



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

Comité bovins laitiers

30<sup>e</sup> Symposium sur les bovins laitiers  
« *La relève, c'est notre avenir!* »

Le jeudi 7 décembre 2006

---

# Alimentation, gestion et croissance des génisses laitières de remplacement

**Michael J. VANDEHAAR**, Ph.D.  
Professeur

Michigan State University  
Department of Animal Science  
East Lansing, MI, États-Unis

Cette conférence a été réalisée grâce au soutien du programme « *Initiative d'appui aux conseillers agricoles* » selon les termes de l'entente Canada-Québec sur le Renouveau du Cadre stratégique agricole.



---

**Note :** Cette conférence a été présentée lors de l'événement et a été publiée dans le cahier des conférences.

Pour commander le cahier des conférences, consultez  
[le catalogue des publications du CRAAQ](#)



# Alimentation, gestion et croissance des génisses laitières de remplacement

## RÉSUMÉ

L'objectif d'un bon programme d'élevage de génisses de remplacement est de produire des animaux qui, au moment de leur premier vêlage, ont un pis bien développé, de même qu'un poids vif suffisant et un état de chair adéquat pour que le pis soit convenablement approvisionné en éléments nutritifs. Pour les vaches Holstein, on cible généralement un poids vif postpartum d'environ 570 kg et un premier vêlage entre l'âge de 22 et de 24 mois. Un gain de poids plus conséquent que 900 g/jour avant la puberté entraîne généralement une réduction dans le développement mammaire, conjugué à une diminution de la production laitière subséquente. Un apport alimentaire adéquat en protéines atténue les risques de diminuer le développement mammaire et constitue une dépense justifiable du point de vue économique. S'il est vrai qu'on peut réduire les coûts engagés pour l'élevage d'une génisse en fixant l'âge de son premier vêlage à moins de 22 mois, les génisses assujetties à un programme alimentaire visant une croissance rapide avant la puberté risquent d'éprouver une diminution dans le développement mammaire et de voir diminuer leur rentabilité globale.

## INTRODUCTION

Le présent rapport a pour objectif de présenter l'état des connaissances actuelles sur la croissance des génisses. Ainsi que vous pourrez le constater, je m'oppose aux normes qui veulent que l'on cible l'âge moyen du premier vêlage avant 22 mois et le taux de croissance moyen à plus de 950 g/jour pour toute la période prépubère. J'entends donc présenter mon point de vue sur la question dans le présent rapport, bien que j'admette ne pouvoir répondre à toutes les interrogations soulevées par ce débat. S'il est vrai que mes opinions sont fondées sur des recherches scientifiques, mes conclusions, elles, ont été formulées à partir de mon interprétation personnelle de ces résultats. Par ailleurs, je suis ouvert aux opinions qui divergent des miennes puisque j'estime qu'elles alimentent le débat, ce qui donne naissance à de nouvelles idées. Finalement, je reconnais que ceux et celles qui se déclarent en faveur des gains de poids rapides se préoccupent, tout comme moi, de la réussite de l'industrie laitière.

## POURQUOI ACCÉLÉRER LA CROISSANCE DES GÉNISSES?

Les coûts engagés pour amener une génisse Holstein jusqu'à son premier vêlage à l'âge de 24 mois représentent entre 15 et 20 % de l'ensemble des coûts d'une exploitation laitière comprenant des vaches et des génisses de remplacement. Par conséquent, bon nombre de

consultants estiment que, pour accroître la rentabilité d'une exploitation agricole, il faut réduire les coûts associés à l'élevage des génisses. Une des solutions proposées pour réduire ces coûts consiste à « accélérer » la croissance des génisses et à les amener à la saillie et au vêlage plus tôt, certains ayant même suggéré de fixer l'âge du premier vêlage à 20 mois seulement. Cependant, la croissance accélérée peut entraîner une réduction de la production laitière future, alors que cette production constitue justement l'un des plus importants facteurs déterminants du rendement d'une vache laitière (VandeHaar, 1998).

La production laitière d'une vache dépend 1) de la capacité de ses glandes mammaires à produire du lait, 2) de la capacité de la vache à approvisionner ses glandes mammaires en éléments nutritifs et 3) de la capacité de l'agriculteur à gérer et à soigner l'animal. La capacité de production laitière des glandes mammaires dépend largement de la quantité de cellules lactifères que l'on retrouve dans le tissu parenchymateux des glandes mammaires (Tucker, 1987). Or, le nombre de cellules lactifères varie en fonction du bagage génétique de l'animal et de son environnement au moment du développement de la glande mammaire, particulièrement pendant la période de croissance rapide de la glande que l'on situe avant et pendant la puberté, soit entre l'âge de 3 et de 10 mois (Sinha et Tucker, 1969).

Un bon programme d'élevage est essentiel pour que, au moment du premier vêlage, les génisses soient pourvues de glandes mammaires bien développées et capables de produire du lait à hauteur de leur potentiel génétique et aient un poids vif et un état de chair leur permettant une prise alimentaire élevée et un approvisionnement adéquat de la glande mammaire en éléments nutritifs. Pour amener les génisses à vêler à l'âge de 20 mois, il faut que ces dernières affichent un gain de poids supérieur à 900 g/jour, ou un poids vif postpartum de moins de 570 kg. Cependant, une prise de poids rapide et un poids postpartum peu élevé peuvent entraîner une réduction de la production laitière subséquente (Hoffman, 1997; Sejrsen et Purup, 1997). Par conséquent, la réduction des coûts d'élevage des génisses découlant du vêlage précoce doit être évaluée à la lumière de la perte potentielle de revenus tirés du lait sur toute la durée de vie utile de la vache.

## **OBJECTIFS RELATIFS AU POIDS VIF ET À LA COTE D'ÉTAT DE CHAIR AU VÊLAGE**

La plupart des études réalisées sur le rapport existant entre le poids vif au vêlage et le rendement laitier subséquent présentent des conclusions fondées sur des corrélations. Après avoir dressé un résumé de l'ensemble de ces études en 1998, j'ai estimé que le poids vif postpartum idéal est d'environ 570 kg pour les vaches Holstein (environ 90 % du poids vif à l'âge adulte pour les autres races), que la cote d'état de chair optimale varie entre 3,0 et 3,5 et que la hauteur optimale au garrot se situe entre 137 et 143 cm pour les vaches Holstein au moment du vêlage. Il n'existe véritablement qu'une seule recherche qui ait évalué de façon systématique l'incidence du poids vif au vêlage sur la production laitière subséquente selon une approche « de cause à effet ». Ainsi, en 1986, Lin et ses collègues

ont présenté les résultats d'une étude dans le cadre de laquelle 500 génisses (Holstein, Ayrshire, et Holstein x Ayrshire) ont été classées au hasard dans deux catégories destinées à la saillie soit à 11,5 mois, soit à 15 mois. Les génisses saillies plus tôt ont vêlé à 23 mois (comparativement à 26 mois pour les génisses saillies plus tard), elles pesaient 45 kg de moins au moment du vêlage et ont produit 270 kg de lait en moins. Étant donné que les deux groupes ont reçu une alimentation visant un taux de croissance normal et qu'il n'existe aucune preuve à l'effet que les génisses de 23 mois soient trop jeunes pour vêler, la diminution du rendement laitier des vaches saillies plus tôt est, selon toute vraisemblance, attribuable à leur poids moins élevé au moment du vêlage. La majorité des études corrélatives vont dans le même sens et concluent qu'une diminution de 100 kg du poids vif au vêlage se traduit par une baisse d'environ 700 kg dans le rendement laitier pendant la première lactation.

## **INCIDENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA CROISSANCE, LE DÉVELOPPEMENT MAMMAIRE ET LE RENDEMENT LAITIER**

Pour atteindre un poids vif postpartum de 570 kg, les génisses doivent peser environ 630 kg avant de vêler et doivent prendre environ 800 g/jour si elles sont destinées à vêler à l'âge de 24 mois. Si l'on cible un vêlage à l'âge de 20 mois, la prise de poids moyen doit atteindre 950 g/jour. Puisque le gain de poids enregistré pendant les deux premiers mois de vie est généralement moins important (la question de la croissance accélérée est traitée plus loin), il faut que les génisses enregistrent des gains de poids encore plus importants après 2 ou 3 mois pour atteindre le poids vif ciblé. Or, la période qui se situe entre l'âge de 3 mois et le début de la puberté (c'est-à-dire l'arrivée des premières chaleurs, qui se manifestent généralement entre 7 et 10 mois) est une période critique dans le développement mammaire. En effet, c'est pendant cette période que le parenchyme mammaire se déploie rapidement, comme des fleurons de brocoli, à l'intérieur du coussin adipeux mammaire, formant les cellules filles essentielles au développement mammaire subséquent. Le nombre de cellules lactifères pendant la lactation dépend du nombre de cellules parenchymateuses présentes à la puberté. La croissance de la glande mammaire ralentit peu de temps après la puberté. Après la saillie, les diètes hypercaloriques et les gains de poids rapides n'ont que très peu d'incidence sur la production laitière subséquente si la génisse a un âge optimal et un état de chair « moyen » au moment du vêlage (Grummer et coll., 1995; Hoffman et coll., 1996; Sejrsen et coll., 1982; Valentine et coll., 1987).

