

Symposium sur les bovins laitiers

Une initiative du
Comité bovins laitiers



Impact économique de la performance de reproduction du troupeau

James D. FERGUSON, D.M.V., M.S.
Professeur

Clinical Nutrition and Reproduction, Animal Health Economics
University of Pennsylvania
School of Veterinary Medicine, Center for Animal Health and Productivity
Pennsylvania, État-Unis

Conférence préparée avec la collaboration de :

David T. GALLIGAN
University of Pennsylvania

Ce texte a été traduit à partir de la version originale anglaise
intitulée : *Approach to Reproductive Programs in Dairy Herds*.

30 octobre 2003
Hôtel des Seigneurs
Saint-Hyacinthe



Résumé analytique

La reproduction a une incidence sur environ 10 % du revenu brut d'une exploitation agricole. La marge brute par vache est maximisée lorsque le taux de gestation du troupeau (efficacité de la gestation) est supérieur à 30 %. L'efficacité de la gestation d'un troupeau est établie en fonction du taux de gestation (TG), lequel est calculé en multipliant le taux de détection des chaleurs (TDC) par le taux de conception (TC). Le revenu brut d'une exploitation agricole est maximisé lorsque le TG est égal ou supérieur à 35 %. Puisque le TC est inférieur à 40 % dans la plupart des exploitations agricoles, le TDC doit s'établir à plus de 80 % pour en arriver à un TG de plus de 30 %. L'efficacité des programmes de reproduction est à son meilleur lorsque ces programmes sont utilisés pour mesurer le TDC. Par ailleurs, les taux de détection des chaleurs pour une première insémination ont une valeur économique supérieure aux taux de détection des chaleurs des inséminations subséquentes. Les méthodes de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandines seule ou combinée à la GnRH représentent, pour les producteurs, une occasion d'amélioration importante en ce qui a trait à l'efficacité reproductive. Les méthodes de synchronisation sont utiles pour les producteurs laitiers puisqu'ils permettent de mesurer le TDC, améliorer le rendement de la main-d'œuvre au chapitre de l'insémination et de coordonner sur une base régulière les activités vétérinaires liées à la surveillance de gestation.

Définitions

Les termes utilisés dans cette présentation comprennent : taux de détection des chaleurs (TDC), période d'attente (PA) et période de reproduction (PR). Le TDC est égal au nombre de vaches inséminées divisé par le nombre de vaches disponibles pour l'insémination sur une période de 21 jours. Le TDC traduit la probabilité qu'a une vache non saillie d'être inséminée au cours des 21 prochains jours. La détection des chaleurs peut se distinguer par rapport à une première insémination (TDCPI) ou à une insémination subséquente à la première intervention (TCDIS). Dans cette présentation, le taux de conception (TC) est défini comme le nombre de gestations confirmées 35 jours ou plus après l'insémination divisé par le nombre total de vaches inséminées pour une intervention ou une période donnée. Le taux réel de conception est généralement plus élevé, mais ne peut être observé en raison du taux élevé de mortalité embryonnaire précédent l'examen de surveillance de gestation. Le TC représente la probabilité qu'a une vache inséminée de devenir gestante. Quant à la période d'attente (PA), elle équivaut au nombre de jours (entre 40 et 60 jours dans la plupart des cas) suivant le vêlage avant qu'une vache soit de nouveau inséminée. La période de reproduction (PR) représente le nombre de jours après la PA pendant lesquels une vache continuera d'être inséminée jusqu'à ce qu'elle soit jugée inapte à la reproduction. On compte généralement 210 jours de PR pour la plupart des vaches et des troupeaux.

Aperçu

On calcule l'efficacité reproductive en unités de temps (nombre de jours jusqu'à la première insémination, nombre de jours qu'une vache est non saillie, intervalle entre les vêlages, âge au premier vêlage) et en fonction de l'utilisation de semence (nombre d'inséminations par conception)⁸. Les unités de mesure de temps comprennent le nombre de jours jusqu'à la première insémination (JPI), l'intervalle entre les vêlages (IEV ou le nombre de jours ou de mois entre deux vêlages successifs), l'intervalle vêlage conception (IVC ou le nombre de jours entre le vêlage et la prochaine conception), l'âge au premier vêlage (APV calculé en mois)^{8, 12, 16}. L'utilisation de semence se mesure en fonction du nombre de conceptions (SPC, soit le nombre de doses de semence utilisées divisé par le nombre total de vaches gestantes) ou du nombre de vaches (nombre de doses de semence utilisées divisé par le nombre total de vaches inséminées). L'APV est exprimé en mois et représente l'âge de la vache au moment de son premier vêlage. On peut également mesurer l'efficacité reproductive d'un troupeau en calculant le taux de réforme ou le taux de remplacement qui représentent respectivement le nombre d'individus qui sont éliminés du troupeau ou qui y sont ajoutés.

L'IEV est une mesure du temps entre deux vêlages successifs et ne se s'applique qu'aux vaches ayant des vêlages séquentiels. Par conséquent, on ne peut parler d'un IEV pour les vaches en première lactation. De plus, il s'agit d'une mesure rétrospective du rendement reproductif qui traduit ainsi la situation lors de périodes antérieures. En revanche, l'IVC représente une mesure plus prospective du rendement reproductif et peut être décrit comme la période entre le vêlage et la prochaine conception. L'IEV prévu est calculé en additionnant 280 jours à la valeur de l'IVC. L'IVC ne peut être mesuré pour les vaches qui ont été inséminées mais dont la gestation n'a pas été confirmée. Le SPC peut être calculé soit pour les vaches dont la gestation a été confirmée, soit pour l'ensemble des vaches inséminées; le SPC décrit alors plutôt le nombre d'unités de semence par vache.

