



## CAP SUR LA PÉRENNITÉ

Le jeudi 29 octobre 2009

Best Western Hôtel Universel, Drummondville

# Situation québécoise en santé du pis et qualité du lait

**Jérôme CARRIER**, D.M.V., M.Sc., Ph.D.  
Médecin vétérinaire conseil

Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec  
Saint-Hyacinthe

*Conférence préparée avec la collaboration de :*

**Simon DUFOUR**, D.M.V., étudiant au doctorat, agronome  
Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine  
Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal  
Saint-Hyacinthe

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



Pour commander le cahier des conférences, consultez

[le catalogue des publications du CRAAQ](#)



Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec

Comité bovins laitiers

# Situation québécoise en santé du pis et qualité du lait

## Faits saillants

- ❖ Les infections intra-mammaires sont la principale raison d'une augmentation des comptages des cellules somatiques (CCS), un déterminant important de la qualité du lait. Donc, si on veut réduire les CCS, il faut penser à réduire le nombre d'infections présentes et à prévenir l'apparition de nouvelles infections.
- ❖ Les pertes économiques lors de mammite clinique sont évidentes (baisse de production marquée, retrait de lait, mortalité, réforme prématurée, coûts des médicaments et frais vétérinaires). Cependant, les infections intra-mammaires ne présentant pas de signes visibles de mammite (c.-à-d. les infections sous-cliniques) sont beaucoup plus fréquentes, causent aussi des pertes de production importantes et sont la cause principale d'élévation du CCS d'un troupeau. L'amélioration de la santé du pis à la ferme possède donc un potentiel de gains importants.
- ❖ Parmi les provinces canadiennes qui produisent le plus de lait (Québec, Ontario, Alberta et Colombie-Britannique), c'est au Québec que les CCS moyens sont les plus élevés.
- ❖ Une stratégie provinciale concertée sur la santé du pis, incluant des activités de formation, sera présentée à l'automne 2009 et à l'hiver 2010 aux vétérinaires, aux intervenants et aux producteurs laitiers du Québec par l'Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec, en collaboration avec la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, Valacta et le Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine.

## Introduction

Le Québec est un joueur majeur en production laitière au Canada. Ce texte se veut donc un bref résumé de la situation québécoise en matière de qualité du lait (principalement en relation avec les comptages de cellules somatiques) et en matière de santé du pis, des concepts intimement reliés. L'impact de la mammite, la maladie la plus fréquemment rencontrée sur nos fermes laitières, sera aussi discuté. Enfin, à la lumière de ces analyses, une piste de solution sera présentée.

## **Quel est le lien entre la santé du pis et la qualité du lait?**

### **Que sont les cellules somatiques?**

Le lait contient toujours une certaine quantité de cellules, en plus de ses différents composants (eau, lactose, gras, protéines, minéraux et vitamines). Ces cellules sont appelées cellules somatiques (du grec *soma* : corps, par opposition aux cellules reproductrices).

Les 2 grands types de cellules somatiques rencontrés sont les cellules épithéliales et les leucocytes. Les cellules épithéliales sont des cellules qui tapissent normalement l'intérieur du pis et qui se sont détachées des alvéoles, alors que les leucocytes (c.-à-d. globules blancs) sont des cellules du système immunitaire. Même en l'absence d'infection intra-mammaire, plus de 85 % des cellules somatiques du lait sont des leucocytes, alors que cette proportion passe à plus de 99 % si un quartier doit combattre une infection (Schukken et coll., 2003). Le nombre de cellules par ml de lait varie normalement entre 5 000 et 10 millions environ, pour un échantillon composite du lait des 4 quartiers d'une vache.

### **Un CCS trop élevé nuit à la qualité du lait de 2 façons**

D'abord, un CCS augmenté réduit la durée de conservation du lait de consommation en étalage. En effet, le lait contenant un nombre élevé de cellules somatiques contient aussi une plus grande quantité de substances normalement retrouvées dans le sang, comme des enzymes qui peuvent dégrader les protéines ou les lipides, dont la plasmine. De plus, les leucocytes eux-mêmes contiennent des substances chimiques qui les aident dans leur rôle de défense. Avec le temps, ces substances amènent une dégradation plus importante des protéines et des lipides du lait et, par conséquent, une réduction plus rapide des qualités organoleptiques du lait, et cela, même si le lait a été pasteurisé (Ma et coll., 2000).

