2 jours dans la prochaine zone à pâturer et d'une régression hauteur-biomasse établie une fois par semaine afin d'estimer tous les 2 jours la biomasse disponible (voir paragraphe 1.4).

### 1.4. Caractéristiques de la végétation

La hauteur et la biomasse d'herbe ont été mesurées une fois par semaine dans 2 quadrats de  $0,49 \text{ m}^2$  ( $70 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ ) par sous-parc, sélectionnés aléatoirement parmi des zones de hauteurs courtes, moyennes et hautes sur la prochaine surface à offrir. Douze mesures de hauteur ont été réalisées à l'herbomètre stick (enregistre le premier contact du stick avec l'herbe) dans chaque quadrat avant la coupe. La coupe a été réalisée aux ciseaux au ras du sol et l'herbe récoltée a été divisée en 2 échantillons : un échantillon par quadrat a été séché 24 h à  $103^\circ\text{C}$  pour estimer la teneur en matière sèche (MS) de l'herbe, donc la biomasse disponible, et établir la régression hauteur-biomasse ; l'autre échantillon a été séché 72 h à  $60^\circ\text{C}$  et analysé pour déterminer sa teneur en matières azotées totales (MAT ; méthode Dumas NF V18-120), cellulose brute (CB, méthode Weende NF V03-040) et en parois (neutral detergent fiber NDF ; méthode Goering et Van Soest 1970). Trente mesures de hauteur d'herbe avant pâturage ont été réalisées dans chaque sous-parc tous les 2 jours avant l'entrée des animaux, afin d'estimer la biomasse disponible à partir de la régression hauteur-biomasse établie chaque semaine, et de pouvoir calculer les surfaces à offrir pour les disponibilités basses, moyennes et hautes. Des mesures de hauteur d'herbe après pâturage ont également été réalisées tous les 2 jours sur 15 points par surface en herbe offerte.

### 1.5. Ingestion d'herbe

L'ingestion journalière de matière sèche d'herbe a été mesurée pour chaque jument pendant les 4 derniers jours de chaque période par la formule :

$$\text{Ingestion d'herbe} = \text{PF} / (1 - \text{DMSH})$$

où PF est la production fécale en kg de matière sèche sur 24 h attribuable à l'herbe, et DMSH est la digestibilité de la matière sèche de l'herbe ingérée exprimée en valeur décimale.



La totalité des fèces de chaque jument a été récoltée chaque jour pendant 4 jours successifs après que les parcs aient été nettoyés des fèces du jour précédent. Le poids total des fèces produites chaque jour a été déterminé individuellement, et un échantillon des fèces de chaque jument a été séché pendant 72 h à 80 °C pour déterminer ses teneurs en MS et MAT.

La production fécale attribuable à l'herbe ingérée a ensuite été calculée en soustrayant la matière sèche indigestible de l'orge (INRA 2012) de la production fécale totale (Delagarde *et al.* 1999 ; Collas *et al.* 2014).

La digestibilité de la MS de l'herbe (DMSH) a été estimée à partir de la teneur en MAT fécales attribuable à l'herbe d'après l'équation établie par Mésochina *et al.* (1998) :

$$\text{DMSH} = 0,734 - (17,872/\text{teneur MAT fécales})$$

où la teneur en MAT fécales est exprimée en g.kg MS<sup>-1</sup>.

La quantité de MAT fécales attribuable à l'herbe a été obtenue en soustrayant la quantité de MAT fécales attribuable à l'orge de la quantité de MAT fécales totales (Delagarde *et al.* 1999 ; Collas *et al.* 2014).

L'ingestion d'énergie nette (EN) a été estimée à partir des teneurs en énergie nette de l'herbe et de l'orge d'après le système INRA (2012) :

$$\text{Teneur en EN de l'herbe (J.kg MS}^{-1}\text{)} = [(0,825 - 0,0011 \times \text{CB} + 0,0006 \times \text{MAT}) \times 2250] \times 4,18$$

où CB et MAT sont exprimées en g.kg MS<sup>-1</sup>, et 2250 est la teneur en EN (kcal) de 1 kg d'orge (INRA 2012).

