

Nutrition, production laitière et reproduction chez la vache laitière : aspects métaboliques.

Bénédictte GRIMARD

Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Chez la vache laitière, l'augmentation de la capacité d'ingestion après vêlage est insuffisante pour assurer la couverture des besoins de début de lactation. La sous-alimentation est donc inévitable. Un accroissement du déficit énergétique (consécutif à une diminution des apports ou à une augmentation de production laitière) a des conséquences sur la sécrétion de LH (diminution de la fréquence et de l'amplitude des pulses de LH), la croissance folliculaire (diminution du nombre de gros follicules, absence d'ovulation du follicule dominant de la première vague de croissance folliculaire) et la production d'embryons en réponse à un traitement de superovulation (diminution de la production totale d'embryons et de la production d'embryon viables).

Les mécanismes physiologiques qui peuvent lier nutrition/production laitière et reproduction sont complexes et certains ont bénéficiés de nombreux apports de la recherche ces dernières années. A l'interface entre ces 3 fonctions on trouve l'hormone de croissance (GH pour Growth Hormone ou bST pour bovine Somatotropine), les système des IGFs, l'insuline et le glucose, la leptine. La fonction thyroïdienne pourrait elle aussi être impliquée mais elle a été très peu explorée chez les bovins.

Remarque : Les effets des excès d'apports protéiques, rarement mis en cause en France pour expliquer les problèmes de reproduction en début de lactation, ne seront pas abordés dans ce texte.

1 - Expérimentations : Nutrition/production Laitière/reproduction

La mise en place d'expérimentations explorant les relations nutrition/production laitière/reproduction pose un certain nombre de problèmes. Les effets de la sous-alimentation sont généralement négatifs sur la fonction de reproduction mais c'est aussi le cas des

excès alimentaires. Les expérimentations doivent donc comporter des lots témoins correctement alimentés (!). Les 3 fonctions évoluent en début de lactation : La capacité d'ingestion augmente après vêlage, la production laitière augmente d'abord pour diminuer après le pic de lactation, la reprise de la cyclicité est progressive. De plus, il faut tenir compte du fait que les animaux sous alimentés s'adaptent au fil du temps à la restriction qui leur est imposée. Cette adaptation est très variable d'un animal à l'autre. Lorsqu'une vache continue à produire de façon importante en perdant du poids, une autre réduira sa production laitière pour rétablir une balance énergétique positive. Les expérimentations doivent donc permettre de suivre l'évolution du bilan énergétique instantané de chaque individu en cours d'expérimentation afin de pouvoir examiner *a posteriori* les relations entre bilan énergétique individuel et reproduction, afin aussi de pouvoir expliquer l'évolution des relations entre niveau d'apport alimentaire et reproduction au cours du temps (effet en début d'expérimentation alors que les animaux sous alimentés sont en déficit énergétique puis plus d'effet en fin d'expérimentation si les animaux sous-alimentés ont rééquilibré leur balance énergétique par exemple).

2 - L'hormone de croissance (GH)

L'hormone de croissance a des effets sur la production laitière et sur la reproduction. Sa sécrétion est augmentée en début de lactation, elle a un effet positif sur la production laitière. Ses effets positifs sur la reproduction sont connus chez la vache laitière en début de lactation, chez la génisse en croissance (potentialisation de l'action des gonadotropines, stimulation de la croissance folliculaire, de la prolifération et de la lutéinisation des cellules du corps jaune, de la stéroïdogénèse) et *in vitro* (effets positifs sur la maturation du cytoplasme et du noyau de l'ovocyte). Une part des effets de la GH s'expliquerait par son action sur la

sécrétion d'IGFs par le foie (IGFs plasmatiques) mais aussi sur la production locale de GH et d'IGFs dans l'ovaire. Malheureusement, en début de lactation, il existe un « découplage » entre sécrétion de GH et d'IGFs par le foie : Les concentrations plasmatiques d'IGFs restent faibles malgré les forts taux de GH circulante.

Une étude des profils plasmatiques de GH/IGFs des vaches « à bonne fécondité » vs « vaches à mauvaise fécondité » à production laitière équivalente pourrait peut être orienter la sélection. Il est probable que ces profils sont différents avec la persistance de la courbe de lactation...

Les rôles respectifs de la GH circulante vs GH intra-ovarienne seraient à déterminer afin de mieux cerner les effets de cette hormone sur la reproduction en début de lactation. On ne peut pas envisager d'extrapoler les études réalisées chez la génisse cyclée sur la vache laitière en début de lactation en raison du découplage GH/IGFs évoqué plus haut et spécifique de la VL postpartum.