De plus, l'une des protéines qui subit davantage de dégradation lorsque le CCS est élevé est la caséine, la protéine principale du lait (du latin *caseus* = fromage). Un lait au CCS élevé aura donc un rendement fromager plus faible (Barbano et coll., 1991). Bien que cet effet sur le rendement fromager soit plutôt faible en comparaison de l'effet des composants du lait, il est tout de même important financièrement.

### **Pourquoi retrouve-t-on des cellules somatiques dans le lait?**

Le rôle des cellules somatiques dans le lait est principalement un rôle de défense contre les infections. Par conséquent, la principale source de variation du CCS est la présence ou l'absence d'une infection, ainsi que la nature de cette infection (Reneau, 1986). Bien que le seuil limite permettant de différencier une vache non infectée d'une vache infectée est généralement fixé à 200 000 cell./ml, la grande majorité des vaches saines auront un CCS au-dessous de 100 000, et même souvent au-dessous de 50 000.

Certains agents ont tendance à causer des CCS élevés pour de longues périodes, soit *Staph. aureus*, *Strep. agalactiae*, les mycoplasmes et parfois certains streptocoques provenant de l'environnement (*Strep. uberis* et *dysgalactiae*). Ces agents, mis à part les streptocoques de l'environnement, sont transmis principalement de vache à vache, d'où l'appellation d'« infections contagieuses ». Bien que ces agents infectieux soient les principaux responsables d'infections chroniques et sous-cliniques (c.-à-d. avec CCS élevés mais sans changement d'apparence du lait), ils peuvent tout de même causer un nombre non négligeable de cas de mammite clinique de degrés variés.

D'autres agents causeront plutôt des élévations du CCS importantes mais de courte durée, soit les bactéries coliformes (*E. coli* et *Klebsiella*) et encore une fois les streptocoques de l'environnement lorsque l'infection est éliminée rapidement (avec ou sans traitement). Ces agents s'acquièrent principalement de l'environnement immédiat de la vache, d'où le nom d'« infections environnementales ». Les infections d'origine environnementale sont principalement mais pas exclusivement de nature clinique, c'est-à-dire qu'elles se traduiront par des signes visibles allant d'un lait anormal, en passant par l'enflure du quartier, jusqu'à des symptômes très graves et parfois même la mort.

Bien que les infections d'origine environnementale soient surtout associées à la mammite clinique, elles sont aussi en partie responsables des variations du CCS des troupeaux. Par exemple, plusieurs pratiques de régie liées à l'hygiène des vaches et au logement (et donc aux infections environnementales) sont associées au CCS du troupeau (Wenz et coll., 2007). Par ailleurs, la variation saisonnière des CCS est, elle aussi, liée à une variation de la quantité d'agents infectieux dans l'environnement.

D'autres facteurs peuvent faire varier le CCS, comme l'âge d'un animal ou son stade de lactation. Cependant, la portion de la variation expliquée par ces derniers facteurs est relativement mineure (Reneau, 1986; Harmon, 1994; Schepers et coll., 1997). Par exemple, dans Schepers et coll. (1997), la parité et le stade de lactation n'expliquaient que 6 % de la variation du CCS par quartier, et les auteurs mentionnent qu'une partie de cette association pouvait elle-même être due à des infections non détectées. Sur une base de troupeau, l'âge ou le stade de lactation moyen du troupeau expliqueront rarement une augmentation importante du CCS du réservoir.

### **Santé de la glande mammaire dans le troupeau : CCS élevé ou mammite clinique?**

Lorsqu'on parle de santé de la glande mammaire d'un troupeau, deux problématiques principales sont rencontrées : un taux élevé de mammites cliniques, ou encore un CCS élevé.

Ces deux problématiques sont fréquemment rencontrées indépendamment l'une de l'autre, ce qui veut dire qu'un troupeau peut avoir un taux anormalement élevé de mammite clinique sans aucun problème de CCS, et vice-versa.