L'ingestion de matières azotées digestibles (MAD) a été estimée à partir des teneurs en MAD de l'herbe et de l'orge d'après le système INRA (2012) :

$$\text{Teneur en MAD de l'herbe (g MAD.kg MS}^{-1}\text{)} = -74,52 + 0,9568 \times \text{MAT} + 0,1167 \times \text{CB}$$

où MAT et CB sont exprimées en g.kg MS<sup>-1</sup>.

## 1.6. Comportement de pâturage

Le temps de pâturage journalier de chaque jument a été enregistré sur 48 h au milieu de la première semaine de chaque période en utilisant des colliers Ethosys qui enregistrent la position (haute/basse) et les mouvements de la tête (un enregistrement toutes les 5 min, Decuq *et al.* 1996). Les juments ont été habituées à porter les colliers pendant la semaine précédant le début de l'expérimentation. Nous avons également évalué le temps de pâturage des juments pendant les 12 premières heures qui suivaient l'entrée des animaux dans une nouvelle zone non pâturée du sous-parc (J1 de 9h15 à 21h15), et pendant les 12 dernières heures avant que les animaux ne quittent cette zone (J2 de 21h15 à 9h15). La vitesse d'ingestion d'herbe a été estimée en divisant l'ingestion d'herbe journalière par le temps de pâturage.

## 1.7. Analyses statistiques

Les données ont été analysées en utilisant la procédure PROC GLM de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Les données sur la végétation et la gestion du pâturage ont été analysées dans un modèle incluant les effets période, quantité d'herbe offerte, complémentation énergétique et l'interaction entre la complémentation énergétique et la quantité d'herbe offerte. Les données sur les animaux ont été analysées dans un modèle incluant les effets période, quantité d'herbe offerte, complémentation énergétique, jument hiérarchisé dans complémentation énergétique (car chaque jument était soit complémentée, soit non-complémentée pendant toute l'expérimentation) et l'interaction entre la complémentation énergétique et la quantité d'herbe offerte. L'effet de la complémentation énergétique a été testé sur la résiduelle Jument. Les contrastes orthogonaux ont été utilisés pour tester si l'effet de la quantité d'herbe offerte était linéaire ou quadratique. Les différences entre quantité d'herbe offerte ont été analysées en utilisant la correction de Tukey pour les comparaisons multiples. Le seuil de significativité considéré est  $P < 0,05$ .

## 2. Résultats

### 2.1. Caractéristiques de la végétation

La hauteur et la biomasse d'herbe avant pâturage (26,6 cm et 3,73 t MS.ha<sup>-1</sup>) étaient similaires entre les 3 niveaux de quantité d'herbe offerte (Tableau 1). Les 3 niveaux de quantité d'herbe offerte visés ont été obtenus en augmentant linéairement la surface offerte journalièrement aux animaux. L'apport d'orge n'a pas affecté la hauteur d'herbe après pâturage qui a augmenté de 0,13 cm par kilogramme de matière sèche



d'herbe offerte d'après la relation linéaire entre la hauteur d'herbe après pâturage et la quantité d'herbe offerte ( $P < 0,001$  ; Tableau 1). Les teneurs de l'herbe en matière sèche (249 g.kg<sup>-1</sup>), matière organique (895 g.kg MS<sup>-1</sup>), MAT (151 g.kg MS<sup>-1</sup>), CB (252 g.kg MS<sup>-1</sup>) et NDF (552 g.kg MS<sup>-1</sup>) étaient similaires quels que soient le niveau de complémentation et la quantité d'herbe offerte (Tableau 1).

**Tableau 1** : Surface offerte par jour et caractéristiques de l'herbe offerte au ras du sol selon le niveau de complémentation (C : complémenté ; NC : non-complémenté) et la quantité d'herbe offerte (QO ; B : bas ; M : moyen ; H : haut)

