

La production et l'utilisation du cheval ont connu une évolution considérable en moins d'un siècle : réduction drastique des effectifs accompagnée de la réorientation de la production de chevaux de trait vers la production de viande et la diversification progressive de l'utilisation du cheval léger pour les courses, les sports et les loisirs. Parallèlement, toutefois, les connaissances n'ont plus évolué à partir de la première guerre mondiale, alors qu'au siècle dernier, le cheval était l'espèce la mieux connue. Les utilisateurs avaient tendance à extrapoler au cheval les connaissances acquises chez les autres espèces et les hommes de cheval à considérer que l'organisme du cheval ne «fonctionnait» pas comme celui des autres animaux. Jusque dans les années 1980, les tables des apports alimentaires recommandés pour les chevaux utilisées en France étaient les tables de référence pour ruminants établies par le Pr A.M. Leroy. Il a fallu attendre 1978 pour que le National Research Council des USA publie les premiers nouveaux systèmes d'évaluation de la valeur nutritive des aliments et des besoins des chevaux exprimés en énergie digestible et en matières azotées digestibles mesurées chez le cheval. Ces systèmes ont diffusé partiellement en Europe du Nord, en Allemagne et en Grande-Bretagne. Il est très vite apparu que la valeur nutritive, des fourrages en particulier, était très surestimée (de 10 à 40 % selon les aliments) et que le calcul factoriel des besoins conduisait à des recommandations alimentaires très peu précises. Les besoins avaient été calculés sur la base de dépenses physiologiques peu ou mal établies et de rendements d'utilisation des nutriments énergétiques et azotés hypothétiques. Les essais d'alimentation réalisés aux USA par la suite ont d'ailleurs mis en évidence l'imprécision des apports recommandés par le National Research Council. C'est pourquoi, sous l'impulsion de R. Jarrige, l'INRA a entrepris dès les années 1970 des recherches pour améliorer l'évaluation et la prédiction de la valeur énergétique et azotée des aliments et des apports alimentaires recommandés.

Bases rationnelles de l'alimentation du cheval

Les nouveaux systèmes INRA d'évaluation et de prédiction de la valeur nutritive des aliments

Grâce aux nombreuses études réalisées à l'INRA chez le cheval sur l'utilisation digestive (Tisserand *et al* 1976-1996, Martin-Rosset *et al* 1979-1996) et métabolique (Vermorel et Martin-Rosset 1981-1996) des aliments, la valeur énergétique et azotée des aliments est maintenant évaluée en quantité d'énergie nette et d'acides aminés disponibles pour couvrir les dépenses physiologiques du cheval (Martin-Rosset *et al* 1994).

La valeur énergétique nette des aliments est calculée à partir de leur composition chimique et de leur digestibilité. Elle tient compte de la nature, des quantités de nutriments absorbés et de leurs rendements respectifs ainsi que de la dépense énergétique liée à l'ingestion, variable selon les aliments (Vermorel et Martin-Rosset *in* INRA 1984 et 1996). Pour des raisons pratiques et de cohérence avec les herbivores ruminants, elle est exprimée en Unités Fourragères Cheval (UFC). Cette unité correspond à la valeur énergétique nette d'un kg brut d'un aliment de référence (l'orge) pour le cheval à l'entretien. L'entretien représente en effet de 50 à 90 % des besoins énergétiques totaux des différents types de chevaux. Les variations relatives de l'utilisation de l'énergie des aliments sont semblables lorsqu'ils sont utilisés pour l'entretien et les différents types de production (travail, lait, croissance).

La valeur azotée des aliments est exprimée en Matières Azotées Digestibles Cheval (MADC). Elle correspond à la quantité d'acides aminés absorbés essentiellement dans l'intestin grêle et, dans une proportion bien plus limitée, dans le gros intestin (Jarrige et Tisserand *in* INRA 1984, Tisserand et Martin-Rosset 1996). Dans le cas des fourrages, la valeur MADC est calculée à partir de la quantité de matières azotées digestibles