Par exemple, Barkema et ses collaborateurs (1998) ont trouvé que le taux moyen de mammite clinique était similaire à différents niveaux de CCS du troupeau, soit 28 cas par 100 vaches par année dans les troupeaux avec un CCS de moins de 150 000, 26 cas par 100 vaches-années pour un CCS entre 150 000 et 250 000, et enfin 25 cas par 100 vaches-années pour un CCS entre 250 000 et 400 000. De plus, pour tous les niveaux de CCS du troupeau, on pouvait trouver des troupeaux avec un taux faible de mammite clinique et d'autres avec un taux élevé.

Les infections causées par les agents dits contagieux, par exemple *Staph. aureus*, sont le principal facteur de variation des CCS. Par conséquent, en présence d'un CCS du troupeau élevé, il faut d'abord se pencher sur l'élimination et la prévention de la transmission des infections contagieuses.

Par contre, lorsque le CCS moyen d'un troupeau est bas, cela ne signifie pas pour autant qu'il n'y a pas de problème de santé de la glande mammaire dans ce troupeau. En effet, cela indique seulement qu'il n'y a probablement pas de problème important d'infections chroniques causées par des agents contagieux. Néanmoins, ce troupeau pourrait tout de même avoir un taux élevé de mammites cliniques causées par des agents environnementaux.

Ceci étant dit, les deux situations (mammite clinique vs CCS élevés) ne sont pas mutuellement exclusives non plus : il est donc possible d'avoir à la fois des CCS élevés et un taux de mammite clinique élevé. En présence des deux problèmes, il faut donc s'attarder à toutes les causes possibles.

Comme les problèmes de santé de la glande mammaire sont avant tout un problème d'infections intra-mammaires, c'est à ce niveau qu'il faut intervenir. Pour arriver à réduire la proportion de vaches infectées dans un troupeau, il faut absolument prévenir l'apparition de nouvelles infections; c'est la prévention des infections qui permettra d'obtenir un contrôle durable. Dans la plupart des cas, on devra chercher également à raccourcir la durée des infections chroniques, soit par le traitement de certaines de ces infections, mais également par l'élimination des animaux infectés. En cherchant à réduire la durée de ces infections chroniques, on obtiendra en général une réduction rapide du taux d'infection du troupeau, mais cette réduction sera habituellement de courte durée si on ne prévient pas également l'apparition de nouvelles infections.

## Impact financier de la mammite au sein d'une entreprise laitière

La mammite est souvent décrite comme étant la maladie la plus coûteuse affligeant les troupeaux laitiers (Ott et Novak, 2001; Seegers et coll., 2003).

Dans cette section, l'impact financier de la mammite sera discuté selon le type de problème rencontré, soit les infections sous-cliniques (CCS élevés) et la mammite clinique. Les coûts liés à la réforme seront traités séparément. Les revues de littérature détaillées sur le sujet par Fetrow et coll. (2000) et Seegers et coll. (2003) sont fortement suggérées aux personnes intéressées à approfondir cet aspect de la mammite.

### Impact des infections sous-cliniques

Même en l'absence de signes visibles de mammite, les infections intra-mammaires causent des pertes de production importantes, et ce, principalement à cause du dommage causé aux cellules sécrétrices de la glande mammaire (Zhao et Lacasse, 2008).

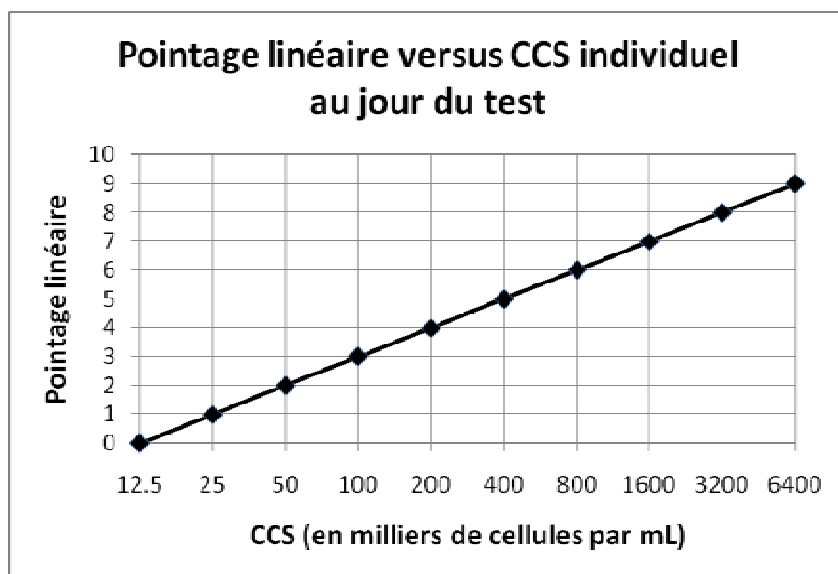
#### *Baisse de production individuelle*