*Table 1: Daily offered area and characteristics of herbage offered at ground level according to energy supplementation level (C: supplemented; NC: non-supplemented) and daily herbage allowance (QO; B: low; M: medium; H: high)*

|  | Juments C |      |       | Juments NC |      |       | RMSE | P-value |        |        |
|--|-----------|------|-------|------------|------|-------|------|---------|--------|--------|
|  | B         | M    | H     | B          | M    | H     |      | QO      | Lin    | Quad   |
| QO (g MS.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )                          | 35,0      | 52,5 | 70,0  | 35,0       | 52,5 | 70,0  | -    | -       | -      | -      |
| QO (kg MS.jument <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )                        | 20,6      | 30,9 | 41,2  | 20,6       | 30,9 | 41,2  | -    | -       | -      | -      |
| Surface offerte (m <sup>2</sup> .jument <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> ) | 59,2      | 90,2 | 122,3 | 65,1       | 86,1 | 121,2 | 19,0 | <0,001  | <0,001 | 0,477  |
| Hauteur d'herbe (cm)   |           |      |       |            |      |       |      |         |        |        |
| Avant-pâturage   | 27,6      | 25,9 | 28,2  | 23,7       | 27,0 | 27,3  | 6,7  | 0,377   | 0,560  | 0,460  |
| Après-pâturage   | 2,8       | 4,6  | 5,8   | 3,1        | 4,1  | 5,6   | 1,5  | <0,001  | <0,001 | <0,001 |
| BH avant pâturage (t MS.ha <sup>-1</sup> )                               | 3,86      | 3,62 | 3,86  | 3,38       | 3,82 | 3,86  | 0,70 | 0,281   | 0,334  | 0,933  |
| Qualité de l'herbe   |           |      |       |            |      |       |      |         |        |        |
| MS (g.kg <sup>-1</sup> )   | 236       | 259  | 249   | 264        | 255  | 232   | 0,05 | 0,687   | 0,751  | 0,632  |
| MO (g.kg MS <sup>-1</sup> )  | 899       | 897  | 876   | 889        | 908  | 896   | 0,04 | 0,193   | 0,415  | 0,147  |
| MAT (g.kg MS <sup>-1</sup> )   | 144       | 156  | 163   | 145        | 146  | 154   | 0,03 | 0,240   | 0,165  | 0,974  |
| CB (g.kg MS <sup>-1</sup> )  | 268       | 245  | 230   | 248        | 256  | 265   | 0,05 | 0,800   | 0,534  | 0,858  |
| NDF (g.kg MS <sup>-1</sup> )   | 571       | 540  | 545   | 555        | 532  | 566   | 0,06 | 0,510   | 0,754  | 0,251  |

RMSE : root mean square error (= racine du carré moyen de l'erreur) ; BH : biomasse d'herbe

Lin : linéarité de l'effet QO ; Quad : quadricité de l'effet QO

MO : matière organique ; MAT : matières azotées totale ; CB : cellulose brute ; NDF : neutral detergent fiber

## 2.2. Ingestion journalière, et balance énergétique et protéique

L'interaction entre la complémentation énergétique et la quantité d'herbe offerte n'a affecté aucune des variables d'ingestion, ce qui signifie que les juments ont répondu de façon similaire aux variations de quantités d'herbe offerte, qu'elles soient complémentées ou non.

La production fécale attribuable à l'herbe, la digestibilité de la MS de l'herbe, l'ingestion d'herbe, l'ingestion totale, et l'ingestion de matières azotées digestibles n'ont pas différé significativement entre les juments C et NC, bien qu'il existe une tendance à ce que la production fécale attribuable à l'herbe soit supérieure pour les juments NC, et à ce que l'ingestion totale soit supérieure pour les juments C. Les juments C ont consommé tout l'orge distribué au cours de l'expérimentation, ainsi, elles ont réalisé une ingestion de MS totale digestible (C : 14,9 vs. NC : 12,5 g MSD.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> ;  $P < 0,01$ ) et une ingestion d'énergie nette (C : 166,5 vs. NC : 134,6 J.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> ;  $P < 0,001$ ) supérieures à celle des juments NC.