L'IEV est une mesure historique qui nécessite deux vêlages successifs. L'IEV ne traduit pas le rendement reproductif actuel du troupeau. L'IVC constitue une mesure plus actuelle de l'efficacité reproductive, mais il ne peut être calculé pour les vaches inséminées dont la gestation n'a pas été confirmée ni pour les vaches qui n'ont pas été inséminées. Par conséquent, l'IVC ne traduit pas le rendement reproductif de l'ensemble du troupeau. Par ailleurs, l'IVC demeure une mesure historique, puisque les vaches doivent être gestantes pour qu'on puisse en faire le calcul. Ainsi, la confirmation d'une gestation dans le troupeau représente une donnée réelle qui est née il y a entre 4 et 16 mois. Les vaches ayant mis bas au cours des 4 derniers mois ne contribuent que très peu en termes d'information pour le calcul de l'IVC. En général, un troupeau compte entre 40 % et 60 % de vaches gestantes à n'importe quel moment donné. Un des principaux ennuis avec les mesures d'efficacité reproductive conventionnelles, c'est qu'elles ne peuvent être calculées pour la moitié des vaches du troupeau. De plus, l'IVC et l'IEV ne sont pas répartis, dans la plupart des cas, et ne peuvent donc être décrits adéquatement au moyen d'indices statistiques conventionnels comme la moyenne et l'écart-type. Le même problème se pose avec le SPV, puisque les vaches dont la gestation n'a pas encore été confirmée ne sont pas incluses dans le calcul et que le SPV ne constitue pas une statistique répartie normalement.

Ces indices constituent des mesures conventionnelles, mais ils ne représentent pas l'efficacité reproductive de manière très dynamique. Ils ont un moment d'inertie important et évoluent lentement à la suite de modifications des pratiques de gestion de la reproduction en raison de la durée de la gestation qui est de 280 jours chez la vache. Qui plus est, l'IEV et l'IVC sont extrêmement sensibles au taux de réforme et de remplacement dans le troupeau. Ces mesures peuvent afficher différentes valeurs dépendamment du taux de réforme du troupeau. De plus, les vaches qui n'ont pas encore été inséminées et qui ont dépassé la PA ne sont pas incluses dans le calcul de ces mesures. Par conséquent, l'IEV et l'IVC ne représentent pas réellement l'efficacité reproductive du troupeau. Ils devraient être exposés dans un musée, tout comme la règle à calcul et le tube à vide (et l'infusion utérine et l'examen post-partum!), dans la section des instruments de mesure utilisés autrefois qui ont été remplacés par des technologies plus performantes destinées à la mesure de l'efficacité reproductive et à l'amélioration des pratiques de gestion de la reproduction.

Mais les mesures conventionnelles de l'efficacité reproductive recèlent d'autres faiblesses encore plus fondamentales. L'IVC et l'IEV représentent des résultats et ils varient en fonction du TDC, du TC, de la PA et du taux de réforme^{17, 25}. L'efficacité reproductive devrait être définie en fonction des intrants qui déterminent l'IEV et l'IVC qui sont les points de contrôle essentiels du programme de gestion de la reproduction d'une exploitation agricole. Puisque l'intervalle entre les vêlages, l'âge au premier vêlage et le taux de remplacement du troupeau constituent des résultats dont la valeur dépend de l'efficacité avec laquelle on détecte les chaleurs, du taux de conception, de la période de reproduction et de la période d'attente, il est plus aisément de mesurer l'efficacité reproductive d'une exploitation agricole en calculant ces indices. Comme on utilise traditionnellement l'IVC pour rendre compte de l'efficacité reproductive, les données économiques de base seront mesurées en fonction de cet indice. Il existe cependant d'autres mesures plus dynamiques qui seront décrites de manière plus détaillée dans cette présentation.

Considérations économiques du rendement reproductif

Il y a quatre façons d'augmenter le volume de lait produit par une vache par jour au sein d'un troupeau laitier : 1) en procédant à une sélection génétique (fondée sur des programmes de sélection des individus et d'insémination artificielle), 2) en améliorant l'alimentation, 3) en contrôlant mieux les maladies et les facteurs de gestion qui font diminuer le rendement (mammite, métrite, stress de chaleur) et 4) en augmentant l'efficacité reproductive. L'efficacité reproductive a une incidence sur la production laitière quotidienne moyenne, le pourcentage des jours en lait et le nombre moyen de jours en lait d'un troupeau. L'efficacité reproductive a également des répercussions sur le nombre de naissances par année et l'intervalle entre les générations, ce qui influence le gain génétique.

Les fermes laitières tirent la plupart de leurs revenus de la vente de lait, de veaux, de vaches réformées et de génisses de remplacement. De manière générale, la majeure partie (plus de 70 %) des revenus sont dérivés de la vente de lait. L'efficacité reproductive a des répercussions sur les revenus tirés de chacun de ces flux de revenus^{1-5, 14, 17-18, 22, 25}. Les mesures de gestion

agricole influent sur les bénéfices dégagés, puisqu'elles ont une incidence sur les coûts de l'alimentation, de la main-d'œuvre, de semence, des médicaments et des soins vétérinaires. Les problèmes de santé périnatals augmentent les frais fixes associés à chaque lactation. La forme de la courbe de lactation et les frais fixes par lactation ont une incidence sur la période optimale entre les mises bas successives au sein d'un troupeau laitier. Il existe toutefois des règles générales applicables à tous les troupeaux laitiers en vue d'améliorer le rendement reproductif. On considère traditionnellement qu'un intervalle d'un an entre les vêlages constitue la valeur optimale, d'un point de vue économique, pour la plupart des fermes laitières^{12, 16}.