C'est lorsque vient le temps d'estimer la baisse de production individuelle qu'une autre façon de présenter le CCS devient particulièrement utile : c'est le pointage linéaire (PL).

Il a en effet été déterminé, il y a plus de 25 ans, que la relation mathématique entre le comptage de cellules somatiques et la perte de production chez une vache avait une forme particulière. Si le CCS est mis à l'échelle logarithmique en base 2, la relation suit une ligne droite, comme on peut le voir à la figure 2, d'où le nom de « pointage linéaire » (Shook, 1982a; Shook, 1982b; Reneau, 1986).

Pour estimer la perte individuelle reliée au CCS, la première étape est de transformer mathématiquement chacun des tests individuels de CCS comme suit : chaque fois qu'une mesure de CCS double au-delà de 12 500 cell./ml, le pointage linéaire (PL) pour cette mesure augmente d'une unité (voir figure 1). Par exemple, un CCS de 100 000 correspond à un PL de 3, car 100 000 est égal à 12 500 doublé 3 fois (c.-à-d.  $12\,500 \times 2 \times 2 \times 2$ ).

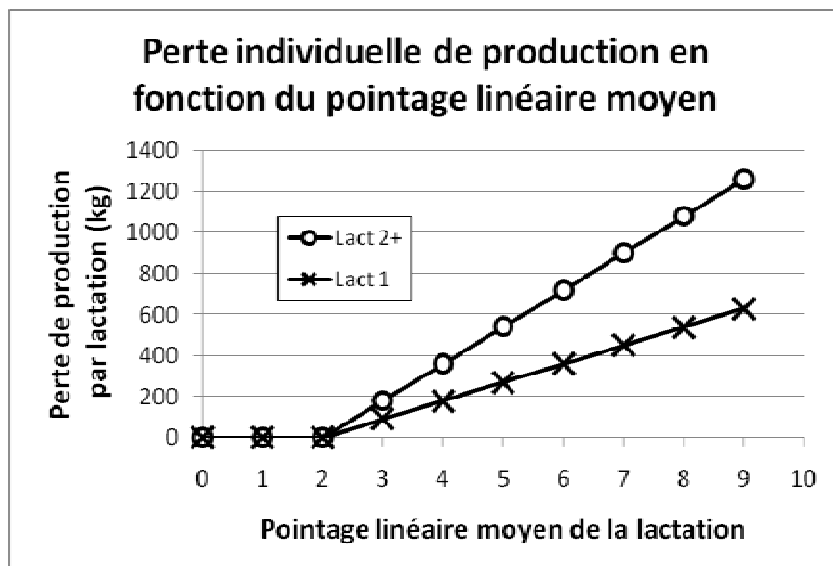
Ensuite, à partir des PL de chaque test d'une vache, l'étape suivante consiste à calculer la moyenne des PL de cette vache pour cette lactation avant de passer à l'étape du calcul de la perte de production.



**Figure 1**

**Transformation mathématique du CCS en pointage linéaire, adapté de Shook, (1982b). La transformation n'est valide que pour une mesure individuelle au jour du test**

Enfin, pour chaque vache pendant une lactation, à chaque unité de pointage linéaire moyen au-dessus de 2, la production pour cette lactation diminue d'environ 90 kg chez une primipare et de 180 kg chez une vache de 2<sup>e</sup> lactation et plus (Figure 2). C'est d'ailleurs cette formule qui est utilisée par Valacta pour calculer les pertes de production individuelles reliée au CCS (Élaine Cloutier, Valacta, communication personnelle, 2009).