La digestibilité de la MS de l'herbe a augmenté linéairement avec l'augmentation de la quantité d'herbe offerte et était significativement plus faible sur le niveau bas que sur le niveau haut (556 vs. 564 g.kg MS<sup>-1</sup>). La production fécale attribuable à l'herbe, l'ingestion d'herbe (B : 18,4, M : 20,6, H : 23,4 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>), l'ingestion totale, l'ingestion de MS totale digestible (B : 12,3, M : 13,6, H : 15,2 g MSD.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>), l'ingestion d'énergie nette (B : 136,6, M : 149,3, H : 165,8 J.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>) et l'ingestion de MAD ont augmenté linéairement avec l'augmentation de la quantité d'herbe offerte ( $P < 0,001$ ) avec des différences significatives entre chaque niveau (Tableau 2). Les juments ont augmenté leur ingestion d'herbe et leur ingestion totale de 0,13 kg de MS par kg de MS d'herbe offerte ( $P < 0,001$ ).





La couverture des besoins énergétiques et protéiques a augmenté linéairement avec l'augmentation de la quantité d'herbe offerte ( $P < 0,001$ ), mais il n'a pas été constaté de différence significative d'apports protéiques entre les niveaux bas et moyen (Tableau 2). Les juments C ont reçu des apports énergétiques ( $P < 0,001$ ) et protéiques ( $P = 0,051$ ) supérieurs à ceux reçus par les juments NC. Les juments C ont couvert leur besoins énergétiques quelle que soit la quantité d'herbe offerte, alors que les juments NC ne les ont pas couverts sur les niveaux bas et moyen (Tableau 2). Les besoins protéiques ont été satisfaits pour toutes les juments quels que soient le niveau de complémentation et la quantité d'herbe offerte (Tableau 2).

**Tableau 2 :** Ingestion journalière et couverture des besoins nutritionnels selon le niveau de complémentation (C : complétement ; NC : non-complétement) et la quantité d'herbe offerte (QO ; B : bas ; M : moyen ; H : haut)  
*Table 2: Daily intake and fitting of nutritional requirements according to energy supplementation level (C: supplemented; NC: non-supplemented) and daily herbage allowance (QO; B: low; M: medium; H: high)*

|   | Juments C |       |       | Juments NC |       |       | RMSE | P-value |        |       |
|---|-----------|-------|-------|------------|-------|-------|------|---------|--------|-------|
|   | B         | M     | H     | B          | M     | H     |      | QO      | Lin    | Quad  |
| Production fécale <sup>1</sup> (g MS.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> ) | 7,8       | 8,4   | 9,7   | 8,5        | 9,8   | 10,7  | 0,6  | <0,001  | <0,001 | 0,669 |
| DMSH (g.kg MS <sup>-1</sup> )   | 560       | 566   | 570   | 551        | 556   | 557   | 0,5  | <0,05   | <0,01  | 0,599 |
| Ingestion d'herbe (g MS.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )              | 17,9      | 19,2  | 22,5  | 19,0       | 22,0  | 24,3  | 2,4  | <0,001  | <0,001 | 0,655 |
| Ingestion totale (g MS.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )               | 22,4      | 23,7  | 27,0  | 19,5       | 22,5  | 24,8  | 2,4  | <0,001  | <0,001 | 0,634 |
| IMSTD (g MSD.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )                         | 13,7      | 14,5  | 16,5  | 10,9       | 12,6  | 14,0  | 1,4  | <0,001  | <0,001 | 0,614 |
| Ingestion EN (J.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )                      | 155,0     | 162,5 | 182,0 | 118,1      | 136,0 | 149,7 | 14,1 | <0,001  | <0,01  | 0,795 |
| Besoins énergétiques couverts <sup>2</sup> (%)                              | 108,1     | 114,1 | 126,1 | 85,4       | 94,1  | 101,7 | 0,1  | <0,001  | <0,01  | 0,809 |
| Ingestion MAD (g MAD.kg PV <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )                 | 2,1       | 2,3   | 2,6   | 1,9        | 2,2   | 2,4   | 0,2  | <0,001  | <0,001 | 0,733 |
| Besoins protéiques couverts <sup>2</sup> (%)                                | 124,1     | 128,6 | 146,5 | 106,8      | 120,9 | 133,7 | 0,1  | <0,001  | <0,001 | 0,577 |

RMSE : root mean square error (= racine du carré moyen de l'erreur) ; Lin : linéarité de l'effet QO ; Quad : quadricité de l'effet QO

DMSH : digestibilité de l'herbe ingérée ; IMSTD : ingestion de MS totale digestible