De nombreuses études universitaires ont démontré que le développement mammaire et la production laitière future sont compromis lorsque les génisses reçoivent une alimentation favorisant un gain de poids de plus de 1 000 g/jour pendant la phase critique du développement mammaire qui a lieu en période prépubère. Ainsi, Sejrsen et coll. (1982) ont donné à des génisses une diète hypercalorique en quantités soit élevée, soit faible, de manière à ce qu'elles prennent 1 270 g/jour ou 630g/jour à partir de l'âge de 7 mois et ce, jusqu'à ce qu'elles aient atteint un poids vif de 320 kg. Ils ont découvert que les génisses du

groupe soumis à la diète hypercalorique en grande quantité avaient 32 % moins d'ADN dans le parenchyme mammaire que les génisses soumises à une alimentation visant une croissance moins rapide. En 2000, nous avons communiqué les résultats d'une autre étude dans le cadre de laquelle 70 génisses avaient reçu soit une alimentation hypercalorique et hyperprotéinée (2,8 Mcal EM/kg, 20 % PB, 75 % concentrés), soit une alimentation hypocalorique (90 % fourrages de piètre qualité) à partir de l'âge de 4 mois et ce, jusqu'à la confirmation de la gestation (Radcliff et coll., 2000). Le poids vif ciblé pour l'admissibilité à la saillie était de 370 kg. Les génisses « standard » ont enregistré une croissance de 800 g/jour pendant le traitement, ont été saillies pour la première fois à 14,0 mois et ont vêlé à 23,6 mois. Les génisses assujetties au programme accéléré ont quant à elles enregistré une croissance 1 100 g/jour pendant le traitement, ont été saillies pour la première fois à 10,9 mois et ont vêlé à 20,7 mois en moyenne. Après la saillie, toutes les génisses ont été nourries de la même manière. Au moment du vêlage, toutes les génisses affichaient un poids vif, une taille et une cote d'état de chair similaires. Après le vêlage, toutes les génisses étaient nourries de la même manière (sans BST) et traites deux fois par jour. Le rendement laitier des génisses « standard » s'est établi à 8 600 kg sur 305 jours. Les génisses du programme accéléré ont produit 12 % moins de lait (10 % après correction énergétique) pendant leur première lactation que les génisses « standard » pendant leur première lactation. Pendant notre étude, 40 génisses étaient au campus de la Michigan State University, et 30 génisses étaient à la Kellogg Biological Station (KBS). Nous avons observé une tendance vers une interaction traitement x emplacement ( $P = 0,08$ ). Le rendement laitier a diminué de 4 % seulement pour les génisses du campus, contre 23 % pour les génisses de la KBS, écart qui s'explique possiblement du fait que les génisses du campus étaient en stabulation libre alors que celles de la KBS étaient en stabulation entravée. Les génisses ayant reçu une alimentation hypercalorique avaient également tendance à présenter plus de problèmes au niveau des pieds et des pattes.

Il existe par ailleurs au moins trois autres études universitaires faisant état de taux de croissance prépubère supérieurs à 1,0 kg/jour (Gardner et coll., 1977; Little et Kay, 1979; Peri et coll., 1993). Toutes trois ont démontré que les génisses ayant reçu une alimentation hypercalorique en vue d'assurer une croissance accélérée avant la puberté produisent moins de lait (18 %, 52 % et 16 %) une fois commencée leur carrière de vaches laitières. Dans les études réalisées par Gardner et coll. et par Little et Kay, les génisses du programme accéléré ont vêlé à 20 mois et à 19 mois, respectivement, tandis que dans l'étude réalisée Peri et coll., elles ont vêlé à 26 mois. Similairement, Lammers et coll. (1999) ont découvert qu'une alimentation hypercalorique menant à une prise de poids de 1,0 kg/jour a pour effet de réduire de 4 % la production de lait standardisé, comparativement à une diète hypocalorique menant à une prise de poids de 0,7 kg/jour. Dans le cadre de cette recherche, les génisses du programme accéléré ont vêlé à 23 mois.

Je présume que si Lammers et ses collègues avaient fait saillir leurs génisses plus tôt ou les avaient nourries de manière à ce qu'elles enregistrent des gains de poids légèrement plus élevés, la diminution du rendement laitier aurait été plus conséquente. Il n'est pas aisé de

faire la démonstration du retard du développement mammaire dans les exploitations agricoles commerciales où tous les animaux reçoivent la même alimentation et aucun groupe témoin ne peut être utilisé aux fins de comparaisons. La croissance rapide n'entraîne aucune diminution apparente de la taille du pis des animaux vivants (le parenchyme ne constitue qu'une partie du pis). En outre, la production laitière commence au moins un an plus tard et dépend d'une foule d'autres facteurs dont le bagage génétique, l'environnement, l'alimentation et la régie à l'époque du vêlage et de la lactation.

La relation entre le taux de croissance prépubère et le développement mammaire est davantage compliquée par le fait qu'il existe deux facteurs pouvant expliquer une croissance rapide. D'abord, les génisses qui mangent *ad libitum* et sont élevées dans un environnement sain afficheront une prise de poids vif plus importante si elles reçoivent une alimentation hypercalorique. En plus de prendre du poids plus rapidement, ces génisses stockeront plus de gras et, comme les recherches l'ont démontré, verront leur rendement laitier subséquent diminuer d'au moins 10 % si leur gain de poids moyen dépasse 1,0 kg/jour. Cela dit, dans un groupe de génisses, certaines ont un taux de croissance naturel plus rapide que d'autres. Or, nos recherches ont démontré que ce sont précisément ces génisses qui sont les plus minces.

Nous avons également découvert que les génisses qui ont un taux de croissance naturel plus rapide que leurs consœurs (dans des conditions d'alimentation et de régie identiques) n'ont pas moins de tissu parenchymateux mammaire et ne produisent pas moins de lait une fois commencée leur carrière de vaches laitières (Silva et coll., 2002b). En fait, lorsque nous avons tenté de trouver des facteurs présents pendant la période prépubère et susceptibles d'expliquer les écarts dans le développement mammaire et la production laitière subséquente, la cote d'état de chair est ressortie comme le seul facteur constant d'importance. Autrement dit, les génisses qui sont génétiquement prédisposées à stocker plus de graisses produiront vraisemblablement moins de lait. En revanche, le fait que certaines génisses ont un taux croissance naturel plus rapide et produisent tout autant de lait que les autres, une fois commencée leur carrière de vaches laitières, ne signifie pas pour autant qu'il faille nourrir toutes les génisses de manière à générer une croissance accélérée.

Van Amburgh et coll. (1998) ont démontré qu'une croissance accélérée pendant la période prépubère (950 g/jour) réduit le rendement laitier de 5 %, mais que bon nombre d'autres facteurs sont également déterminants dans la production laitière. Ainsi, ils ont établi que la corrélation entre le taux de croissance en période prépubère et le rendement laitier à la première lactation chez 270 génisses était très faible ( $r = 0,2$ ). Plus récemment, Smith et Van Amburgh (2002) ont publié les résultats de leur recherche sur les effets des différentes sources de gras alimentaire donné à des génisses prépubères sur le rendement laitier subséquent de ces dernières. Dans le cadre de cette étude, toutes les génisses faisaient partie d'un programme d'alimentation intensive de la naissance jusqu'au premier vêlage, et les cibles avaient été établies à 22 mois pour le premier vêlage et à 550 kg pour le poids vif

postpartum. La diète n'a eu aucune incidence sur le rendement laitier dans le cadre de cette étude. En moyenne, les génisses ont vêlé à 22,0 mois et ont produit 21 300 kg de lait pendant leur première lactation (les animaux ont reçu de la BST, mais j'ignore si la traite était faite deux ou trois fois par jour). Il s'agit là d'un résultat fort impressionnant pour une première lactation, résultat qui porte à croire que 22 mois constitue sans doute un âge cible réaliste pour un premier vêlage pour des génisses assujetties à un système d'élevage intensifié de la naissance jusqu'au premier vêlage. Puisque le poids ciblé pour l'admissibilité à la première saillie était de 340 kg, les génisses à croissance accélérée étaient saillies plus jeunes que les autres, et l'âge au premier vêlage variait considérablement. Les chercheurs ont ensuite classé les animaux dans trois groupes différents selon l'âge au premier vêlage afin d'étudier la corrélation entre l'âge au premier vêlage et la production laitière. L'âge moyen des 19 génisses classées dans le groupe des génisses à vêlage précoce était de 20,2 mois, contre 24,2 mois pour les 19 génisses du groupe des génisses à vêlage tardif (après 23 mois). Comparativement aux génisses du groupe à vêlage tardif, les génisses du groupe à vêlage précoce ont enregistré des gains de poids prépubères supérieurs (980 g/jour c. 890 g/jour) et avaient un poids postpartum inférieur (535 kg c. 594 kg).

Fait intéressant, les génisses qui ont vêlé précocement ont produit la même quantité de lait standardisé que leurs consœurs ayant vêlé plus tard. Les auteurs de l'étude ont noté que ces génisses avaient eu un rendement laitier équivalent à 88 % du rendement des vaches adultes dans le troupeau. Ils font donc valoir qu'une méthode d'élevage systématiquement intensifiée pour les veaux et les génisses, dès la naissance, semble permettre aux génisses de vêler plus tôt sans affecter, ou presque, leur rendement laitier. Dans leur rapport, les auteurs soulignent qu'ils mènent actuellement une expérience directement comparative, fondée sur une approche « de cause à effet », afin de déterminer si un tel programme intensifié permet réellement aux animaux de produire autant de lait qu'un programme conventionnel où la croissance est moins rapide.