3 - Le système IGFs

Le système IGFs est un système complexe comprenant 2 ligands (IGF-1 et IGF-2), deux récepteurs (récepteur à IGF-1 et à IGF-2), 6 protéines de liaison (BP1 à BP6) et des protéases dégradant ces protéines. IGF-1 et IGF-2 se fixent sur leurs récepteurs mais aussi sur les récepteurs à l'insuline. Actuellement, on pense que l'IGF-BP3 potentialiserait l'action des IGFs alors que les autres protéines inhiberaient leur action. Les IGFs et leurs protéines de liaison sont présents dans le plasma mais il existe aussi une sécrétion intra-ovarienne qui permettrait une régulation auto-crine, paracrine et endocrine de la croissance folliculaire. Les IGFs agissent sur la fonction ovarienne en modulant les actions de gonadotropines (follicule gonadodépendant) mais pourraient aussi agir de façon directe sur la croissance folliculaire précoce (nombreuses études montrant les effets positifs des IGFs sur la multiplication et la différenciation de cellules de granulosa, la stéroïdogénèse, la maturation du noyau de l'ovocyte *in vitro* en présence ou non de gonadotropines).

In vivo, les modifications du bilan énergétique influencent les niveaux plasmatiques d'IGF-1. Les taux plasmatiques d'IGF-1 sont liés à la rapidité du retour de l'activité cyclique après vêlage. Rares sont les auteurs qui ont étudiés les effets du bilan énergétique sur les taux plasmatiques d'IGF-2 (moins impliqué semble-t-il dans les effets sur la reproduction) ou sur les protéines de liaison. Ainsi, personne ne peut dire

aujourd'hui si aujourd'hui quelle est la part de l'IGF-1 dosé qui est biologiquement actif...

Au niveau ovarien, la synthèse d'IGFs et d'IGF-BPs ainsi que probablement celle des récepteurs aux IGFs évolue au cours de la croissance folliculaire. Par exemple, les concentrations en BP-4 et BP-5 augmentent avec le degré d'atrésie folliculaire alors que BP-3 serait majoritairement présente dans le follicule dominant. Ainsi, l'étude du système IGFs dans l'ovaire doit s'accompagner de la détermination du stade de développement des follicules.

La compréhension des effets du système IGFs doit passer par une étude du rôle des protéines de liaison et de l'identification des complexes biologiquement actifs. Par ailleurs, l'importance relative de l'IGF-1 d'origine hépatique et de celui produit au niveau de l'ovaire reste à déterminer. L'étude des effets des modifications du régime alimentaire sur les taux d'IGFs et d'IGF-BPs circulants et intra-ovariens permettrait de mieux cerner l'implication du système dans les relations nutrition/reproduction.

4 - Insuline/glucose

Le glucose semble être la principale source d'énergie utilisée par l'ovaire. Glucose et insuline sont d'excellents prédicteurs de la reprise des ovulations chez la vache laitières. En début de lactation, certains tissus sont insulino-résistants, et n'utilisent que très peu le glucose. Les tissus vitaux (cerveau, cœur...) et la mamelle sont prioritaires, l'entrée de glucose dans ces tissus n'étant pas insulino-dépendante. Il est probable que dans l'ovaire, l'entrée du glucose soit dépendante de l'insuline. Ceci pourrait expliquer pourquoi les primipares, plus insulino-résistantes que les multipares, présentent des délais de reprise de la cyclicité postpartum plus longs que les multipares malgré un bilan énergétique plus favorable. Ceci pourrait expliquer aussi les effets de l'insuline sur la fonction de reproduction (stimulation de la croissance folliculaire, de la stéroïdogénèse et potentialisation de l'action des gonadotropines *in vitro*).

La caractérisation des transporteurs du glucose présents dans l'ovaire (insulino-dépendant ou non ?) pourrait être une voie de recherche pour l'avenir.