EN : énergie nette ; MAD : matières azotées digestibles

<sup>1</sup>Production fécale attribuable à l'herbe

<sup>2</sup>D'après les recommandations INRA (2012)

### 2.3. Comportement de pâturage

Le comportement de pâturage des juments n'a été affecté ni par la complémentation énergétique ni par l'interaction entre la complémentation énergétique et la quantité d'herbe offerte. Les juments C et NC ont pâturé significativement plus longtemps sur les quantités d'herbe offerte moyenne et haute que sur la quantité basse (1021 vs. 962 min.j<sup>-1</sup> ;  $P < 0,01$  ; Tableau 3). Le plus faible temps de pâturage journalier des juments sur la quantité d'herbe offerte basse a résulté d'une activité de pâturage significativement plus faible entre 21h15 et 9h15 (359 vs. 420 min ;  $P < 0,01$ ), la quantité d'herbe offerte influençant surtout l'activité de pâturage du deuxième jour suivant l'entrée des animaux dans une nouvelle surface.

Toutes les juments ont réalisé une vitesse d'ingestion d'herbe plus élevée sur le niveau d'offert le plus haut par rapport aux niveaux moyen et bas (13,6 vs. 11,8 g MS.min<sup>-1</sup> ;  $P < 0,01$ ).



**Tableau 3** : Temps de pâturage et vitesse d'ingestion d'herbe selon le niveau de complémentation (C : complétement ; NC : non-complétement) et la quantité d'herbe offerte (QO ; B : bas ; M : moyen ; H : haut)

*Table 3: Grazing time and herbage intake rate according to energy supplementation level (C: supplemented; NC: non-supplemented) and daily herbage allowance (QO; B: low; M: medium; H: high)*

|                                  | Juments C |      |      | Juments NC |      |      | RMSE | P-value |       |       |
|----------------------------------|-----------|------|------|------------|------|------|------|---------|-------|-------|
|                                  | B         | M    | H    | B          | M    | H    |      | QO      | Lin   | Quad  |
| Temps de pâturage, min           |           |      |      |            |      |      |      |         |       |       |
| Total                            | 958       | 1018 | 1050 | 965        | 1028 | 989  | 52,7 | <0,01   | <0,05 | <0,05 |
| 12 premières heures <sup>1</sup> | 661       | 656  | 654  | 631        | 635  | 632  | 12,4 | 0,848   | 0,599 | 0,832 |
| 12 dernières heures <sup>2</sup> | 359       | 438  | 439  | 357        | 397  | 406  | 46,5 | <0,01   | <0,01 | 0,073 |
| VIH, g MS.min <sup>-1</sup>      | 11,4      | 11,3 | 12,9 | 11,7       | 12,6 | 14,3 | 1,6  | <0,01   | <0,01 | 0,249 |

VIH : vitesse d'ingestion d'herbe ; RMSE : root mean square error (= racine du carré moyen de l'erreur)

Lin : linéarité de l'effet QO ; Quad : quadricité de l'effet QO

<sup>1</sup>12 premières heures de 9h15 à 21h15 sur une surface offerte pour 2 jours

<sup>2</sup>12 dernières heures de 21h15 à 9h15 sur une surface offerte pour 2 jours

### 3. Discussion

L'objectif de cette expérimentation était d'évaluer l'effet de la disponibilité en herbe et de la complémentation énergétique sur l'ingestion d'herbe par la jument en lactation. Aucun effet de l'interaction entre la complémentation énergétique et la quantité d'herbe offerte sur l'ingestion d'herbe n'a été mis en évidence lors de cette expérimentation réalisée avec une quantité d'orge représentative de ce qui est pratiqué dans les élevages.