Cette analyse rétrospective est certes fort intéressante du fait que, à l'heure actuelle, on estime qu'une croissance prépubère plus rapide et un poids vif postpartum inférieur, chez les génisses destinées à un vêlage précoce, auraient dû se traduire par un rendement laitier inférieur. Cela dit, je crois qu'il est important de ne pas interpréter ces corrélations de manière à conclure qu'un âge cible de 20,2 mois pour le premier vêlage n'a aucune incidence sur le rendement laitier. À mon avis, la prudence demeure de mise jusqu'à ce que des recherches sur la relation de cause à effet (est-ce que des génisses choisies au hasard et destinées à un premier vêlage soit précoce, soit tardif, produiront la même quantité de lait?) aient été menées à terme.

Le fait que certaines génisses dont le bagage génétique les prédispose à une croissance plus rapide (et donc à une saillie plus précoce) produisent autant de lait que leurs consœurs ne signifie pas pour autant que toutes les génisses peuvent être assimilées à un programme de croissance accélérée et de vêlage précoce sans incidence défavorable sur leur rendement laitier. Il est possible que les génisses qui grandissent plus vite de façon naturelle sont

celles qui ont les plus importantes concentrations d'hormones de croissance, le plus grand rapport muscle/graisse avant la puberté, le plus grand appétit, ou la meilleure santé et que ce sont précisément ces génisses qui donneront plus de lait une fois commencée leur carrière de vaches laitières. Qui plus est, ces génisses précoces auraient peut-être même donné plus de lait si elles avaient été élevées de manière à grandir un peu moins vite et à vêler un an plus tard! Il n'en demeure pas moins que toutes les études publiées dans des revues évaluées par des tiers et dans le cadre desquelles des génisses ont été élevées de manière à prendre plus de 0,9 kg/jour et à vêler avant l'âge de 21 mois font état d'une production de lait inférieure à celle du groupe de contrôle (bien que l'écart, dans certaines études, ne soit pas statistiquement significatif). En attendant la publication d'une telle étude, la seule conclusion que l'on puisse tirer, c'est que les génisses dont la croissance dépasse 900 g/jour risquent fort de produire moins de lait au moment de leur première lactation.

## **COMPOSITION DES ALIMENTS ET SOURCE DES CALORIES**

Les effets d'une diète visant une croissance accélérée (> 900 g/jour) sont très variables. La diminution de l'ADN parenchymateux, conjuguée à une croissance rapide, entraîne soit aucune variation dans certaines études, soit des variations pouvant aller jusqu'à 50 % dans d'autres études. Dans les cas de croissance rapide, la diminution de la production laitière varie de 5 à 50 %. En 1998, j'ai émis l'hypothèse selon laquelle une partie de cet écart dans les effets de la diète prépubère pourrait être attribuable au ratio protéines/calories de la diète. Après avoir étudié l'ensemble de la littérature sur le sujet, j'ai analysé la corrélation existant entre le développement mammaire ou le rendement laitier et le ratio protéines/calories des diètes visant une croissance rapide supérieure à 900 g/jour. Mon analyse a permis de découvrir des éléments probants indirects à l'effet que l'augmentation de la teneur en protéines des diètes prépubères permet d'atteindre un taux de croissance de 950 g/jour sans incidence défavorable sur le développement mammaire. Cette analyse va de pair avec les résultats des travaux de Pirlo et coll. (1997) qui ont donné à des génisses Friesian prépubères des diètes hypercaloriques visant un taux de croissance modéré, soit à forte teneur en protéines, soit à faible teneur en protéines. Les deux diètes affichaient respectivement 62 g de PB/Mcal d'EM contre 50 g de PB/Mcal d'EM entre 100 et 200 kg de poids vif, et 49 g de PB/Mcal d'EM contre 40 g de PB/Mcal d'EM entre 200 et 300 kg de poids vif. Les génisses ont enregistré un taux de croissance d'environ 800 g/jour. Comparativement aux génisses du groupe de contrôle ayant reçu une diète hypocalorique, les génisses soumises à la diète hypercalorique à faible teneur en protéines ont eu tendance à produire 15 % moins de lait en tant que vaches, alors que les génisses soumises à la diète hypercalorique à forte teneur en protéines ont produit autant de lait que les génisses du groupe de contrôle.

Depuis 1998, deux études analytiques directes ont été réalisées pour établir l'incidence de la teneur en protéines dans les diètes sur le développement mammaire des génisses



soumises à un programme de croissance accélérée. En 2000, Lammers et Heinrichs ont rapporté qu'en fournissant 61 g de PB/Mcal d'énergie métabolisable, contre 46 g de PB/Mcal d'énergie métabolisable à des génisses Holstein, entre l'âge de 6 mois et de 1 an, les trayons allongeaient plus rapidement. Leur étude a été davantage compliquée du fait que les génisses assujetties à une diète hyperprotéinée ont également affiché un taux de croissance légèrement supérieur (1,1 kg/jour c. 1,0 kg/jour). En revanche, la longueur des trayons n'est vraisemblablement pas un bon indicateur du développement mammaire; les génisses dont la diète contenait une haute teneur en protéines avaient des trayons plus courts au début et à la fin de la période de traitement. La longueur des trayons augmente à mesure que les génisses grandissent, c'est un fait. Cela dit, dans le cadre de nos études en laboratoire, nous n'avons découvert aucune corrélation entre la longueur des trayons et la masse du parenchyme mammaire chez des génisses abattues environ 2 mois après la fin de la puberté. L'incidence, s'il en est une, des protéines dans la diète sur le développement mammaire demeure donc inconnue.

Entre-temps, nous avons également mené une étude visant à examiner l'incidence du ratio protéines/calories sur le développement mammaire (Whitlock et coll., 2002). Dans le cadre de cette étude, 54 génisses Holstein ont reçu des diètes hypercaloriques contenant différents ratios protéines/calories (faible teneur, teneur moyenne, forte teneur) à partir de l'âge d'environ 3,5 mois jusqu'à l'abattage à environ 9 mois, soit à peu près 46 jours après la fin de la puberté. Les animaux ont reçu une RTM *ad libitum*; la ration contenait 40 % d'ensilage de luzerne préfané et 60 % de concentrés, et procurait 2,85 Mcal d'EM/kg. Les différents traitements de teneur en protéines ont été formulés de manière à contenir 37 g (faible teneur), 41 g (teneur moyenne) et 44 g (forte teneur) de protéines brutes par Mcal d'énergie métabolisable. Cette variation dans le ratio protéines/calories correspond à l'écart que nous avons observé dans la littérature. Nous avons donc émis l'hypothèse selon laquelle une diète à faible teneur en protéines compromet le développement mammaire, ce qui explique pourquoi les rapports publiés sur les diètes prépartum hypercaloriques font état de résultats aussi diversifiés. Le début de la puberté a été contrôlé attentivement par palpation. Les chaleurs ont été gérées par l'administration de PGF $2\alpha$  dès la détection du premier corps jaune, et les génisses ont été abattues entre 7 et 12 jours après leurs premières chaleurs. Ce protocole a permis de réduire les différences dans les tissus mammaires imputables aux variations dans les niveaux de stéroïdes ovariens. Le traitement n'a eu aucune incidence sur le gain de poids quotidien qui s'est établi, en moyenne, à 1,15 kg/jour. La quantité de protéines dans la diète n'a pas eu d'effet sur l'âge ni sur le poids au début de la puberté, la croissance au garrot ni sur la composition de la carcasse.

En moyenne, le contenu en ADN du parenchyme mammaire s'est établi, selon la teneur en protéines de la diète, à 595 mg/100 kg de poids vif (faible teneur), à 619 mg/100 kg de poids vif (teneur moyenne) et à 670 mg/100 kg de poids vif (forte teneur), ce qui ne constitue pas un écart statistiquement significatif. Ces données ne corroborent donc pas notre hypothèse initiale. Cependant, l'âge des génisses au début de la puberté variait considérablement. Parmi les génisses ayant atteint la puberté plus tôt, celles qui avaient

reçu une diète à faible teneur en protéines avaient 33 % plus d'ADN parenchymateux que celles qui avaient reçu une diète riche en protéines, même si leur gain de poids et la composition de leur carcasse étaient similaires. Nous en avons conclu que la teneur en protéines de la diète n'a pas d'incidence importante sur le développement mammaire des génisses élevées selon un programme de croissance prépubère rapide (ce à quoi nous nous attendions), à la condition que la diète ait une teneur en protéines suffisante pour assurer un taux de croissance normal. La diète à faible teneur en protéines a toutefois compromis le développement mammaire des génisses qui ont atteint la puberté plus tôt, même si leur taux de croissance et la composition de leur carcasse étaient similaires. C'est pourquoi nous avons avancé l'idée selon laquelle les diètes à faible teneur en protéines augmentent les risques de réduction du développement mammaire chez les génisses assujetties à un programme de croissance rapide.