(MAD) déterminée chez le cheval à l'INRA (Martin-Rosset *et al* in INRA 1984) corrigée par un facteur (k) variant de 70 à 90 % selon le type de fourrages, pour tenir compte de la digestibilité réelle des matières azotées alimentaires dans l'intestin grêle et le gros intestin et du taux de récupération des acides aminés dans le gros intestin (Jarrige et Tisserand in INRA 1984). Dans le cas des aliments concentrés, la valeur MADC correspond à leur teneur en MAD car la digestion des matières azotées alimentaires a lieu essentiellement dans l'intestin grêle. Les travaux réalisés à l'INRA au cours des dernières années ont permis, grâce à des méthodologies originales (chevaux ou poneys porteurs de fistules du caecum ou du côlon, aliments placés dans des sachets de nylon transitant dans le tube digestif), de mesurer la digestibilité réelle des matières azotées alimentaires dans l'intestin grêle et le gros intestin (Machebœuf *et al* 1995 et 1996) la dégradation des matières azotées et l'absorption des acides aminés dans le gros intestin (Cordelet 1990, Cabrera *et al* 1995 et 1996) et de valider le concept global du système MADC (Tisserand et Martin-Rosset 1996).

Ces modes d'expression permettent aux utilisateurs de comparer facilement les aliments tant au plan technique que commercial, et de les substituer les uns aux autres sur la base de leurs apports en énergie nette et en acides aminés.

Des tables originales de la composition chimique et de la valeur nutritive de 150 aliments ont été établies (INRA 1984), puis complétées en 1990, et révisées en 1997), grâce à la mesure de la digestibilité de 80 fourrages et 20 aliments concentrés qui constituent une banque de données unique au monde pour le Cheval (Martin-Rosset *et al* in INRA 1984 et 1995). Il a été établi que la digestibilité des fourrages ne dépend ni des quantités ingérées (Martin-Rosset *et al* 1990) ni de la proportion d'aliment concentré de la ration (Martin-Rosset et Dulphy 1987). La mesure par calorimétrie indirecte de l'efficacité de l'énergie métabolisable de 12 aliments-types : fourrages ou (et) aliments concentrés (Vermorel *et al* 1996), de même que la mesure de la digestibilité des matières azotées de ces aliments à différents niveaux du tube digestif (Machebœuf *et al* 1997) et l'absorption des acides aminés (Cabrera *et al* 1996), ont permis d'établir la valeur énergétique nette et la valeur azotée des 150 aliments contenus dans les tables INRA. Ces tables permettent aux utilisateurs de chevaux de déterminer directement la valeur des aliments bien identifiés : espèce, stades et conditions de récolte pour les fourrages, espèces et traitements technologiques pour les aliments concentrés simples. Dans le cas des aliments pour lesquels l'utilisateur a peu d'information (fourrages achetés ou aliments composés du commerce), elles sont complétées par des équations qui permettent aux laboratoires d'analyse de routine de prévoir, à la demande des utilisateurs, la valeur

nutritive des aliments à partir de la composition chimique ou des éléments digestibles (Martin Rosset *et al* in INRA 1984, 1994 et 1995) mesurés par des méthodes analytiques rapides souvent mises au point par l'INRA : méthode des sachets de nylon (Miraglia *et al* 1988) méthode enzymatique (pepsine cellulase) méthode biophysique (spectrophotométrie dans le proche infra rouge : Andrieu et Martin-Rosset 1993).

Besoins nutritionnels et apports alimentaires recommandés par l'INRA

Les besoins nutritionnels et apports alimentaires recommandés pour les chevaux à l'entretien ou en production (travail, lactation, croissance) sont exprimés également en UFC et MADC.

Les besoins nutritionnels en énergie et en matières azotées du cheval à l'entretien, en gestation, lactation, croissance et au travail ont été déterminées à l'INRA avec des méthodes expérimentales connues chez les autres espèces ou spécifiquement mises au point chez le cheval. Ainsi, la production laitière de la jument a été mesurée par marquage de l'eau corporelle du poulain (Doreau et Dussap 1980) ou par traite après injection d'ocytocine (Doreau *et al* 1986). Ces méthodes ont permis de relier la production de lait aux apports alimentaires (Doreau *et al* 1988) en tenant compte de la capacité d'ingestion de la jument et de son évolution au cours du cycle gestation-lactation (Doreau *et al* 1991 et 1992). La composition corporelle des chevaux en croissance a été reliée aux apports alimentaires pour prévoir les besoins des chevaux selon la race, le sexe, le type de production, le poids et le gain de poids (Martin-Rosset *et al* 1983, Agabriel *et al* in INRA 1984, Bigot *et al* 1990).