#### 3.1. Quantité d'herbe offerte

Les 3 niveaux de quantité d'herbe offerte (QO) testés ont résulté en des ingestions d'herbe différentes par les juments en lactation représentant de 77 à 98% de leur capacité d'ingestion. L'effet de la quantité d'herbe offerte sur l'ingestion d'herbe était linéaire, avec une augmentation de 0,13 kg MS d'herbe ingérée par kg MS d'herbe offerte au ras du sol. Cette valeur est proche de celle rapportée par Peyraud et Delagarde (2013) pour les vaches laitières (i.e. 0,15 kg MS ingéré par kg d'herbe offerte) au sein d'une gamme de disponibilités classiques pour des vaches laitières. Dans l'étude de Mésochina *et al.* (2000), l'ingestion d'herbe de chevaux en croissance n'a pas été affectée par la quantité d'herbe offerte dans une gamme de 130 à 200 g MS. kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>, ce qui suggère que l'ingestion d'herbe atteint un plateau pour des hauts niveaux de disponibilités en herbe. Les niveaux de quantité d'herbe offerte testés lors de notre expérimentation n'avaient jamais été étudiés au préalable. Plus la quantité d'herbe offerte était faible, plus les juments ont pâturé ras (2,9 cm sur le niveau bas vs. 5,7 cm sur le niveau haut) et ont probablement ingéré une proportion de fibres plus importante, ce qui a diminué la digestibilité de l'herbe de 10 g.kg<sup>-1</sup> MS entre les niveaux haut et bas (soit une variation de 2%). Nos résultats sont cohérents avec ceux précédemment rapportés pour des vaches laitières pâturant 3 niveaux de quantité d'herbe offerte (Peyraud *et al.* 1996) : diminution de 2% de la digestibilité de la matière organique de l'herbe entre une QO haute et une QO basse, et une diminution de l'ingestion d'herbe (-4% entre les QO haute et moyenne vs. -15% entre les QO moyenne et basse). Dans notre étude, l'augmentation de l'ingestion d'herbe des juments entre les trois niveaux de quantité d'herbe offerte s'explique par une augmentation de leur temps de pâturage entre le niveau bas et le niveau moyen, et par une augmentation de leur vitesse d'ingestion entre le niveau moyen et le niveau haut. Sur la quantité d'herbe offerte basse, l'activité de pâturage des juments était principalement réduite durant les dernières heures de présence sur une zone de 2 jours, du fait d'une disponibilité en herbe très faible. En effet, la quantité d'herbe disponible sur le niveau bas était encore plus limitante à la fin des 2 jours que lorsque les juments venaient d'entrer dans une nouvelle zone à pâturer ce qui explique que leur temps de pâturage moyen pendant les 12 dernières heures soit réduit par rapport à celui des 12 premières heures.

#### 3.2. Complémentation énergétique

Nous n'avons pas observé de différence d'ingestion d'herbe ou de comportement de pâturage entre les juments complémentées et les juments non-complémentées. Le taux de substitution (i.e. nombre de kg de MS d'herbe ingéré en moins par kg de MS de concentré ingéré) était donc proche de 0 (0,36 ± 0,12), ce qui pourrait être expliqué par une disponibilité en herbe globalement peu élevée dans la présente étude. Chez les vaches laitières, il a été rapporté des taux de substitution plus élevés lorsque le niveau d'offert était élevé



(Bargo *et al.* 2002 ; McEvoy *et al.* 2008). Il existe peu d'études sur la substitution fourrage/concentré chez le cheval ; cependant, une substitution est observée pour des fourrages distribués à volonté, ce qui pourrait indiquer une tendance générale (Agabriel *et al.* 1982 ; Martin-Rosset et Doreau 1984 ; INRA 2012). Dans notre expérimentation précédente (Collas *et al.* 2014), les juments pâturent une herbe abondante ont par ailleurs présenté des taux de substitution plus élevés au cours des 2<sup>ème</sup> (0,7) et 3<sup>ème</sup> cycles (1,6) de pâturage.

Les juments recevant de l'orge ont réalisé une ingestion totale (+19%) et une ingestion d'énergie nette (+24%) supérieures à celle des juments non-complémentées. Les juments complémentées ont satisfait leurs besoins énergétiques quelle que soit la QO, alors que les juments NC ne les ont pas couverts sur les QO basse et moyenne (85 et 94% respectivement). L'effet linéaire de la QO sur l'ingestion d'herbe a permis d'estimer à 66 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> (i.e. 39 kg MS.jument<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>) le seuil de QO en-dessous duquel une complémentation énergétique est nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques de juments en lactation pâturent des repousses de bonne qualité dans nos conditions de pâturage. Ce seuil de quantité d'herbe offerte correspond à une hauteur d'herbe après-pâturage d'environ 5 cm. Cependant, la hauteur d'herbe après-pâturage étant généralement liée à la hauteur d'herbe avant-pâturage lors d'un pâturage tournant ou au fil, au moins chez la vache laitière (Pérez-Prieto *et al.* 2012), il semble important d'étendre cette analyse à une plus large gamme de hauteurs d'herbe avant-pâturage.