En 2001, le National Research Council (NRC) a publié une nouvelle version des « Nutrient Requirements for Dairy Cattle » (exigences alimentaires pour les bovins laitiers). Pour les génisses, le ratio protéines/calories suggéré est plus élevé lorsque les animaux sont soumis à un programme de croissance rapide et diminue avec l'âge. Par ailleurs, le nouveau programme est fondé sur une approche permettant de prévoir de façon réaliste le rendement des protéines microbiennes pour les génisses de telle sorte que les exigences alimentaires font dorénavant état de quantités raisonnables de protéines non dégradables dans le rumen. Je suis d'avis que ces nouvelles recommandations vont de pair avec une alimentation protéinée visant un développement mammaire optimal.

Deux études portant sur les effets du gras ont été menées à terme au cours des cinq dernières années. Smith et Van Amburgh ont donné à des génisses prépubères une alimentation à forte teneur en ALC ou en gras et n'ont rapporté aucune incidence sur le rendement laitier à la première lactation, comparativement à une diète isocalorique à faible teneur en gras. Thibault et ses collègues (2003) ont donné à des génisses, de l'âge de 2 mois jusqu'à 6 mois, un mélange de concentrés à forte teneur en huile de soja et n'ont rapporté aucune incidence sur le développement mammaire et le rendement laitier subséquent. Cependant, les génisses soumises à cette diète et les génisses du groupe de contrôle ont été nourries de manière à freiner leur croissance et ont enregistré un taux de croissance moyen de 800 g/jour.

De nouvelles données ont également été publiées relativement aux effets des programmes d'élevage « en paliers » sur la production laitière (Ford et Park, 2001). Cette étude ne comportait que 12 génisses, mais les auteurs ont démontré qu'un programme comportant une période d'alimentation visant un taux de croissance lent (0,6 kg/jour) entre l'âge de 6 mois et l'âge de 9 mois, suivie d'une période à taux de croissance rapide (950 g/jour) entre l'âge de 9 mois et l'âge de 11 mois, puis de deux autres phases de croissance lente et rapide, entraîne des augmentations du rendement laitier de 21 % à la première lactation et de 15 % à la deuxième lactation. À la lumière des résultats des travaux récents réalisés avec des veaux (voir ci-dessous), nous avons décidé de mettre à l'essai l'hypothèse selon

laquelle des courtes périodes de croissance rapides peuvent être favorables au développement mammaire, comparativement aux effets défavorables des longues périodes de croissance rapide. Nous avons soumis 64 génisses âgées entre 11 et 23 mois à une diète hypocalorique pendant 0, 6, 9 ou 12 semaines, puis à une alimentation hypercalorique pendant 12, 6, 3 et 0 semaines, respectivement. La plus grande diminution de la masse du parenchyme mammaire par rapport au poids vif en kg a été notée chez les génisses soumises à une alimentation hypercalorique pendant 12 semaines, comparativement à 0 semaine, et l'effet des diètes hypercaloriques sur des périodes plus courtes était parfaitement conforme à un effet linéaire de la durée de l'alimentation hypercalorique.

## **EXPLICATION POSSIBLE DE L'EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LE DÉVELOPPEMENT MAMMAIRE**

Le fait que les diètes visant une croissance rapide réduisent la production laitière subséquente est connu depuis 85 ans. Il fut un temps où l'on croyait que cette corrélation s'expliquait du fait que la croissance rapide entraînait un dépôt graisseux trop important au niveau du pis (Swanson, 1960). Plus tard, le point de vue prédominant voulait que le problème ne vienne pas du gras en tant que tel, mais plutôt du fait que les diètes hypercaloriques engendraient des changements hormonaux, comme une diminution du taux d'hormones de croissance, qui retardaient le développement mammaire (Sejrsen et coll., 1983). Récemment, il a été démontré que, même quand les génisses reçoivent la même alimentation, les individus les plus gras à l'époque du début de la puberté sont ceux qui ont le moins de tissus parenchymateux mammaire (Silva et coll., 2002b). Il existe donc une corrélation entre l'excès d'adiposité, qu'il soit attribuable à l'alimentation ou au bagage génétique, et un parenchyme mammaire moins développé. De plus, le tissu parenchymateux des génisses assujetties à un programme de croissance rapide contient davantage d'adipocytes que celui des génisses soumises à un programme de croissance lente (Capuco et coll., 1995), et les tissus mammaires de génisses assujetties à un programme de croissance accélérée sont moins mitogéniques que ceux des génisses soumises à un programme de croissance plus lente selon les essais réalisés sur des cellules épithéliales mammaires de culture (Weber et coll., 2000). Finalement, McFadden and Cockrell (1993) ont observé un ralentissement de la prolifération des cellules épithéliales mammaires des bovins lorsque ces dernières sont incubées conjointement à des adipocytes bovins, ce qui soutient la thèse selon laquelle l'accumulation de gras entrave le développement mammaire.

Ces résultats indiquent que les tissus adipeux des bovins secrètent possiblement un composé qui freine la prolifération des cellules mammaires. Le fait que le gras corporel soit inversement proportionnel au développement mammaire et que les tissus adipeux freinent la prolifération des cellules mammaires *in vitro* nous a amené à examiner la possibilité que la leptine, une hormone produite par les tissus adipeux, est peut-être partiellement responsable des effets des diètes hypercaloriques sur le développement mammaire.

La leptine est un élément d'intérêt potentiel pour l'atténuation des effets de l'alimentation sur le développement mammaire. Elle est produite par les adipocytes et agit comme un signal métabolique lié à la quantité de gras corporel (Houseknecht et coll., 1998). Ainsi, l'augmentation de la quantité de gras corporel a pour effet de faire augmenter le taux de leptine dans le sang chez les bovins (Ehrhardt et coll., 2000). De plus, les diètes hypercaloriques font progresser le taux de leptine dans le sang des ovins, et ce, sans égard à l'incidence de la quantité de gras corporel (Blache et coll., 2000). Les veaux assujettis à une diète visant une croissance rapide ont des taux élevés de leptine bien avant que les variations de gras corporel ne soient visibles à l'œil (Block et coll., 2003; Brown et coll., 2002). Par ailleurs, la leptine est produite localement, c'est-à-dire dans la glande mammaire, par les cellules adipeuses et les cellules épithéliales. S'il faut en croire les données qui démontrent que l'insuline et le facteur de croissance 1 analogue à l'insuline font augmenter le taux d'ARNm de leptine dans les cellules mammaires épithéliales, il semble plausible que des gains de poids rapides puissent accélérer la synthèse de la leptine dans la glande mammaire (Smith et Sheffield, 2002). Un des premiers rôles de la leptine, sur le plan physiologique, est d'agir sur l'hypothalamus afin de réduire la prise alimentaire (Houseknecht, 1998). Or, des récepteurs de leptine se retrouvent ailleurs que dans l'hypothalamus, et la leptine a de nombreux autres effets éprouvés sur différents tissus (Houseknecht et coll., 1998).

Nous avons d'abord observé que la leptine ralentit la prolifération des cellules épithéliales mammaires de culture chez les bovins (Silva et coll., 2002a). Ensuite, nous avons découvert que la leptine ralentit la prolifération des cellules mammaires *in vitro* (Silva et coll., 2003). Dans cette étude, on a administré le facteur de croissance 1 analogue à l'insuline (IGF-1, un stimulant de prolifération des cellules mammaires) et de la leptine en perfusion intramammaire à 12 génisses prépubères. Avec un tel protocole, chaque quartier mammaire a été utilisé comme une unité expérimentale distincte. Après 7 jours de traitement, le pourcentage de cellules épithéliales en voie de mitose avait augmenté de 60 % pour chaque 0,01 mg d'IGF-1 par quart de section par jour, et diminué de 40 % pour chaque 0,1 mg de leptine par quart de section par jour. Il y a encore fort à faire pour comprendre le rôle éventuel de la leptine dans le développement mammaire. Cependant, puisque l'augmentation du taux de leptine dans le sang peut être imputable à la fois aux diètes hypercaloriques et à l'obésité, nos recherches à ce jour corroborent l'hypothèse selon laquelle la leptine est partiellement responsable des effets de l'alimentation et du taux de gras corporel sur le développement mammaire. Voilà pourquoi nous avançons l'idée selon laquelle l'accumulation de gras en période prépubère peut être tout aussi importante, sinon plus importante que le gain de poids vif réel dans l'étude des effets de l'alimentation sur le développement mammaire. Le cas échéant, une alimentation favorisant la croissance musculaire tout en minimisant l'accumulation de gras pourrait avoir une incidence favorable sur le rendement mesuré sur la durée de vie utile de l'animal. Cela dit, en attendant que de nouvelles études démontrent que l'excès d'adiposité est responsable de la diminution du rendement laitier des génisses soumises à un programme de croissance rapide, je déconseille les taux de croissance supérieurs à 900 g/jour, et ce, même si les génisses

n'emmagasinent pas des quantités excessives de gras. Une croissance trop rapide, conjuguée à un excès de gras, survient surtout dans les exploitations agricoles où les génisses sont nourries principalement d'ensilage de maïs, particulièrement si les suppléments protéinés sont inadéquats.