Les apports alimentaires journaliers recommandés correspondants ont été déterminés pour les différents types d'animaux : la jument, selon l'état et le stade physiologique ainsi que l'état corporel à la mise bas (Martin-Rosset et Doreau in INRA 1984, Doreau *et al* 1990), le cheval en croissance, selon le poids et le gain de poids (Agabriel *et al* in INRA 1984, Bigot *et al* 1990), le cheval au travail, selon le type d'utilisation, la durée et l'intensité de l'effort (Martin-Rosset 1993). Ces recommandations alimentaires ont pu être établies grâce aux nombreux essais d'alimentation réalisés à l'INRA, à la Station expérimentale des Haras (en collaboration avec M. Jussiaux et C. Trillaud-Geyl) à l'École Nationale d'Équitation (grâce à l'appui du Général Dumont St-Priest) ou au Centre d'Enseignement Zootechnique de Rambouillet (avec le concours de L. Tavernier, Section hippique), dans des conditions normales d'exploitation du Cheval. Cette méthode prend en compte tous les facteurs de variation (indivi-

duel, environnement, santé, etc), ce que le mode de calcul factoriel des besoins utilisé par le National Research Council des USA ne peut faire.

Des tables d'apports alimentaires recommandés ont été établies par l'INRA (1984 et 1990) pour permettre aux utilisateurs de prévoir les besoins et les apports alimentaires correspondant des chevaux. Parallèlement, des stratégies raisonnées des apports alimentaires et des méthodes nouvelles de rationnement des chevaux d'élevage et des chevaux au travail ont été définies par rapport à des objectifs de production et d'utilisation des différents types de chevaux en tenant compte des conditions de pâturage pour les chevaux d'élevage (Agabriel *et al in* INRA 1984, Bigot *et al* 1987, Micol et Martin-Rosset 1995) et des conditions d'utilisation pour le cheval au travail (Martin-Rosset 1993).

Les conditions optimales d'utilisation d'un grand nombre d'aliments ou de rations ont été étudiées puis définies pour répondre aux différentes situations rencontrées par les utilisateurs. L'ingestibilité des fourrages verts (Chenost et Martin-Rosset 1985), ensilés (Agabriel et Martin-Rosset, 1982) ou secs (Martin-Rosset et Doreau *in* INRA 1984, Dulphy et Martin-Rosset 1996) a été mesurée chez le cheval adulte à l'entretien ou en production et chez le cheval en croissance. La composition optimale des rations, exprimée notamment par les proportions de fourrage et d'aliment concentré a été déterminée pour permettre la couverture au moindre coût des besoins de la jument (Martin-Rosset et Doreau *in* INRA 1984, Doreau *et al* 1990), du cheval en croissance (Agabriel *et al in* INRA 1984, Bigot *et al* 1987 et 1990) et du cheval au travail (Martin-Rosset 1993).

Conclusion et perspectives

En moins de 25 ans, l'INRA a rénové les bases scientifiques de la nutrition équine et proposé des recommandations pratiques pour alimenter rationnellement les chevaux. Ceci a pu être réalisé grâce à l'appui du Conseil scientifique INRA-Haras nationaux, et plus particulièrement de leurs premiers présidents : P. Charlet (Pr de Zootechnie à l'INAPG) et P. Mauléon (Directeur Scientifique des Productions Animales à l'INRA) et au cofi-

nancement des recherches décidé par H. Blanc, Chef du service des Haras nationaux.

Ces innovations ont été diffusées par les chercheurs INRA dans le cadre des Journées nationales de la Recherche Chevaline organisées chaque année par l'Institut du Cheval depuis 1972. Ces connaissances ont été publiées dans 2 ouvrages : *Le Cheval* (INRA 1984) et *l'Alimentation des chevaux* (INRA 1990, révision prévue en 1997), destinés à un public francophone. La traduction du dernier ouvrage en 5 langues, notamment l'anglais et l'espagnol, a conduit à la diffusion et à l'utilisation au plan international des innovations de l'INRA. Les systèmes INRA sont adoptés dans la plupart des pays européens, du Sud (Espagne, Italie) et du Nord (Pays Bas, Norvège...), et le seront très probablement en Amérique du Nord et du Sud.

La diffusion de ces nouveaux systèmes, accompagnée de méthodes et d'outils de calculs des rations (graphique et/ou informatique : logiciel Cheval-ration), a conduit progressivement l'homme de cheval à aborder beaucoup plus rationnellement l'alimentation et l'utilisation de cet animal et à être plus exigeant en termes d'informations scientifiques et techniques, le profil social, le niveau de formation initiale et la pression croissante des contraintes économiques aidant.