## Conclusion

Lorsque les juments de selle en lactation pâturent en été des repousses de bonne qualité, une augmentation de leur quantité d'herbe offerte de 35 à 70 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> entraîne une augmentation linéaire de leur ingestion d'herbe d'environ 0,13 kg MS par kg de MS d'herbe offerte, que les juments soient ou non complémentées en orge. Dans nos conditions de disponibilité en herbe, les juments complémentées ont additionné l'herbe et l'orge ce qui leur a permis de couvrir leurs besoins énergétiques quelle que soit la quantité d'herbe offerte, alors que les juments non-complémentées n'ont pas couverts leurs besoins énergétiques sur les niveaux d'offert bas et moyen. La relation linéaire positive établie entre la quantité d'herbe offerte et l'ingestion d'herbe nous permet d'estimer à 66 g MS.kg PV<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> (ou 39 kg MS.jument<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>) le seuil de disponibilité en herbe en-dessous duquel les juments en lactation nécessitent une complémentation pour satisfaire leurs besoins énergétiques. De nouvelles études sur les interactions entre le niveau de concentré, la quantité d'herbe offerte et la valeur nutritive de l'herbe seront nécessaires pour affiner les recommandations alimentaires permettant de concilier les performances des chevaux au pâturage et la productivité de la prairie.

## Remerciements

La thèse de doctorat de Claire Collas a été financée par l'Ifce et le département Physiologie Animale et Systèmes d'Élevage de l'INRA. Nous remercions l'équipe de la station expérimentale de Chamberet pour leur aide sur le terrain, en particulier Patrice Dupuy, Joseph Bellonie, Ludvine Collon, Jacques Boulanger, Claude Larry, Cédric Dubois et Patrick Paucard. Nous remercions également Frédéric Anglard et Francis Decuq de l'UMR1213 Herbivores de l'INRA, ainsi que les étudiantes Nissirlany Cardoso Leal et Hélène Macé.

## Références

- Agabriel, J., Trillaud-Geyl, C., Martin-Rosset, W., Jussiaux, M. 1982. Utilisation de l'ensilage de maïs par le poulain de boucherie. Tech. Bull. C.R.Z.V No.49. INRA, Theix, France. p. 5-13.
- Bargo, F., Muller, L.D., Delahoy, J.E., Cassidy, T.W. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*. 85, 1777-1792.
- Collas, C., Fleurance, G., Cabaret, J., Martin-Rosset, W., Wimel, L., Cortet, J., Dumont, B. 2014. How does the suppression of energy supplementation affect herbage intake, performance and parasitism in lactating saddle mares? *Animal* 8, 1290-1297.
- Decuq, F., Micol, D., Dubroeuq, H. 1996. Utilisation du système d'enregistrement automatique du comportement alimentaire "Ethosys" sur des troupeaux de bovins et de chevaux. *Rencontres Recherches Ruminants*. 3, p.74.
- Delaby, L., Peyraud, J.L., Delagarde, L. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. *Animal Science*. 73, 171-181.