Autre mécanisme possible pour expliquer les effets de l'alimentation en période prépubère sur le développement mammaire : les diètes hypercaloriques devancent de 1 ou 2 mois l'âge du début de la puberté. Le début de la puberté, de même que les changements attribuables à la circulation d'hormones stéroïdes sexuelles, constitue vraisemblablement le signal de la fin de la période de développement mammaire rapide chez les jeunes génisses. Une période prépubère plus courte pourrait être responsable de la diminution de la masse du tissu parenchymateux mammaire à la puberté. Cette corrélation va de pair avec les plus récentes données publiées par le groupe de Van Amburgh de Cornell. En effet, ces derniers n'ont trouvé aucune variation dans le taux de croissance mammaire de génisses soumises à un programme alimentaire visant une croissance accélérée comparativement à des génisses nourries en vue d'un taux de croissance normal. Cependant, je crois que les effets de l'alimentation sur le développement mammaire ne se limitent pas simplement à l'apparition des premières chaleurs. Lorsque nous avons fourni à des jeunes génisses une alimentation visant une croissance accélérée, nous avons observé une accélération du développement mammaire. Comme nous l'avons vu précédemment, le développement mammaire est sensible à l'apport en protéines. Par conséquent, si la quantité d'énergie fournie par l'alimentation n'a pas la moindre incidence sur le développement mammaire, on pourrait avancer qu'une génisse à qui on aurait donné une alimentation visant une croissance de 100 g/jour seulement aurait une glande mammaire largement développée puisqu'elle atteindrait vraisemblablement la puberté après l'âge de 1 an.

## **EFFET DES PROGRAMMES D'ÉLEVAGE DES GÉNISSES SUR LE RENDEMENT À VIE**

S'il est vrai que les coûts engagés pour amener une génisse à son premier vêlage ne sont pas insignifiants, ils sont considérablement moins élevés que le revenu brut tiré de la vente subséquente du lait produit. Par conséquent, lorsqu'on met au point un programme d'élevage de génisses, il importe de tenir compte à la fois des coûts d'élevage et de l'impact potentiel sur le bénéfice tiré de l'animal après son premier vêlage. Bien que les coûts associés à l'élevage d'une génisse varient considérablement selon les exploitations et les systèmes de régie, il est possible de classer ces coûts dans l'une ou l'autre des catégories suivantes : 1) les coûts qui demeurent relativement stables même si les taux de croissance augmentent (saillies, vaccins), 2) les coûts qui varient en fonction de l'augmentation des taux de croissance (aliments) et 3) les coûts qui varient en fonction constante du nombre de jours que passent les animaux dans le secteur des génisses (main-d'œuvre, installations). À mesure que les taux de croissance des génisses augmentent, la quantité d'aliments nécessaires diminue, de telle sorte que les programmes de croissance accélérée requièrent moins de calories alimentaires pour atteindre le poids vif cible au premier vêlage.

Cependant, les programmes de croissance accélérée pourraient nécessiter des aliments de meilleure qualité qui coûtent plus cher pour chaque unité d'énergie consommée. Cet écart de coûts dépend du prix des grains par rapport au prix des fourrages, de même que de la disponibilité et du coût des fourrages de bonne qualité comparativement à ceux des fourrages de moindre qualité. Si les aliments nécessaires à une croissance accélérée sont plus dispendieux par unité d'énergie, les économies de coûts attribuables au nombre total de calories consommées par une génisse destinée à un vêlage précoce pourraient être annulées par l'augmentation des coûts quotidiens liés à l'alimentation.

Chris Wolf, un économiste agricole et moi, avons évalué le bien-fondé des programmes de croissance accélérée en 2001, (Wolf et VandeHaar, 2001). Nous avons estimé les coûts liés à l'alimentation dans les programmes d'élevage de génisses en stabulation entravée et destinées au premier vêlage entre 20 et 24 mois. Pour ce faire, nous avons formulé plusieurs rations différentes en fonction des gains de poids recherchés à des époques préétablies. Nous avons tenu pour acquis que les coûts d'élevage avant le sevrage étaient identiques. Les résultats sont colligés dans le tableau 1.

**Tableau 1. Estimations des coûts liés à l'alimentation**

	<b>24 mois<sup>1</sup></b> <b>(total des coûts)</b>	<b>20 mois<sup>2</sup></b> <b>(total des coûts)</b>	<b>Écart</b>
Coût bas <sup>3</sup>	511 \$	492 \$	19 \$
Coût élevé <sup>4</sup>	646 \$	630 \$	16 \$
Diète hyperprotéinée <sup>5</sup>	--	504 \$	7 \$

<sup>1</sup> Énergie totale requise pour 24 mois (APV) : 12 605 Mcal d'EM.

<sup>2</sup> Énergie totale requise pour 20 mois (APV) : 11 482 Mcal d'EM.

<sup>3</sup> Les rations à coût bas ont été formulées de manière à coûter le moins cher possible et tiennent compte des prix suivants : 2,20 \$/boisseau de maïs et 22 \$/tonne de maïs ensilage.

<sup>4</sup> Les rations à coût élevé ont été formulées de manière à coûter le moins cher possible et tiennent compte des prix suivants : 4 \$/boisseau de maïs et 33 \$/tonne de maïs ensilage.

<sup>5</sup> Les rations hyperprotéinées tiennent compte des prix plancher; le programme sur 20 mois a été formulé de manière à fournir 61 g de PB/Mcal d'EM, plutôt que 58.

Dans le scénario où les coûts liés à l'alimentation sont peu élevés, la ration la moins chère a donné lieu à une augmentation des coûts de 19 \$ pour amener une génisse à vêler à 24 mois. Dans le scénario où les coûts liés à l'alimentation sont plus élevés, la différence n'était que de 16 \$. Si les programmes de croissance accélérée nécessitent un apport plus important en protéines (comme le suggèrent le NRC et la plupart des nutritionnistes), les coûts liés à l'alimentation ne sont que 7 \$ de moins au total pour ces programmes (dans le présent exemple, j'ai utilisé une valeur de 61 g de PB/Mcal d'EN plutôt que 58 g de PB/Mcal d'EN). Nous avons également évalué les frais de parage, lesquels incluent les coûts liés

à la main-d'œuvre et aux installations, de même que les frais généraux. Les frais de parage ont été estimés à 0,30 \$/jour (une valeur fréquente dans le secteur de l'engraissement des bovins de boucherie) au bas de l'échelle des coûts et à 1,02 \$/jour (selon une étude des fermes au Michigan réalisée en 1998 par Harsh et al.) tout en haut de l'échelle des coûts. Le total des économies potentielles attribuables aux programmes de croissance accélérée est estimé entre 43 \$ et 143 \$ par génisse (se reporter au tableau 2). Naturellement, les économies réelles varient en fonction des données particulières de chaque exploitation, mais les frais de parage sont vraisemblablement plus importants que les coûts liés à l'alimentation quand vient le temps d'évaluer l'opportunité du vêlage précoce. Ainsi, une pénurie d'espaces pour les génisses, comparativement à une pénurie d'espace pour les vaches en production, entraînerait une augmentation des frais de parage et encouragerait le producteur à viser un vêlage précoce. Nous n'avons pas tenu compte de l'incidence des génisses au pâturage, bien que la présence d'un pâturage (dont les coûts sont généralement peu élevés par Mcal) pourrait entraîner des économies importantes au chapitre des coûts liés à l'alimentation, et ce, même dans les cas où les taux de croissance ne sont pas très élevés et le premier vêlage est fixé à 24 mois. De plus, les frais de parage sont bien souvent (mais pas nécessairement) inférieurs dans les exploitations où les animaux sont envoyés au pâturage.

**Tableau 2. Total des économies de coûts potentielles (en \$ par génisse) pour les programmes ciblant un premier vêlage à 20 mois et à 24 mois**

		<b>Écart dans le coût des aliments</b>	
		<b>Élevé</b>	<b>Bas</b>
Parage	Élevé	143 \$	131 \$
Écart	Bas	55 \$	43 \$

Nous devons ensuite déterminer la valeur des pertes de lait imputables aux programmes de croissance accélérée. Toutes les expériences comparatives réalisées à ce jour sur les diètes visant une croissance accélérée ou une croissance ralentie ont fait état d'une diminution de la production de lait qui varie de 4 à 50 % pour les programmes accélérés où le gain de poids a été fixé à plus de 900 g/jour. Selon notre analyse de coûts antérieure, les coûts associés au report du premier vêlage s'établissent entre 43 \$ et 143 \$. La quasi-totalité des nutritionnistes sont d'avis qu'il est possible de fixer l'âge du premier vêlage à 22 mois avec des taux de croissance raisonnables. Par conséquent, les coûts engagés pour reporter l'âge du premier vêlage de 20 mois à 22 mois s'établiraient à 50 % de notre évaluation, soit entre 22 \$ et 72 \$. En fonction des études réalisées dans des conditions contrôlées (c'est-à-dire, dans le cadre desquelles des génisses ont reçu une alimentation différente visant soit une croissance accélérée, soit une croissance ralentie), les bénéfices tirés du report du premier vêlage jusqu'à l'âge de 22 mois et plus en fonction des revenus tirés du lait produit, comparativement à un vêlage à 20 mois, devraient s'établir entre 5 et 15 %. Cela vaut-il la peine de dépenser entre 22 \$ et 72 \$ de plus sur une génisse simplement pour obtenir un

rendement additionnel de 1 000 kg de lait un an plus tard? La réponse dépend du type d'exploitation et de la disponibilité des aliments.