Les produits tirés de la reproduction constituent des revenus d'appoint qui ne sont réalisés que si les animaux ont des vêlages successifs et si le producteur prend les bonnes décisions en ce qui a trait à la réforme. Le rendement économique associé à une bonne efficacité reproductive est variable, en ce sens qu'il fluctue en fonction du flux des animaux dans le troupeau, lequel dépend de la durée et du moment de la lactation jusqu'au prochain vêlage et du remplacement des animaux au sein du troupeau. En revanche, la valeur du lait moins le coût d'alimentation est plus ou moins fixe puisque le producteur peut évaluer, pour une journée donnée, les coûts de l'alimentation comparativement à la production laitière et ainsi déterminer si les rations sont rentables. On ne peut procéder à la même évaluation en ce qui a trait à la reproduction, puisque les frais engagés dans le cadre d'un programme de reproduction ont une incidence sur les revenus futurs.

Les frais de reproduction associés à l'élevage et aux honoraires vétérinaires sont engagés dans le présent, alors que les revenus qui en découlent ne sont constatés que dans le futur, soit au moment de la prochaine lactation. Si une vache est éliminée du troupeau avant sa prochaine lactation ou si elle éprouve des difficultés au moment de mettre bas ou pendant la période post-partum et quitte le troupeau plus tôt que prévu, les revenus normalement tirés des frais de reproduction engagés pour cet animal seront réduits ou inexistant. Les revenus tirés de la reproduction sont particulièrement sensibles au risque à cause du délai entre l'investissement et la constatation. À la différence des coûts d'alimentation, qui peuvent être comparés concurremment avec les coûts de la production laitière, les frais de reproduction sont associés à des revenus futurs qui sont exposés aux risques inhérents au vêlage. Ainsi, l'évaluation économique de la reproduction doit tenir compte de la dimension temporelle et du risque auquel sont exposés les producteurs de ne pas dégager les revenus associés aux frais de reproduction. Parce que les revenus tirés de la reproduction sont constatés dans l'avenir et sont de nature plutôt intangible, les producteurs ne sont pas sensibilisés aux pertes découlant de l'inefficacité reproductive.

La reproduction se répercute sur la production laitière quotidienne, sur le nombre de naissances par année et sur le taux de remplacement des animaux pendant leur durée de vie^{1-5, 14, 17-18, 22, 25}. La quantité de lait produite par vache par jour augmente de 2,93 lb par jour pour chaque tranche de 1 000 lb d'augmentation de la production moyenne sur 305 jours (M305). Par exemple, une exploitation laitière qui produit 18 000 lb affiche une moyenne de 57,28 lb de lait par jour, alors qu'une exploitation qui affiche 62,99 lb de lait par jour produit 20 000 lb M305. Chaque augmentation de l'IVC se traduit par une diminution de la production de lait quotidienne selon la fonction M305 (-0,00397 lb + -0,00168*M305). À 18 000 lb M305, la diminution de la production par jour sur 40 jours est égale à -0,0342 lb; à 20 000 lbs M305, cette diminution par

jour sur 40 jours atteint -0,0375 lb. Plus la production est élevée, plus les pertes sont importantes. La diminution de la production de lait par jour qui s'intensifie à mesure qu'augmente l'IVC constitue le principe de base de l'évaluation de l'efficacité reproductive.

En raison de la forme de la courbe de lactation, le ratio bénéfices - coûts d'alimentation n'est pas uniforme du début à la fin de la lactation. Les revenus sont supérieurs au début de la lactation. Environ 50 % du ratio bénéfices - coûts d'alimentation est enregistré dans les 100 à 120 jours après le vêlage. L'autre moitié est réalisée dans les prochains 200 jours de lactation. Par conséquent, la valeur du lait produit au cours de la lactation varie dans le temps. Le lait produit dans les 100 premiers jours de la lactation a une valeur trois fois supérieure au lait produit durant la seconde moitié de la lactation. Les producteurs dégagent un meilleur bénéfice lorsque les vaches passent une plus grande proportion de leur vie dans un état de début de lactation que dans un état de fin de lactation.

Les flux de trésorerie relatifs à la reproduction sont mesurés sur plusieurs horizons temporels, soit par jour, par année et par génération. Avant que la génisse ne mette bas pour la première fois, les bénéfices sont négatifs, puisque les coûts associés à l'élevage s'accumulent jusqu'au premier vêlage. Une fois qu'elle a mis bas, les revenus tirés de la vente de son lait engendrent un bénéfice plutôt qu'une perte. Les revenus ne sont pas stables pendant la période suivant le vêlage, mais fluctuent plutôt selon la courbe de lactation. Comme la production laitière a lieu sur une longue période, le prix du lait est également susceptible de fluctuer au cours de la lactation et ainsi se répercuter sur les bénéfices. En général, les vaches sont réformées après leur troisième lactation. Les coûts et les revenus accumulés peuvent être combinés en une courbe représentant les flux de trésorerie.

Il existe des méthodes de calcul des bénéfices tirés de la reproduction qui tiennent compte de la dimension temporelle. Ces méthodes comprennent l'actualisation et l'ajustement en fonction des risques et des versements périodiques. Les flux de trésorerie à vie sont ainsi actualisés selon la durée du cumul, puis calculés sur une année ou sur un mois à l'aide d'un facteur d'actualisation. Comme la durée du séjour de chaque animal au sein du troupeau varie, les formules d'actualisation permettent de mettre tous les animaux sur le même pied et de comparer leur rentabilité en dollars. La valeur actualisée nette (VAN) permet d'établir la valeur actuelle d'une vache à n'importe quel moment de son cycle de vie active.