- Delagarde, R., Peyraud, J.L., Delaby, L. 1999. Influence of carbohydrate or protein supplementation on intake, behaviour and digestion in dairy cows strip-grazing low-nitrogen fertilized perennial ryegrass. *Annales de Zootechnie*. 48, 81-96.
- Doreau, M., Boulot, S., Chilliard, Y. 1993. Yield and composition of milk from lactating mares – effect of body condition at foaling. *Journal of Dairy Research*. 60, 457-466.
- Edouard, N., Fleurance, G., Dumont, B., Baumont, R., Duncan, P. 2009. Does sward height affect feeding patch choice and voluntary intake in horses? *Applied Animal Behaviour Science*. 119, 219-228.
- Edouard, N., Duncan, P., Dumont, B., Baumont, R., Fleurance, G. 2010. Foraging in a heterogeneous environment – an experimental study of the trade-off between intake rate and diet quality. *Applied Animal Behaviour Science*. 126, 27-36.
- Goering, H.K., Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agric. Handbook*, No. 379. Agricultural Research Service, Washington, USA.
- Grace, N.D., Gee, E.K., Firth, E.C., Shaw, H.L. 2002a. Digestible energy intake, dry matter digestibility and mineral status of grazing New Zealand thoroughbred yearlings. *New-Zealand Veterinary Journal*. 50, 63-69.
- Grace, N.D., Shaw, H.L., Gee, E.K., Firth, E.C. 2002b. Determination of the digestible energy intake and apparent absorption of macroelements in pasture-fed lactating thoroughbred mares. *New-Zealand Veterinary Journal*. 50, 182-185.
- INRA. 2012. Nutrition et alimentation des chevaux : Nouvelles recommandations alimentaires. Ed. W. Martin-Rosset. Editions Quae, Versailles. pp 624.
- Martin-Rosset, W., Doreau, M. 1984. Consommation d'aliments et d'eau. In: R. Jarrige and W. Martin-Rosset, editors, *Le cheval : Reproduction, sélection, alimentation, exploitation*. INRA, Paris, France. p 333-354.
- Martin-Rosset, W., Vernet, J., Dubroeuq, H., Arnaud, G., Picard, A., Vermorel, M. 2008. Variation of fatness and energy content of the body with body condition score in sport horses and its prediction. In: *Proc. 4th European Workshop on Equine Nutrition. Nutrition of the exercising horse*. EAAP publication No. 125, Wageningen Academic publishers, Wageningen, The Netherlands. p. 167-176.
- McEvoy, M., Kennedy, E., Murphy, J.P., Boland, T.M., Delaby, L., O'Donovan, M. 2008. The effect of herbage allowance and concentrate supplementation on milk production performance and dry matter intake of spring-calving dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 91, 1258-1269.
- Mésochina, P., Martin-Rosset, W., Peyraud, J.L., Duncan, P., Micol, D., Boulot, S. 1998. Prediction of the digestibility of the diet of horses: Evaluation of faecal indices. *Grass and Forage Science*. 53, 189-196.
- Mésochina, P., Peyraud, J.L., Duncan, P., Micol, D., Trillaud-Geyl, C. 2000. Ingestion d'herbe au pâturage par le cheval de selle en croissance : Effet de l'âge des poulains et de la biomasse d'herbe. *Annales de Zootechnie*. 49, 505-515.
- Micol, D., Martin-Rosset, W. 1995. Feeding systems for horses on high forage diets in the temperate zone. In: *Proc. 4th International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Recent developments in the nutrition of herbivores*. INRA editions, Versailles, France. p.569-580.
- Morhain, B. 2011. Systèmes fourragers et d'alimentation du cheval dans différentes régions françaises. *Fourrages*. 207, 155-163.
- Pérez-Prieto, L.A., Delagarde, R. 2013. Meta-analysis of the effect of pasture allowance on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows grazing temperate grasslands. *Journal of Dairy Science*. 96, 6671-6689.
- Pérez-Prieto, L.A., Peyraud, J.L., Delagarde, R. 2012. Does pre-grazing herbage mass really affect herbage intake and milk production of strip-grazing dairy cows? *Grass and Forage Science*. 68, 93-109.
- Peyraud, J.L., Comeron, E.A., Wade, M.H., Lemaire, G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Annales de Zootechnie*. 45, 201-217.
- Peyraud, J.L., Delaby, L. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. In: P. C. Garnsworthy and J. Wiseman, editors, *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham University Press, UK. p. 203-220.



Peyraud, J.L., Delagarde, R. 2013. Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal* 7, 57-67.

Stockdale, C.R. 2000. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40, 913-921.

Trillaud-Geyl, C., Brohier, J., de Baynast, L., Baudoin, N., Rossier, E., Lapierre, O. 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 Animal Production*. 25, 65-70.