Les études réalisées actuellement sur la production et l'absorption des nutriments aux différents niveaux du tube digestif devraient permettre d'optimiser les conditions d'utilisation des aliments par le cheval en termes d'efficacité et de bien-être.

Parallèlement, l'abandon progressif de l'exploitation des surfaces agricoles et la baisse du nombre d'agriculteurs, particulièrement en zones défavorisées ont conduit l'INRA à étudier les possibilités d'utiliser le cheval en tant qu'herbivore capable de participer à l'entretien de l'espace et de contribuer à la diversification des productions et des activités socio-économiques en zones rurales en déprise, voire en zones périurbaines. Par ailleurs, l'étude dans les pays en voie de développement des équidés de traction nourris essentiellement avec des fourrages locaux pâturés ou conservés peut être nécessaire pour préparer ou (et) compléter la mécanisation et ainsi aider à contrôler des systèmes pérennes de développement dans ces pays où la France et l'INRA développent des actions.

Principales références

Andrieu J., Martin-Rosset W., 1993. Chemical, biological and physical (NIRS) methods for predicting organic matter digestibility of forages in horse. 44th Annual Meeting of European Association for Animal Production Aarhus, Denmark, 16-19 August 1993.

Bigot G., Trillaud-Geyl C., Jussiaux M., Martin-Rosset W., 1987. Elevage du cheval de selle du sevrage au débouillage : alimentation hivernale, croissance et développement. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 69, 45-53.

- Cabrera L., Leclère L., Tisserand J.L., 1996. Effet de la nature de la source azotée alimentaire sur l'aminocidémie chez le poney. *Ann. Zootech.* (sous presse).
- Doreau M., Martin-Rosset W., Boulot S., 1988. Energy requirements and the feeding of mares during lactation. *Livest. Prod. Sci.*, 20, 53-68.
- Doreau M., Boulot S., Martin-Rosset W., 1991. Effect of parity and physiological state on intake, milk production and blood parameters in lactating mares differing in body size. *Anim. Prod.*, 53, 111-118.
- Doreau M., Boulot S., Barlet J.P., Martin-Rosset W., 1992. Voluntary intake, milk production and plasma metabolites in nursing mares receiving two different diets. *J. Nutr.*, 122, 992-999.
- INRA, 1984. Le cheval. Reproduction, sélection, alimentation, exploitation. R. Jarrige et W. Martin-Rosset (eds), INRA, Paris, 689 p.
- INRA, 1990. L'alimentation des chevaux. W Martin-Rosset (ed), INRA, Paris, 232 p.
- Macheboeuf D., Poncet C., Jestin M., Martin-Rosset W., 1997. Digestibility of nitrogen of feeds in the small intestine of the horse. 1. Forages. 2. Concentrates. *Livest. Prod. Sci.* (sous presse).
- Martin-Rosset W., 1993. Dépenses et apports énergétiques chez le cheval à l'effort. *Sciences & sports*, 8, 101-108.
- 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. *Livest. Prod. Sci.*, 40, 37-56.
- Martin-Rosset W., Andrieu J., Vermorel M., 1995. Méthodes rapides de prévision de la valeur énergétique nette des aliments pour les chevaux. 21ème journée de la recherche équine, Institut du Cheval, Paris, 1er mars 1995, 3-14.
- Micol D., Martin-Rosset W., 1995. Feeding systems for horses on high forage diets in the temperate zone. In : M. Journet, E. Grenet, M-H. Farce, M. Thériez, C. Demarquilly (eds), Recent developments in the nutrition of herbivores. Proceedings of the IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 569-584. INRA Editions, Paris.
- Miraglia N., Martin-Rosset W., Tisserand J.L., 1988. Prévision de la digestibilité des fourrages destinés aux chevaux par la technique des sachets de nylon. *Ann. Zootech.*, 37, 13-20.
- Tisserand J.L., Martin-Rosset W., 1996. Evaluation of the protein value of feedstuffs in horses in the MADC system: concept, structure and validation. *Livest. Prod. Sci.* (sous presse).
- Vermorel M., Martin-Rosset W., 1996. The french horse net energy system UFC: concept, structure and validation. *Livest. Prod. Sci.* (sous presse).