Dernièrement, Chris Wolf et moi avons appliqué un modèle de budgétisation des investissements afin d'étudier les facteurs économiques liés à l'âge au premier vêlage. Comme le rapport sur cette étude n'a pas encore été publié, je me contenterai de vous présenter un résumé succinct. Nous avons trouvé que, pour l'ensemble des facteurs significatifs (y compris la valeur temporelle de l'argent), que le point mort des coûts liés à la production laitière s'établit à 2,6 % par mois dans les cas de premier vêlage précoce, compte tenu d'un rendement laitier de 9 000 kg pour les génisses ayant vêlé à 24 mois. Autrement dit, si la production laitière des génisses qui vêlent à 24 mois est de 9 000 kg et que celui des génisses qui vêlent à 22 mois est également de 9 000 kg, la génisse qui a vêlé plus tôt est plus rentable. En revanche, si la production laitière d'une génisse qui vêle à 20 mois s'établit à 8 700 kg (en baisse de 3,3 %), cette dernière serait encore plus rentable. Mais si la même génisse qui vêle à 20 mois produit 8 400 kg de lait (en baisse de 6,7 %), elle devient moins rentable que la génisse qui a vêlé à 22 mois. Qui plus est, dans les exploitations agricoles où les génisses vêlent tard, les producteurs qui font passer l'âge du premier vêlage de 26 mois à 22 mois en tireraient les mêmes avantages que s'ils augmentaient la production laitière de 10 % à la première lactation.

## **PROGRAMMES DE CROISSANCE ACCÉLÉRÉE POUR LES VEAUX**

Au cours des dernières années, les programmes de croissance accélérée destinés aux veaux ont gagné en popularité. Toutefois, les effets de ces programmes sur le développement mammaire sont inconnus. Bien que le développement mammaire de la naissance à l'âge de 3 mois soit très limité, dans les faits, le taux de croissance fractionnaire du parenchyme mammaire est plutôt élevé en bas âge. Par exemple, nous avons découvert que la masse du parenchyme mammaire augmente de 500 % entre 8 et 14 semaines de vie, alors que la masse de la carcasse progresse de 10 à 70 % seulement (Brown et coll., 2002). Ainsi, tout facteur ayant une incidence sur le développement mammaire en si bas âge pourrait avoir un effet important sur la production de lait subséquente.

Les veaux allaités par une vache ou nourris au lait entier de la naissance à l'âge de 6 semaines croissent plus rapidement (900 g/jour c. 600 g/jour) et produisent autant, sinon plus de lait au moment de leur première lactation que les veaux ayant reçu une alimentation rationnée (Bar-Peled et coll., 1997; Foldager et Krohn, 1994). Ces études mènent à l'hypothèse que les veaux femelles peuvent être soumises à un programme de croissance accélérée jusqu'à l'âge de 3 mois sans incidence défavorable sur leur production laitière future. Cependant, ni l'une, ni l'autre de ces études n'a examiné l'incidence du lait de remplacement sur les gains de poids rapides. Certains rapports non scientifiques nous portent à croire qu'il est possible de donner aux veaux un lait de remplacement hyperprotéiné afin d'atteindre des gains de poids de l'ordre de 1 350 g/jour sans entraîner



de dépôts de gras excessifs, malgré que les effets de ces produits sur le développement mammaire soient inconnus.

Nous avons mené une expérience afin de déterminer si l'augmentation de la teneur en calories et en protéines de la diète de génisses de moins de 14 semaines pourrait avoir une incidence sur le développement mammaire (Brown et coll., 2002). En fonction d'un dispositif expérimental factoriel où les traitements étaient établis à 2 x 2, des génisses Holstein (n = 53) ont reçu une alimentation visant soit un taux de croissance élevé, soit un taux de croissance peu élevé entre 2 à 8 semaines et entre 8 à 14 semaines. Les génisses assujetties au traitement visant un gain de poids peu élevé ont reçu du lait de remplacement normal en quantités correspondant à 1,2 % de leur poids vif (21,3 % de PB, 21,3 % de matière grasse) et une portion rationnée d'aliments de démarrage pour les veaux (20,5 % de PB). Les génisses assujetties au traitement visant un gain de poids élevé ont reçu un lait de remplacement à haute teneur en protéines en quantités correspondant à 2 % de leur poids vif (30,3 % de PB, 15,9 % de matière grasse) et des aliments de démarrage hyperprotéinés (25 % de PB) *ad libitum*. Les génisses du programme visant un taux de croissance peu élevé ont pris 400 g/jour de la 2<sup>e</sup> à la 8<sup>e</sup> semaine de vie, et 400 g/jour de la 8<sup>e</sup> à la 14<sup>e</sup> semaine de vie. Ces génisses ont été sevrées à l'âge de 7 semaines et abattues à l'âge de 14 semaines. Les veaux assujettis au programme visant un taux de croissance élevé entre la 2<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> semaine de vie avaient deux fois plus d'ADN dans le parenchyme mammaire (poids vif par unité) que les veaux assujettis au programme visant une croissance moins rapide. Les génisses assujetties au programme visant un taux de croissance élevé affichaient également une meilleure efficacité dans la transformation de la prise alimentaire en gain de poids et ce, pendant les deux périodes à l'étude.

Nous sommes actuellement en train de réaliser une étude complémentaire dans le cadre de laquelle les veaux assujettis à un programme accéléré, comparativement à un programme « normal », seront observés jusqu'à leur première lactation. Les données préliminaires indiquent que les génisses qui ont atteint le poids cible pour l'admissibilité à la saillie à un plus jeune âge ont vêlé deux semaines plus tôt mais n'ont pas produit plus de lait. Les coûts engagés pour fournir aux animaux le lait de remplacement hyperprotéiné sont environ 40 \$ de plus que les coûts associés au lait de remplacement conventionnel. Comme cette dépense est réalisée presque deux ans avant le retour attendu sur l'investissement, il est difficile de justifier une dépense de 40 \$ pour devancer le vêlage de deux semaines.

## **ALIMENTATION ET OBJECTIFS DE CROISSANCE**

Mes objectifs, dans le cadre d'un programme d'élevage des génisses, sont indiquées dans le tableau 3. On utilise des modèles nutritionnels pour formuler les diètes en vue d'atteindre des objectifs. Nous utilisons ces modèles pour déterminer si l'apport en nutriments d'une diète est adéquate en fonction des besoins de l'animal et de du taux de croissance ciblé. Comment, alors, fonctionnent ces modèles? En fait, pas très bien. Mais il y a quand même

de l'espoir. Ces modèles sont utiles pour formuler les diètes et évaluer les programmes d'alimentation, mais le suivi est essentiel au succès de n'importe quel programme d'élevage de génisses.

**Tableau 3. Cibles pour l'élevage de génisses dans des conditions de gestion intensive**

Âge à la première saillie	13 à 15 mois
Poids vif après la première saillie	370 kg
Âge au premier vêlage	22 à 24 mois
Poids vif postpartum	570 kg
Hauteur au garrot postpartum	142 cm
Cote d'état de chair au vêlage	3,0 à 3,5
Taux de croissance entre 3 et 10 mois	800 à 900 g/jour

Les trois plus importants éléments des modèles nutritionnels destinés à prévoir les taux de croissance optimaux pour les génisses consistent à prévoir la prise alimentaire, à répondre aux besoins énergétiques et à répondre aux besoins en protéines. En 2001, le NRC a publié une nouvelle version des « Nutrient Requirements of Dairy Cattle » (exigences alimentaires pour les bovins laitiers), que nous pouvons appeler le nouveau « NRC Laitier ».

### Prise alimentaire

Les prévisions en matière de prise alimentaire dans le nouveau modèle du NRC sont fondées sur les données du Beef NRC publiées en 1996. Il peut être compliqué d'appliquer des données portant sur l'élevage de bovins de boucherie aux fins de prévision de la prise alimentaire de génisses laitières, ce que le lecteur pourra constater aisément en consultant la figure dans le texte du document (Figure 1-3, NRC). Le nouveau modèle du NRC prévoit raisonnablement bien la prise alimentaire des diètes destinées aux génisses d'environ 230 kg. Cela dit, les données relatives à la prise alimentaire des veaux de moins de 180 kg sont surévaluées d'environ 10 %, et celles liées à la prise alimentaire de génisses de 270 kg sont sous-évaluées d'environ 10 à 14 %.

Dans une étude réalisée par Radcliff et coll. (1997), nous avons fourni à des génisses une RTM contenant 75 % de céréales ou 90 % d'ensilage préfané de piètre qualité (2,9 Mcal d'EM/kg c. 2,2 Mcal d'EM/kg). Les deux diètes ont été fournies *ad libitum* et formulées en fonction du rendement actuel et en vue d'assurer des gains de croissance rapides ou normaux. Pendant une période de 2 mois au cours de laquelle les génisses pesaient environ 180 kg, les génisses assujetties au programme de RTM à forte teneur en céréales ont consommé 8 % plus de nourriture que la quantité suggérée dans les nouvelles prévisions du NRC laitier, tandis que les génisses assujetties au programme de RTM à forte teneur en fourrages ont consommé 9 % plus de nourriture que la quantité suggérée dans les nouvelles prévisions du NRC Laitier. Dans le cas des diètes que l'on donne généralement à des

génisses de 200 kg dans un élevage intensif, les équations proposées sont probablement réalistes.