Il est évident que les vaches qui ont une grande valeur au sein d'un troupeau sont celles qui sont sur le point de mettre bas pour la première fois¹⁻⁵. La VAN augmente de la naissance au premier vêlage, puis recule pendant la première lactation. Elle progresse ensuite légèrement après le deuxième vêlage, puis diminue pendant la deuxième lactation. C'est donc au moment du premier vêlage que la VAN est à son maximum; elle diminue ensuite pendant toute la vie de l'animal, et affiche de légères hausses avant chaque lactation. La diminution de la valeur d'un animal est imputable à la baisse de la production laitière future après chaque vêlage successif et à l'augmentation du risque de réforme^{1-5,14}. Lorsque la VAN d'une vache est inférieure à celle d'une génisse de remplacement, le producteur devrait la réformer^{1-5,14}. Ceci se produit généralement après la troisième lactation. Les vaches à rendement supérieur ont une durée de vie active plus

longue au sein du troupeau. De manière générale, la rentabilité d'un troupeau est améliorée par les mesures de gestion qui produisent une courbe de VAN où les valeurs à gauche sont plus élevées. Les mesures de gestion qui permettent de réduire les coûts de l'alimentation, d'augmenter la production (bST, 3^e lactation), de contrôler la mammite et de réduire le coût des soins vétérinaires se traduisent par une augmentation de la VAN.

Les vaches qui ont un APV et un IEV inférieurs permettent au producteur de tirer des gains plus tôt et ont une VAN supérieure que les vaches qui ont un APV et un IEV supérieurs. Les considérations économiques font en sorte que l'on priviliege un intervalle plus court entre les vêlages. Cependant, certaines contraintes de nature physiologiques (involution et rétablissement de l'utérus, reprise de l'activité ovarienne après le vêlage et gestation d'une durée fixe de 280 jours) viennent limiter le nombre minimal de jours requis entre chaque vêlage. Par conséquent, il est rare que l'on observe un intervalle entre les vêlages de moins de 10,2 mois. Les IEV très courts sont attribuables, dans bien des cas, à des avortements ou à des vêlages prématurés et entraînent souvent une perte de production de l'ordre de 2 000 lb.

En revanche, il existe certains incitatifs économiques en faveur d'un IEV plus long, par exemple : les coûts associés au vêlage (surtout si le troupeau a un taux élevé de maladies post-partum) et la prolongation de la production laitière. Les frais engagés relativement à chaque nouvelle lactation encouragent également les producteurs à favoriser un IEV plus long. Dans cette optique, l'utilisation de la bST a été suggérée en vue de retarder l'insémination. Cependant, même si les frais engagés relativement à la lactation sont fixés à 300 \$ pour les soins vétérinaires et l'administration de bST, les IEV plus longs ne sont pas plus rentables. On ne fait alors que réduire les pertes. La très vaste majorité des arguments économiques favorisent un IEV plus court. Par conséquent, la plupart des modèles économiques suggèrent un IEV variant de 365 à 395 jours comme valeur optimale au sein des troupeaux laitiers.

Le taux de gestation comme mesure de l'efficacité reproductive et de la rentabilité

Le rendement reproductif dépend de quatre facteurs : le taux de détection des chaleurs, le taux de conception, la période d'attente et la période de reproduction^{13, 14, 17-18, 22, 25}. La PA devrait être suffisamment longue pour permettre l'involution complète de l'utérus après le vêlage et le passage de deux cycles œstraux avant de procéder à l'insémination (Wilcox). Dans la plupart des troupeaux laitiers, la période d'attente (PA) dure normalement entre 40 et 60 jours. Le taux de conception peut être réduit si l'insémination est faite avant que l'involution de l'utérus ne soit terminée et que le troisième cycle œstral après le vêlage n'ait eu lieu.

La durée de la reproduction est une donnée variable qui devrait être établie pour chaque vache en fonction de sa production laitière et de son âge^{1-5, 13, 14}. Les vaches dont le rendement est supérieur ont des périodes de reproduction plus longues que les vaches moins performantes. Les vaches plus âgées ont des périodes de reproduction plus courtes que les vaches plus jeunes en raison de la probabilité d'une diminution de la production laitière totale future. De manière générale, les producteurs essaient d'établir la période de reproduction de manière à ce que 85 % des vaches ou plus soient gestantes pour la plus courte période possible. La période de

reproduction moyenne pour une vache moyenne dure pendant au moins 10 cycles œstraux, soit 210 jours suivant la PA.

Les taux de détection des chaleurs et de conception servent à déterminer l'efficacité avec laquelle il est possible d'inséminer les vaches après la PA et, en bout de ligne, la période de reproduction nécessaire pour atteindre un taux de gestation de 85 %. Plus le TDC et le TC sont élevés, plus la période de reproduction nécessaire à l'atteinte d'un taux de gestation de 85 % est courte. Le taux de gestation (TG) est une mesure statistique qui traduit bien l'efficacité de la reproduction après la PA et qui se calcule en multipliant le taux de détection des chaleurs par le taux de conception. Esselmont a décrit cette mesure comme le facteur de fertilité d'un troupeau. Le TG représente la proportion de vaches non saillies qui deviennent gestantes tous les 21 jours pendant la période de reproduction. Théoriquement, cette valeur peut atteindre 63,75 % (si le TDC est de 85 % et le TC est de 75 %) puisque $6375 = 0,85 \times 0,75$. Dans la plupart des troupeaux laitiers, le taux de gestation s'établit entre 15 % et 25 %. Le taux de gestation sert à déterminer le nombre de jours où les vaches sont non saillies et les cas de réforme pour cause d'infertilité.

Le taux de gestation peut être calculé à partir des courbes de survie^{6-7, 11}. Les courbes de survie servent à illustrer la fréquence des échecs (de gestation) par rapport au temps (jours depuis la plus récente insémination). La proportion de vaches non saillies est illustrée par rapport au nombre de jours depuis la plus récente insémination. Lorsque la plus récente insémination donne lieu à une gestation, la courbe des échecs baisse (de 100 % : aucune vache gestante à 0 % : toutes les vaches sont gestantes). La courbe des échecs commence à baisser à partir de 100 % à la fin de la PA. Les vaches qui ne sont toujours pas gestantes à mesure que le temps passe risquent la réforme pour cause d'infertilité. Le TG représente les probabilités de gestation sur un cycle de 21 jours. L'IVC moyen est atteint lorsque 50 % des vaches ont échoué l'insémination.