**Figure 2**

**Perte de production en fonction du pointage linéaire moyen pour une vache pendant une lactation, adapté de Shook (1982b)**

Des résultats similaires ont été trouvés depuis en utilisant des méthodes statistiques plus sophistiquées. Par exemple, une revue récente de la question rapportait que pour chaque test individuel, la perte de production était d'environ 0,4 kg/jour pour chaque augmentation d'une unité du PL au-dessus de 2 chez les primipares, et de 0,6 kg/jour chez les pluripares, c'est-à-dire une perte de 0,4 à 0,6 kg/jour chaque fois que le CCS double (Seegers et coll., 2003). Une analyse récente de données québécoises va dans le même sens, avec des pertes moyennes de 0,3 kg/jour chez les primipares et 0,7 kg/jour chez les pluripares de race Holstein pour chaque augmentation d'une unité de PL (après conversion des logarithmes naturels en base 2) (Durr et coll., 2008).

### *Baisse de production pour un troupeau*

Pour des raisons mathématiques, on ne peut pas utiliser ces dernières formules pour calculer directement la perte de production à partir du CCS moyen ou encore du PL moyen du troupeau. En effet, le CCS moyen du troupeau (ou du réservoir) ne peut pas se convertir en un PL moyen du troupeau en faisant une simple transformation mathématique. Ensuite, le PL moyen du troupeau ne peut pas non plus se traduire en pertes de production en utilisant les facteurs calculés sur des individus.

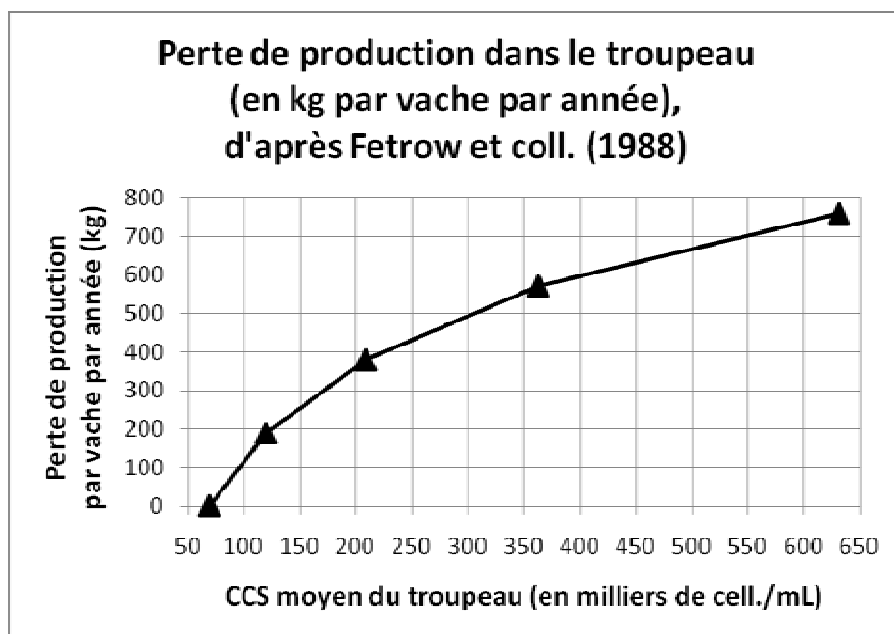
Cependant, la perte de production reliée au CCS moyen ou au PL moyen d'un troupeau a été évaluée directement à partir de données de troupeaux dans plusieurs études (Fetrow et coll., 1988; Ott et Novak, 2001). Un exemple est présenté à la figure 3.

Dans ce cas, il semblerait que par rapport à un troupeau à 100 000 cell./ml, les troupeaux à 200 000, 300 000 et 400 000 cell./ml auraient typiquement des pertes de production dues à la mammites sous-clinique d'environ 250, 400 et 500 kg par vache par année respectivement. Un troupeau à 100 000 cell./ml perdrait lui-même 100 kg par vache par année par rapport à un troupeau à 70 000 cell./ml, en moyenne.