Le NRC souligne que ces nouvelles prévisions sur la prise alimentaire varient en fonction de la densité énergétique de la diète. Cependant, en fonction de notre analyse de l'équation, il semble que cette dernière ne soit pas très sensible à la densité énergétique, les variations étant peu importantes.

Dans l'étude réalisée par Radcliff et coll. (1997), les génisses qui avaient reçu la RTM à haute teneur en fourrages ont, dans les faits, consommé 20 % moins de matière sèche que les génisses du programme de RTM à haute teneur en céréales. Selon les prévisions du NRC, cependant, un changement de diète de ce genre devrait générer une diminution de la prise alimentaire de 3 % seulement. D'un autre côté, une diète composée uniquement de paille de blé (~1,5 Mcal d'EM/kg) devrait réduire la prise alimentaire de 15 % seulement. Encore une fois, l'équation prévisionnelle du NRC est probablement réaliste pour les diètes conventionnelles destinées aux génisses de 140 kg à 360 kg (poids qui correspond à la phase critique dans le développement mammaire), mais la consommation de matière sèche doit, de toute évidence, être mesurée pour obtenir une formulation et une évaluation plus précises.

### **Apport en énergie**

L'apport en énergie des animaux est tiré de l'amidon, des sucres, des fibres, des matières grasses et des protéines. Les fibres sont moins digestibles et fournissent un apport en énergie inférieur à l'amidon, aux sucres et aux protéines. La matière grasse, par contre, a une très grande densité énergétique. Un des éléments les plus importants dans la formulation de la diète des génisses consiste à bien choisir la densité énergétique ou, autrement dit, à déterminer la quantité de céréales à fournir en complément des fourrages disponibles. Les nouvelles données du Dairy NRC contiennent des changements importants au chapitre du modèle énergétique. Toutefois, ce modèle est, lui aussi, fondé sur les données du Beef NRC, ce qui pourrait constituer un problème.

Dans les nouvelles données du NRC, la composition du gain de poids varie à mesure qu'augmente le poids vif, un changement nécessaire et bienvenu. Autrement dit, à mesure que les génisses vieillissent, une plus grande proportion de leur gain de poids vif quotidien est sous forme de gras plutôt que de muscles. La composition varie également en fonction de l'accélération du gain de poids dans les nouvelles données du NRC. Cela constitue également une amélioration importante, malgré que notre analyse des données démontre que le programme est très peu sensible aux variations du taux de croissance. En fonction de nos essais sur les équations proposées, une augmentation du taux de croissance quotidien de 800 g/jour à 1 100 g/jour se traduit par une augmentation du pourcentage des calories totales transformées en gras : de 61 à 65 % pour les génisses de 180 kg; et de 77 à 80 %

pour les génisses de 360 kg. Les données expérimentales relatives aux génisses portent à croire que cette variation devrait être plus importante (Waldo et coll., 1997).

Ce qui est plus important, toutefois, c'est que le programme ne parvient toujours pas à prévoir adéquatement les gains de poids en fonction des apports énergétiques réels, particulièrement pour les génisses qui reçoivent une RTM à forte teneur en fourrages. Cela n'est pas étonnant compte tenu du fait que la plupart des données ayant servi à la mise au point du modèle sont tirées de l'élevage de bovins ayant reçu une alimentation riche en céréales.

À l'aide des données publiées par Radcliff et coll., (1997), nous avons analysé la capacité du programme du Dairy NRC à prévoir les gains de poids en fonction de l'apport énergétique réel attribuable à des diètes à forte et à faible teneur en fourrages. Des génisses d'environ 170 kg ayant reçu soit une alimentation composée à 90 % de fourrages de piètre qualité, soit une alimentation composée à 75 % de céréales, ont enregistré respectivement des gains de poids de 900 g/jour et de 1 200 g/jour. Selon leur prise alimentaire réelle, les nouvelles données du Dairy NRC prévoyaient des gains de poids quotidiens de 300 et de 1 700 g, respectivement, tandis que les données du Dairy NRC de 1989 prévoyaient des gains de poids quotidiens de 300 et de 1 300 g. En fonction des nouvelles données du Dairy NRC, les génisses assujetties à une RTM de piètre qualité ont, dans les faits, gagné trois fois plus de poids que prévu! Les apports prévus étaient légèrement inférieurs aux prévisions liées à cette diète, de telle sorte que les gains prévus établis en fonction des caractéristiques de l'alimentation ne seraient pas aussi faussés. Pour les génisses assujetties à une diète conventionnelle, les prévisions sont vraisemblablement beaucoup plus justes.

Dans le cadre d'une étude plus récente (Davis et coll., résultats non publiés), nous avons démontré que des génisses d'environ 140 kg à qui on avait donné une diète composée à 75 % de fourrages de piètre qualité (NDF : 45 %) ont en fait affiché un gain de poids de 640 g/jour, tandis que les génisses ayant reçu une alimentation composée à 60 % de céréales (NDF : 23 %) ont affiché un gain de poids de 1 090 g/jour. En fonction de leur prise alimentaire réelle, les nouvelles données du Dairy NRC prévoyaient des gains de poids de 560 g/jour et de 1 770 g/jour, respectivement. La prise alimentaire prévu s'est établie à 108 % et à 88 % de la prise alimentaire réelle pour la diète à base de fourrages et la diète à base de céréales, respectivement.

Van Amburgh et coll., (1998a) ont récemment publié des données portant sur les gains de poids réels de 270 génisses comparativement aux gains de poids prévus en fonction de la prise alimentaire réelle et en sont venus à la même conclusion. Les prévisions relatives au gain de poids établies en fonction du Dairy NRC de 1989 étaient inférieures de 50 % au gain réel des génisses ayant enregistré un gain de 600 g/jour, mais se sont avérées justes dans le cas des génisses ayant affiché un gain de poids de 800 g/jour. Le « Cornell Net Carbohydrate and Protein System » (CNCPS), un modèle plus mécaniste que celui du Dairy

NRC de 1989, n'a pas permis d'obtenir des résultats plus justes. Le nouveau modèle du Dairy NRC est similaire à celui du CNCPS et aurait vraisemblablement donné des résultats semblables.

Pourquoi donc ces modèles donnent-ils des prévisions inférieures à la réalité? L'explication la plus plausible serait que les génisses Holstein d'aujourd'hui qui sont nourries à base d'une RTM à haute teneur en fourrages affichent un gain de poids en muscle plus important que prévu et un gain de poids en gras moins important que prévu, ce qui se traduit par un gain global supérieur par calorie ingérée. Une autre explication possible serait que les fourrages alimentaires prennent plus de temps que prévu à transiter dans le tube digestif chez les génisses, de sorte que la digestibilité et, par conséquent, le gain de poids, sont plus importants que prévu.

### **Apport en protéines**

Le plus grand problème des modèles liés à l'apport en protéines découle du fait qu'ils n'arrivent pas à prévoir de façon adéquate le rendement en protéines microbiennes. Tandis que le modèle du Dairy NRC de 1989 a donné des prévisions inférieures à la réalité en ce qui a trait au rendement des protéines microbiennes chez les génisses prépubères, le modèle du CNCPS a donné des prévisions supérieures à la réalité pour le rendement des protéines microbiennes chez les génisses prépubères, comme le souligne Van Amburgh et coll. (1998a), et comme on peut le constater dans le rapport sur le modèle CNCPS publié par O'Connor et al. en 1993.

Je suis d'avis que le modèle lié aux protéines pour les génisses dans le nouveau programme du NRC constitue sans doute le changement le plus profitable pour les génisses. La nouvelle équation prévisionnelle liée au rendement des protéines microbiennes constitue une amélioration indispensable, par rapport à la version précédente, en ce sens qu'elle n'est plus fondée sur l'ordonnée négative pour la prévision du rendement des protéines microbiennes. Dans l'ancien modèle du NRC, l'équation se traduisait par des données peu réalistes quant aux exigences en matière de protéines non dégradables dans le rumen pour les jeunes veaux. C'est pourquoi cette équation n'était pas utilisée pour la formulation de la plupart des programmes alimentaires. L'équation tirée du nouveau programme du NRC semble réaliste pour les génisses et contient des correctifs pour la plupart des problèmes soulevés par des tiers (Van Amburgh et coll., 1998a).

Par conséquent, le modèle lié aux protéines métabolisables dans le nouveau programme du NRC laitier devrait être utile pour l'obtention d'un équilibre adéquat entre les protéines dégradées et non dégradées dans le rumen. Dans tous les cas, cependant, les systèmes à base de protéines complexes sont rarement utiles pour les génisses. En fait, j'estime que le système à base de protéines brutes est parfaitement correct pour l'élevage de génisses s'il est utilisé à bon escient. En d'autres mots, les génisses prépubères devraient recevoir leur supplémentation protéinée surtout sous forme d'aliments contenant des protéines vraies

(comme le tourteau de soja), mais un peu d'urée (ou une autre source d'azote non protéique) peut faire l'affaire pourvu qu'on ait de l'amidon fermentescible sous la main afin d'en faciliter l'utilisation.