Utilisé comme mesure de l'efficacité reproductive, le taux de gestation présente certains avantages sur les mesures traditionnelles comme l'IVC et l'IEV¹¹. La fonction de survie est utile pour tenir compte des valeurs tronquées (comme les vaches réformées et les vaches dont la gestation n'a pas encore été confirmée), ce qui réduit les erreurs dans l'évaluation de l'efficacité reproductive. De plus, il est possible de procéder à une analyse statistique de la courbe des échecs en vue de définir tout changement dans le rendement du troupeau. L'évaluation du TDC et du TC du troupeau permet d'établir le TG qui détermine le taux de survie future du troupeau. Il est possible de fixer des objectifs en ce qui a trait au TDC et au TC, ce qui permet d'établir le TG, l'IVC et le taux de réforme pour cause d'infertilité. Par conséquent, le TG constitue une mesure des plus prospectives pour l'évaluation de l'efficacité reproductive d'un troupeau.

Quel devrait être le TG d'un troupeau ? Quelle valeur permet de maximiser les bénéfices tirés des investissements ? Selon nos données, la marge brute par vache comparativement à un TG variant de 0 à 1,00. Ces données ont été produites à l'aide du programme Diary Oracle qui sert à évaluer le rendement économique de la gestion¹³. La marge brute se rapproche de la courbe et n'augmente que très peu si le TG est à 35 %. Pour maximiser les bénéfices associés à une bonne efficacité reproductive, il faut que le taux de gestation s'établisse à 35 % ou plus. Les revenus n'augmentent que très peu au-dessus de 35 %. Quand le taux de gestation passe de 15 % à

20 %, les revenus bruts par vache augmentent de 150 \$ à 200 \$ par vache, par année. Quand le taux de gestation passe de 20 % à 25 %, les revenus bruts augmentent de 100 \$ à 150 \$ par vache, par année. Finalement, quand le taux de gestation passe de 25 % à 35 % les revenus bruts augmentent de 50 \$ à 100 \$ par vache, par année. Lorsque le taux de gestation dépasse le cap des 35 %, les revenus marginaux additionnels sont moins élevés. Par conséquent, le rendement économique optimal est atteint lorsque le taux de gestation est égal à 35 %.

Les facteurs qui influent le plus sur la reproductivité d'un troupeau

Pour bien contrôler l'efficacité reproductive des troupeaux laitiers, il importe de connaître les facteurs qui l'affectent le plus. Le Tableau 1 présente les résultats de 3 000 simulations effectuées à partir de toutes les combinaisons possibles de TDC et de TC entre 0,1 et 1,0 et d'une PA variant de 40 jours à 80 jours. Les données relatives à la détection des chaleurs ont été subdivisées en fonction de l'insémination (première insémination ou insémination subséquente). Le tableau 1 présente les coefficients de régression pour chacune des variables par rapport aux variables dépendantes liées à l'IEV et à la réforme pour cause d'infertilité décrits en pourcentage du troupeau. Sous chaque variable figure la racine carrée partielle pour cette variable en particulier, laquelle racine carrée décrit la variable dépendante liée aux autres variables du modèle.

La détection des chaleurs pour la première insémination (TCDPI) représente 42 % de la variation du l'IEV. On a déjà observé le rôle important que joue le TDC dans l'efficacité reproductive, particulièrement en ce qui a trait aux premières inséminations^{9, 10, 20-21}. La PA et le TC représentent respectivement 25 % et 24 % de la variation de l'IEV. Les producteurs qui désirent contrôler l'IEV dans leur troupeau doivent donc d'abord contrôler le TDCPI. Le taux de réforme des vaches pour cause d'infertilité diminue en fonction du TC, du TDCIS (taux de détection des chaleurs pour les inséminations subséquentes) et du TDCPI. La PA n'a aucune incidence sur le taux de réforme pour cause d'infertilité, puisque la période de reproduction a été établie en fonction de la PA et non en fonction du nombre de jours en lait.

Tableau 1. Incidence des facteurs de gestion sur les mesures de l'efficacité reproductive

MESURE	Point d'interception	TDCPI	TDCIS	TC	PA
IEV (moyenne)	13,17	-2,41	-0,41	-1,84	0,033
χ^2 partielle		0,42	0,01	0,24	0,25
Taux de réforme (%)	76,82	22,33	-18,61	-60,82	
χ^2 partielle		0,078	0,080	0,58	

Les données compilées dans le Tableau 1 montrent que c'est le TDCPI qui a la plus d'incidence sur l'IEV. Ceci corrobore les données publiées par Heeversche⁹, Jansen *et al.*¹⁰, Pecsok *et al.*²⁰⁻²¹ et Rounsaville²⁵ qui ont conclu que l'IVC et l'IEV sont les facteurs les plus déterminants de l'efficacité avec laquelle les chaleurs sont détectées dans une exploitation agricole. Par ailleurs, les données ci-dessus illustrent que le TDCPI est plus efficace que le TDCIS pour contrôler le rendement reproductif d'un troupeau. On peut déduire de ces données que les programmes de reproduction devraient être structurés de façon à faire en sorte que le TDCPI ait la plus grande incidence possible sur l'IEV. La PA et le TC sont de moins grande importance à cet égard. C'est le TC qui a la plus grande incidence sur le taux de réforme pour cause d'infertilité. Plus les vaches inséminées deviennent gestantes rapidement (ce qui est plus probable lorsque le taux de conception est élevé), moins elles ont de chances d'être réformées pour cause d'infertilité.