5 - La leptine

Découverte en 1994, la leptine est une hormone synthétisée par le tissu adipeux. Chez les ruminants, les concentrations plasmatiques de leptine sont liées

en général aux réserves lipidiques (note d'état corporel, taille des adipocytes, lipides en % du poids vif). Il existe des récepteurs à la leptine dans l'hypothalamus (brebis), l'hypophyse (brebis), l'ovaire (vache) et le tissu adipeux. Cette hormone pourrait jouer le rôle de messager au niveau central, renseignant le système nerveux sur l'état des réserves corporelles. Les relations entre photopériode et sécrétion de leptine, laissent à penser que cette hormone pourrait jouer un rôle dans la régulation à long terme de la fonction de reproduction et dans les adaptations aux fluctuations annuelles des disponibilités fourragères. Chez les rongeurs, la leptine semble jouer un rôle important dans l'apparition de la puberté. Ce rôle est supposé chez la génisse. Par contre, ses effets sur la fonction ovarienne postpartum sont mal connus. Les effets observés *in vitro* sont en contradiction avec les effets observés *in vivo* chez la vache.

La synthèse des récepteurs à la leptine pourrait être modulée par les concentrations plasmatiques d'oestrogènes. Des interactions avec les fonctions surrénalienne, thyroïdienne et somatotrope ont été mises en évidence. La génisses impubère, la génisse cyclée ou la femelle ovariectomisée ne pouvant alors constituer de bons modèles de la vache en début de lactation.

Expérimentalement, chez les bovins, les niveaux plasmatiques de leptine ne varient qu'avec des modifications importantes du niveau d'apport alimentaire. Celles-ci sont parfois éloignées des conditions que l'on peut rencontrer sur le terrain.

Maintenant qu'un dosage spécifique de la leptine est disponible, il serait nécessaire de préciser quelles sont les variations physiologiques observées en début de lactation chez la VL et quel peut être son rôle au niveau central et au niveau périphérique sur la fonction de reproduction au cours du postpartum.

6 - Conclusion

L'exploration des relations nutrition/ production laitière/reproduction chez la vache est difficile et coûteuse. Les systèmes pouvant jouer le rôle d'interface sont complexes (système ligands/protéine de liaison/récepteur). Ils existent dans le plasma mais aussi pour certains dans l'ovaire. Leur exploration nécessite alors une observation au niveau du follicule. Les études réalisées *in vitro* ne sont pas toujours en accord avec ce qui est observé *in vivo*. Enfin, les particularités physiologiques de la vache laitière en début de lactation font qu'il est difficile d'extrapoler les données observées sur la brebis, la chèvre, la génisse

en croissance ou la vache tarie pour expliquer les phénomènes observés postpartum.

Une modification des apports énergétiques (augmentation de la densité énergétique de la ration en apportant des acides gras) est envisageable pour les animaux à fort potentiel laitier et des effets sur la reproduction (croissance folliculaire) sont d'ores et déjà mis en évidence. Un indicateur fiable du bilan énergétique instantané utilisable en élevage pourrait permettre de raisonner la date de la mise à la reproduction. Enfin, une meilleure connaissance des relations nutrition/production laitière/reproduction permettrait d'effectuer des traitements de superovulation au moment optimum sur les vaches à fort potentiel afin de récolter un maximum d'embryons viables.

La réflexion sur les relations nutrition/production/reproduction doit enfin être intégrée dans une réflexion plus globale prenant en compte l'intérêt économique d'une mise à la reproduction précoce chez la vache haute productrice.

Références

- Butler W.R., 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal reproduction Science*, 60-61, 449-457.
- Chemineau P., Blanc M., Caraty A., Bruneau G., Monget P., 1999. Sous-nutrition reproduction et système nerveux central chez les mammifères : rôle de la leptine. *Productions Animales*, 12, (3), 217-223.
- Chilliard Y., Bocquier F., Delavaud C., Faulconier Y., Bonnet M., Guerre-Millo M., Martin P., Ferlay A., 1999. La leptine chez le ruminant. Facteurs de variation physiologiques et nutritionnels. *Productions Animales*, 12, (3), 225-237.
- Clarke I.J., Henry B.A., 1999. Leptin and reproduction. *Reviews of Reproduction*, 4, 48-55.
- Ginther O.J., 2000. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 61-79.
- Freret S., Grimard B., Ponter A.A., Humblot P., 2000. Variation du niveau d'apport nutritionnel et production d'ovocytes et d'embryons chez les ruminants : étude bibliographique. *Elevage et Insémination*, 297, 3-25.

- Hull K.L., Harvey S., 2000. Growth hormone : A reproductive endocrine-paracrine regulator ? Review of Reproduction, 5, 175-182.

- Monget P., Martin G.B., 1997 . Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. Human Reproduction, 12, suppl 1, 33-52.

- O'Callaghan D., Boland M.P., 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. Animal Science, 68, 299-314.

- Webb R., Gosden R.G., Telfer E.E., Moor R.M., 1999. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. Animal Science, 68, 257-284.