L'analyse d'une diète fondée uniquement sur le contenu en protéines brutes (en pourcentage de matière sèche) constitue cependant une approche simpliste. L'apport en protéines des animaux doit correspondre à un pourcentage précis des calories consommées. Par conséquent, si l'on augmente l'apport énergétique de la diète, il faut également augmenter le contenu protéique. Si l'on se fonde sur le modèle du NRC de 1989, les génisses devraient recevoir une alimentation contenant 60 g de protéines brutes (PB) par Mcal d'énergie métabolisable (EM) entre l'âge de 3 mois et de 6 mois, et 50 g de PB/Mcal d'EM de l'âge de 6 mois à 1 an. Ces recommandations ont été formulées en fonction de taux de croissance de 700 g/jour et de 800 g/jour et sont fondées sur des diètes optimales pour le gain de poids vif, mais pas nécessairement pour le développement mammaire. Comme je l'ai souligné précédemment, toutefois, j'estime que les nouvelles recommandations relatives au ratio protéines/énergie semblent adéquates pour permettre un développement mammaire optimal.

## Recommandations

Les recommandations sur les gains de poids quotidiens et sur l'apport calorique et la concentration en protéines sont résumées aux tableaux 4 et 5. Ces recommandations tiennent pour acquis que l'alimentation est fournie sous forme de RTM *ad libitum*, ce qui constitue une bonne façon d'assurer un taux de croissance uniforme dans les cas d'alimentation en groupe. Mes propres recommandations relativement à l'apport énergétique de l'alimentation sont inférieures à celles de bon nombre de modèles parce les cibles de gains de poids que je préconise ne dépassent pas 900 g/jour. Nos recommandations ont été formulées pour des génisses logées en groupe dans un environnement confortable, qui sont bien soignées, ont accès à de l'eau et à de la nourriture pendant presque toute la journée, disposent de logettes suffisamment spacieuses et reçoivent une RTM. Dans certains cas, des diètes à plus haute teneur en énergie pourraient être requises pour atteindre les gains de poids ciblés.

**Tableau 4. Apports recommandés en calories et en protéines selon le Dairy NRC de 2001**

Poids vif (PV) (kg)	Gain quotidien (g/jour)	Ingestion de matière sèche (MS) (% du PV)	Énergie métabolisable (EM) (Mcal/kg de MS)	Protéines brutes (PB) (% de MS)	Protéines non dégradables dans le rumen (% de PB)	Ratio PB/EM (g/Mcal)
150	600	2,7 %	2,2	14 %	34 %	64
250	600	2,4 %	2,1	12 %	22 %	55
350	600	2,2 %	2,1	11 %	14 %	49
150	900	2,8 %	2,4	17 %	41 %	72
250	900	2,5 %	2,4	14 %	27 %	58
350	900	2,3 %	2,4	12 %	19 %	52

**Tableau 5. Lignes directrices relatives à l'alimentation de génisses Holstein *ad libitum* pour un vêlage à 23 mois<sup>1</sup>**

Âge (mois)	Poids (kg)	Gain (g/jour)	Taille (cm) <sup>2</sup>	EM <sup>3</sup> (Mcal/kg)	EN <sub>m</sub> (Mcal /kg)	(% de PB) <sup>4</sup>	Ratio PB/EM (g/Mcal) <sup>5</sup>
2	77	730	86	2,9	1,8	18	63
4	127	820	97	2,6	1,6	17	63
6	177	820	104	2,4	1,5	15	63
8	227	820	112	2,4	1,5	15	60
10	277	860	119	2,4	1,5	14	60
12	331	910	124	2,4	1,5	13	53
14	385	910	129	2,4	1,5	13	53
16	440	910	132	2,4	1,5	13	53
22	603	910	140	2,4	1,5	13	53
23						15	56
pré-partum 23	630	910	140	2,6	1,6	18	63
post-partum	562		142	2,9	1,7		

<sup>1</sup> Il est possible de calculer les cibles pour les autres races (90 % du poids à maturité à 24 mois).

<sup>2</sup> Hauteur au garrot.

<sup>3</sup> Concentration d'énergie métabolisable. L'EM correspond à peu près à l'EN<sub>m</sub> divisée par 0,6.

<sup>4</sup> Des sources spéciales de protéines non dégradables dans le rumen ne sont généralement pas nécessaires. Si le % de PB correspond aux recommandations, les protéines non dégradées dans le rumen doivent atteindre 25 à 35 % du total des PB.

<sup>5</sup> Pour calculer le ratio PB/EM, multiplier le % des PB par 10, puis diviser par Mcal d'EM/kg.

### Suivi du programme d'élevage des génisses

Comme dans toute entreprise, une des clés du succès consiste à assurer un bon suivi. Il n'existe aucun logiciel vous permettant de savoir si vous êtes en voie d'atteindre vos objectifs ou si vous nourrissez vos génisses adéquatement. Seules les génisses elles-mêmes peuvent témoigner de cela. Il faut mesurer le poids et la taille des animaux au sevrage, à environ 5 mois, au moment de la saillie et tout juste après le vêlage. Si vous ne disposez pas d'une balance, utilisez un ruban barymétrique. Les valeurs obtenues doivent faire l'objet d'une comparaison avec les courbes de poids et de taille qui figurent au tableau 5. Assurez-vous, et c'est très important, que les génisses n'accumulent pas trop de gras. À l'heure actuelle, il n'existe aucune méthode pour évaluer le développement mammaire pendant la phase critique du développement; la longueur des trayons et le volume du pis étant sans intérêt. Au nombre des autres facteurs à contrôler, notons l'ingestion de matière sèche et l'apport énergétique estimatif. Si les génisses affichent un taux de croissance trop élevé, apportez des correctifs à l'alimentation de manière à réduire l'apport énergétique estimatif.

Vous pouvez, par exemple, augmenter la proportion d'ensilage préfané dans la diète, ce qui fera vraisemblablement baisser l'apport énergétique. Pour évaluer l'apport énergétique, il faut appliquer l'équation suivante : prise alimentaire totale du groupe x pourcentage de matière sèche x EM /nombre d'animaux dans le groupe.

## RECOMMANDATIONS

1. Les génisses dont le taux de croissance dépasse 900 g/jour produiront vraisemblablement moins de lait une fois commencée leur carrière de vaches laitières, particulièrement si leur apport en protéines est inadéquat. Les recommandations actuelles du NRC relativement au ratio protéines/calories sont adéquates et ne doivent pas être dépassées. Se reporter au tableau 3 pour un résumé des cibles adaptées aux génisses.
2. Les programmes de croissance accélérée imposent une gestion exemplaire au chapitre de la reproduction et de l'alimentation après la saillie. Si les animaux dans l'enclos de reproduction n'ont pas une diète moins calorique que le reste du groupe, il faut s'assurer que la conception a lieu peu de temps après l'admissibilité à la saillie de manière à réduire les écarts entre les génisses. Les génisses assujetties à un programme de croissance accélérée affichent souvent des taux de croissance inférieurs aux attentes après la saillie. À moins de nourrir et de gérer ces dernières de manière à maintenir un gain de poids supérieur, elles auront probablement un poids vif moins important au vêlage que les génisses du groupe de contrôle et donneront probablement encore moins de lait au moment de la lactation. Les génisses saillies plus tard risquent de stocker trop de gras si elles sont soumises à une diète hypercalorique pendant la gestation.
3. Dans la plupart des exploitations intensives bien gérées, le meilleur âge (du point de vue de la rentabilité) pour le premier vêlage se situe entre 22 et 24 mois. Les génisses qui vêlent à plus de 24 mois auront sans doute un rendement laitier inférieur, à moins que les frais généraux ou le coût des aliments ne soit particulièrement peu élevés, comme c'est souvent le cas dans les exploitations où les génisses sont élevées en pâturage. En contrepartie, un premier vêlage avant l'âge de 22 mois peut accroître les bénéfices tirés du lait si le rendement laitier n'est pas compromis; toutes les recherches réalisées à ce jour démontrent toutefois que le rendement laitier est effectivement compromis dans ce cas. Le vêlage précoce est donc, à mon avis, plutôt risqué.
4. Le coût des aliments est généralement peu élevé (en Mcal d'EM) lorsque les animaux sont mis au pâturage. Des gains de poids de l'ordre de 800 g/jour sont envisageables, même en pâturage, mais nécessitent un régime de pacage intensif et



une supplémentation en céréales. Le vêlage entre 22 et 24 mois demeure donc la solution la plus rentable.

5. Les programmes de croissance accélérée pour les veaux ne semblent pas compromettre le développement mammaire et pourraient même être avantageux. Cela dit, ils sont onéreux et, à moins qu'ils n'aient une incidence favorable sur la santé des animaux ou leur rendement laitier futur, ils me paraissent peu rentables du point de vue économique.
6. Les génisses élevées dans de bonnes conditions environnementales et sous une bonne régie affichent des taux de croissance considérablement plus élevés lorsqu'elles reçoivent une RTM *ad libitum*. Ainsi, si vous formulez votre diète de manière à produire un gain de poids de 800 g/jour, vos génisses pourraient bien prendre 1 000 g/jour. Par conséquent, il importe de contrôler la croissance sur au moins 10 % des individus si vous voulez atteindre les objectifs fixés pour les génisses. Les mesures ainsi obtenues doivent être comparées aux courbes de poids et de taille recommandées.