Programmes de gestion de la reproduction

Les programmes de gestion de la reproduction doivent être structurés de manière à contrôler d'abord le TDCPI. Trop souvent, les programmes de reproduction assistée sont centrés sur un examen vétérinaire post-partum dans le but de contrôler le TC. Ces programmes se sont montrés inefficaces pour le maintien de l'efficacité reproductive des troupeaux laitiers. Au cours des 30 dernières années, le rendement reproductif a diminué, malgré la diffusion d'une grande quantité d'information sur les avantages économiques de la gestion de la reproduction. On peut expliquer ce recul, d'une part, par une application inadéquate des techniques permettant de contrôler la reproduction au sein des troupeaux laitiers. D'autre part, certains producteurs ont investi des ressources financières dans des activités non rentables associées à des programmes de gestion de la reproduction, réduisant les ressources disponibles pour d'autres activités plus rentables.

Depuis la création d'outils permettant de contrôler le TDCPI, les troupeaux dont le TDC est inférieur à 70 % devraient être soumis à des programmes de synchronisation tel que Ovsynch, Targeted Breeding ou une combinaison de ces deux programmes^{6-7, 15, 23}. Puisque ces derniers sont décrits dans d'autres ouvrages^{6-7, 15, 23}, ils ne font pas l'objet d'une analyse dans cette présentation. Le lecteur est prié de consulter la bibliographie pour en savoir davantage à ce sujet.

La réussite des programmes de synchronisation est toutefois tributaire de certains critères bien précis. Premièrement, il faut disposer de suffisamment de données pour faire en sorte que les injections administrées aux vaches soient échelonnées adéquatement dans le temps après leur

vêlage. Pour tirer profit d'un programme de synchronisation, il faut que la majorité (plus de 85 %) des vaches y soient soumises. Donc, il faut des données.

Deuxièmement, pour avoir une incidence sur le rendement du troupeau, ces programmes doivent permettre d'amener le TDCPI à plus de 80 %. Si le TDCPI n'est pas supérieur à 80 %, on ne peut s'attendre à des améliorations par rapport aux résultats actuels. Cela signifie, pour la plupart des exploitations agricoles, qu'on doit procéder à une insémination programmée pour un certain pourcentage de vaches. Comme Ovsynch sert à programmer l'ovulation, 100 % des vaches doivent subir une insémination programmée. Targeted Breeding nécessite plutôt une insémination programmée pour 20 % à 25 % des vaches, et ce, au moyen de deux inséminations distinctes, généralement à 24 heures d'intervalle. L'insémination programmée à l'aide de Targeted Breeding nécessite que les vaches suivent leur cycle d'ovulation.

Troisièmement, les programmes doivent être appliqués selon un échéancier, soit hebdomadaire ou bimensuel. Il faut que les injections soient administrées le bon jour de la semaine afin de pouvoir coordonner les autres activités avec le programme de synchronisation.

Quatrièmement, les programmes doivent comprendre une vérification précoce de la gestation afin de contrôler le TDCIS. Pour ce faire, le toucher rectal constitue une méthode relativement fiable et peut être effectué entre 32 jours et 38 jours suivant l'insémination. L'ultrasonoscopie peut quant à elle être effectuée entre 25 jours et 28 jours après l'insémination, alors que la mesure de la concentration de progestérone dans le lait peut être prise 28 jours après l'insémination. Ces examens servent à prévoir avec suffisamment de précision quelles vaches ne sont pas gestantes et doivent donc faire l'objet d'une autre insémination au moment de la prochaine synchronisation. Les vaches à surveiller le plus étroitement sont celles qui demeurent saillies au moment de l'examen de contrôle de la gestation. Ces dernières doivent être incluses dans un autre programme de synchronisation en vue de contrôler le nombre de jours entre les inséminations. Le pourcentage des vaches ayant un intervalle entre les inséminations de 48 jours ou plus devrait être inférieur à 15 %.

Et, cinquièmement, il faut coordonner le calendrier d'insémination et le TC pour les cohortes de vaches pendant les différents cycles du programme. Les programmes de synchronisation divisent le troupeau en cohortes de vaches²³, ces dernières sont donc gérées, du point de vue de la reproduction, en groupes. Chaque mois, il est possible d'évaluer le calendrier de la première insémination (les vaches devant subir une première insémination au cours du mois), la proportion des vaches ayant subi une première insémination au cours des 21 jours suivant la PA (TDCPI : objectif > 80 %), les vaches inséminées au cours du dernier mois) de même que le TC des vaches ayant subi une première insémination (les vaches inséminées au cours du dernier mois) et des vaches ayant subi une insémination subséquente (les vaches non saillies lors du contrôle de gestation de ce cycle et devant être incluses de nouveau dans un programme de synchronisation et les vaches réinséminées qui étaient non saillies lors du contrôle de gestation du cycle précédent). Le taux de réussite du programme est donc facile à évaluer chaque mois. Le TG peut être calculé en multipliant le pourcentage des premières inséminations à l'intérieur des 21 jours

suivant la PA par le TC du groupe. Le TG sera évident entre 30 jours et 35 jours après l'insémination pour chaque cohorte de vaches.

Le contrôle des cohortes de vaches permet d'identifier facilement tout problème dans le troupeau^{11, 23}. Un TC faible enregistré pour une cohorte de vaches est étroitement associé à une diminution de la condition physique, à des problèmes au moment du vêlage ou à des changements saisonniers. Un taux d'insémination peu élevé (c'est-à-dire égal ou inférieur à 80 %), indique que l'efficacité reproductive sera faible pour cette cohorte de vaches. Le TG de chaque cohorte permettra d'établir l'IEV du troupeau.

Comparaison des programmes

Il existe trois types de programmes de base destinés à la synchronisation des chaleurs pour les bovins laitiers : 1) les programmes à base d'injections de prostaglandines bimensuelles, 2) les programmes Presynch et Ovsynch et 3) les programmes à base d'implants de progestérone (les « CIDR ») combinés à des injections de prostaglandines et de GnRH là où l'utilisation de la progestérone a été homologuée. Comme les programmes CIDR n'ont pas été homologués pour utilisation chez les bovins laitiers aux États-Unis, nous avons comparé les données économiques liées aux effets de l'utilisation de la progestérone et des programmes Presynch et Ovsynch sur le rendement des troupeaux. Les programmes de synchronisation exigent que l'on contrôle la régression lutéale et le recrutement folliculaire. Mieux on contrôle ces deux événements, plus on aura de succès avec l'insémination programmée dans un groupe de vaches donné.

Les programmes à base de prostaglandines prévoient des injections séquentielles aux deux semaines. Ainsi, tous les 14 jours, des cohortes de vaches sont inséminées. Seulement 60 % à 70 % des vaches ayant reçu une première injection de prostaglandines seront en chaleur entre la 1^{re} et la 7^e journée suivant le traitement. L'efficacité avec laquelle on détecte les chaleurs détermine la proportion de vaches à inséminer. Deux semaines après la première injection, toutes les vaches qui n'ont pas été inséminées reçoivent une autre injection. Plus de 90 % des vaches devraient alors être en chaleur entre la 1^{re} et la 7^e journée suivant cette injection. La plupart des vaches (plus de 70 %) seront en chaleur le 3^e ou le 4^e jour suivant la seconde injection, bien que les vaches doivent subir une deuxième insémination entre 80 et 104 heures après l'injection puisque l'ovulation n'est pas parfaitement synchronisée. Les injections séquentielles de prostaglandines accroissent le TDC en augmentant le nombre d'œstrus sur une période de 21 jours. Le nombre potentiel d'œstrus augmente pour atteindre 167 % (35 œstrus potentiels sur 21 vaches sur une période de 21 jours).

Le système Ovsynch est quant à lui fondé sur des injections séquentielles de GnRH, de prostaglandines (PGF), puis de GnRH destinées à synchroniser l'œstrus et l'ovulation. Par conséquent, l'insémination peut être faite de manière programmée entre 12 et 24 heures suivant la dernière injection de GnRH. On administre les prostaglandines 7 jours après l'injection de GnRH, et on administre la seconde dose de GnRH 2 jours plus tard. Le stade de développement folliculaire au moment de la première injection de GnRH est important. Il faut la présence d'un follicule dominant dans l'ovaire pour que l'injection de GnRH produise une vague folliculaire avant

l'administration des prostaglandines. En l'absence d'une nouvelle vague folliculaire, l'ovulation ne sera pas adéquatement synchronisée. L'administration d'une dose de prostaglandines 14 jours avant la première dose de GnRH favorise la synchronisation.

La principale différence entre ces programmes, c'est que le système d'injections séquentielles à base de prostaglandines, au contraire des programmes Presynch et Ovsynch, exige que les chaleurs soient adéquatement détectées sur une période précise. Les programmes Presynch et Ovsynch sont fondés sur une injection initiale de prostaglandines, administrée 2 semaines avant la première injection de GnRH, afin d'assurer une plus grande synchronisation parmi les vaches. Ovsynch utilisé seul peut assurer la synchronisation d'environ 65 % des vaches alors que la combinaison Presynch-Ovsynch permet d'atteindre un taux de synchronisation d'environ 90 % des vaches.

Nous avons mis au point un modèle de feuille de calcul permettant de comparer différents programmes : PGF pour la synchronisation de la 1^{re} insémination seulement, PGF pour la synchronisation de la 1^{re} insémination et des vaches non gestantes lors de l'examen de gestation, PGF et inséminations programmées pour les vaches à qui on administre deux injections (donc deux inséminations), Ovsynch pour la 1^{re} insémination, Ovsynch pour la première insémination et pour l'examen de gestation et, finalement, la combinaison Presynch-Ovsynch. Le TDC et le TC varient de 10 % à 100 %. Les coûts de la semence, la valeur des vaches réformées, la valeur des vaches gestantes, les coûts associés à la PGF et à la GnRH de même que la PA peuvent être fixés par l'utilisateur. Les données de base sont les suivantes : PA de 50 jours, valeur des vaches réformées de 400 \$CA, valeur des vaches gestantes de 2 700 \$CA, coûts de la semence de 15 \$CA, coûts de la PGF de 5,00 \$CA par injection, et de la GnRH de 3,10 \$CA par injection. La période de reproduction utilisée dans ce modèle compte 17 cycles œstraux. L'efficacité reproductive peut être changée pour chacun des programmes. Le Tableau 2 présente les résultats.

Tableau 2. Comparaison des programmes d'insémination

TDC	0,40	0,60	0,40	0,80	0,80
TC	0,35	0,35	0,65	0,35	0,65
Troupeau de base	961	1 249	1 398	1 436	1 670
PGF 1 ^{re} insémination	1 024	1 285	1 469	1 453	1 672
PGF 1 ^{re} ins. + exam.	1 085	1 323	1 509	1 463	1 674
PGF + ins. programmée 1 210	1 346	1 607	1 463	1 676	
Ovsynch 1 ^{re} ins.	1 065	1 274	1 519	1 426	1 668
Ovsynch 1 ^{re} ins. + exam.	1 264	1 348	1 629	1 436	1 671
Presynch – Ovsynch	1 381	1 429	1 651	1 479	1 666

Le troupeau de base est associé à un bénéfice de 961 \$ par animal par année grâce au programme de reproduction. Tous les programmes ont permis d'augmenter le ratio bénéfices – coûts de reproduction (RBCR) comparativement au troupeau de base où le TDC est de 40 % et le TD est de 35 %. À mesure que le TDC augmente et passe à 60 % et à 80 % alors que le TC

demeure fixe à 35 %, le RBCR augmente. Les bénéfices complémentaires diminuent dans chacun des programmes. L'augmentation du TC à 65 %, avec un TDC de 40 %, entraîne une amélioration dans le cadre de tous les programmes. Ce qu'il faut retenir, c'est que ces programmes sont avantageux pour les troupeaux au sein desquels le TDC est inférieur à 70 %. Même si le TC est élevé, il y a encore des avantages à tirer si le TDC est inférieur à 70 %.

Bibliographie

¹Dijkhuizen, A.A., Stelwagen, J. et Renkema, J.A., *Economic Aspects of Reproductive Failure in Dairy Cattle. I. Financial Loss at Farm Level*, Preventive Vet. Med., 3:251-263, 1984.

²Dijkhuizen, A.A., Renkema, J.A. et Stelwagen, J., *Economic Aspects of Reproductive Failure in Dairy Cattle. II. The Decision to Replace Animals*, Preventive Vet. Med., 3:265-276, 1984.

³Dijkhuizen, A.A., Stelwagen, J. et Renkema, J.A., *A stochastic model for the simulation of management decisions in dairy herds, with special reference to production, reproduction, culling, and income*, Prev. Vet. Med., 4:273-289, 1986.

⁴Dijkhuizen, A.A. et Stelwagen J., *An economic comparison of four insemination and culling policies in dairy herds by method of stochastic simulation*, Livestock Prod. Sci., 18:239-252, 1988.

⁵Esslemont, R.J. Et Eilis, P.R., *Components of herd calving interval*, Vet. Rec., 95:319-320, 1974.

⁶Ferguson, J.D. et D.T. Galligan, *Prostaglandin Synchronization Programs in Dairy Herds – Part 1*, The Compen. Cont. Ed. North Am. Edition. Dairy Production Management, 15(4): pp. 646-654, 1993.

⁷Ferguson, J.D. et D.T. Galligan, *Prostaglandin Synchronization Programs in Dairy Herds – Part II*, The Compen. Cont. Ed. North Am. Edition. Dairy Production Management, 15(8): pp 1127-1130, 1993.

⁸Fetrow, J., D. McClary, R. Harman, K. Butcher, L. Weaver, E. Studer, J. Ehrlich, W. Etherington, W. Guterbock, D. Klingborg, J. Reneau et N. Williamson, *Calculating selected reproductive indices: Recommendations of the American Association of Bovine Practitioners*, J. Dairy Sci., 73:78-90, 1990.

⁹Heersche, G., Jr, et Nebel, R.L., *Measuring Efficiency and Accuracy of Detection of Estrus*, J. Dairy Sci., 77:2754-2761, 1994.

¹⁰Jansen J., Dijkhuizen A.A. et Sol, J., *Parameters to monitor dairy herd fertility and their relation to financial loss from reproductive failure*, Prev. Vet. Med., 4:409-418, 1987.

¹¹Lee, L., Ferguson, J.D. et Galligan, D., *Disease and reproduction in Holstein cattle assessed by survival analysis*, J. Dairy Sci., 72:1020-1026, 1989.

¹²Louca, A. et Legates J.E., *Production losses in dairy cattle due to days open*, J. Dairy Sci., 51:573, 1968.

¹³Marsh, W.E. et Morris, R.S., *ORACLE: Predicting performance in dairy and swine herds*, travaux du 4th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Singapore, Novembre 1986, pp. 259-261.

¹⁴Marsh, W.E., Dijkhuizen, A.A. et Morris, R.S., *An economic comparison of four culling decision rules for reproductive failure in United States dairy herds using Dairy ORACLE*, J. Dairy Sci., 70:1274-1280, 1987.

¹⁵Nebel, R.L. et S.M. Jobst, *Evaluation of Systematic Breeding Programs for Lactating Dairy Cows. A review*, J. Dairy Sci., 81:1169-1174. 1998.

¹⁶Olds, D., Cooper, T. et Thrift, F.A., *Effects of days open on economic aspects of current lactation*, J. Dairy Sci., 62:1167-1170, 1979

¹⁷Oltenacu, P.A., Milligan, R.A., Rounsville, T.R., et al., *Modeling reproduction in a herd of dairy cattle*, Agric. Sys., 5:193-206, 1980.

¹⁸Oltenacu P.A., Rounsville, T.R., Milligan, R.A. et Foote, R.H., *Systems analysis for designing reproductive management programs to increase production and profit in dairy herds*, J. Dairy Sci., 64:2096-2104, 1981.

¹⁹Oltenacu, P.A., Ferguson, J.D. et Lednor, A.J., *Economic evaluation of pregnancy diagnosis in dairy cattle: A Decision Analysis Approach*, J. Dairy Sci., 73:2826-2831, 1990a.

²⁰Pecsok, S.R., McGilliard, M.L. et Nebel, R.L., *Conception Rates. 1. Derivation and Estimates for Effects of Estrus Detection on Cow Profitability*, J. Dairy Sci., 77:3008-3015. 1994a.

²¹Pecsok, S.R., McGilliard, M.L. et Nebel, R.L., *Conception Rates. 2. Economic Value of Unit Differences in Percentages of Sire Conception Rates*, J. Dairy Sci., 77:3016-3021, 1994b.

²²Plaizier, J.C.B., G.J. King, J.C.M. Dekkers et K. Lissemore, *Estimation of economic values of indices for reproductive performance in dairy herds using computer simulation*, J. Dairy Sci., 80:2775-2783, 1997.

²³Pursley, J.R., M.W. Kosorok et M.C. Wiltbank, *Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation*, J. Dairy Sci., 80:301-306, 1997.

²⁴Pursely, J.R., R.W. Silcox et M.C. Wiltbank, *Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows*, J. Dairy Sci., 81:2139-2144, 1998.

²⁵Rounsville, T.R., Oltenacu, P.A., Milligan, R.A. et al., *Effects of heat detection, conception rate, and culling policy on reproductive performance in dairy herds*, J. Dairy Sci., 62:1435-1442, 1979.

²⁶Thatcher, W.W. et C.J. Wilcox, *Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in the dairy cow*, J. Dairy Sci., 56:608-610. 1973.