Cette méthode de calcul a l'avantage majeur de permettre d'évaluer facilement l'effet d'une amélioration du CCS du troupeau vers un objectif réaliste au lieu de le comparer au troupeau parfait (on ne peut pas viser à avoir des pertes nulles chez toutes les vaches prises individuellement, c.-à-d.. avoir toutes ses vaches au-dessous de 50 000 cell./ml).

Mis à part leur effet sur la production, les CCS peuvent aussi directement influencer le prix du lait payé à la ferme dans les marchés où un système de primes et/ou de pénalités à la qualité a été institué. Dans certains cas, l'impact de ce système est non négligeable.





**Figure 3**

**Perte de production en fonction du CCS moyen du troupeau**

Par exemple, au Minnesota en l’an 2000, la différence de prix du lait typiquement obtenue en passant d’un CCS de 300 000 à un CCS de 200 000 était d’environ 0,30 \$ US par hectolitre (ou 0,40 \$ pour passer de 300 000 à 150 000), et ce, alors que le prix à la ferme était d’environ 26 \$ US par hectolitre (Fetrow et coll., 2000). En termes relatifs, une telle amélioration du CCS aurait donc correspondu à une augmentation du prix du lait de 1,2 % à 1,5 % par rapport au prix moyen. Pour une ferme de 100 vaches livrant 9 000 kg de lait par vache par an, cela correspond (au prix américain) à un total de 2 700 à 3 600 \$ US juste pour la prime (versus des ventes totales d’environ 235 000 \$).

Enfin, dans un cas de CCS du troupeau très élevé, il va sans dire qu’un arrêt de collecte a un impact financier important.

*Exemple d’impact de l’amélioration des CCS dans un troupeau*

Voyons l’impact de passer de 300 000 à 200 000 dans un troupeau. Selon la figure 3, un troupeau avec cette diminution de CCS augmenterait sa production de 150 kg/vache par année (toutes choses étant égales par ailleurs), pour une valeur de vente du lait dans un troupeau de 100 vaches de 10 500 \$ (100 vaches × 150 L/vache × 0,70 \$/L après les frais de mise en marché).

Produire et vendre ce lait supplémentaire encourt certains coûts variables qui doivent être comptabilisés.

On comptera donc d'abord le coût marginal d'alimentation, soit environ 0,12 \$ par litre de lait supplémentaire produit chez une même vache dont les besoins d'entretien ont déjà été couverts. Ensuite, il faut compter les intérêts reliés au financement du quota nécessaire pour une augmentation de production annuelle correspondante, soit environ 10 \$/hectolitre, avec du financement à 6 % d'intérêts, sur 12 ans, sans dépréciation ni prise en compte des coûts d'opportunité liés à la possession du quota. On arrive donc à 22 \$/hectolitre de frais variables pour ce lait supplémentaire, ce qui ramène l'impact total de l'augmentation de production à 7 200 \$, et ce, uniquement grâce à la baisse de CCS dans ce troupeau (100 vaches × 150 L/vache × 0,48 \$/L).

Au lieu d'acheter du quota, une autre façon de profiter de l'augmentation de production par vache serait de réduire le nombre de vaches dans le troupeau, ce qui amènerait une réduction des charges variables.

Le profit lié à cette baisse de CCS dépendrait bien sûr des dépenses supplémentaires encourues pour y arriver.

### **Impact de la mammite clinique**

Les sources de pertes économiques sont nombreuses lors de mammite clinique et peuvent être catégorisées selon 2 grands types, soit les coûts déboursés et les pertes de revenus (Seegers et coll., 2003). Plus précisément, les pertes économiques sont principalement reliées à la baisse de production causée par la mammite, au retrait de lait, à l'augmentation du risque de réforme prématurée et de mortalité, et finalement au coût du traitement lui-même (Fetrow et coll., 2000). La réforme sera traitée à part.

#### *Baisse de production*

Plusieurs estimés des baisses de production liées à la mammite clinique ont été publiés, tel que le résumant les articles de Fetrow et coll. (2000) et Seegers et coll. (2003).

Par exemple, la perte de production dans les 60 jours suivant un cas de mammite clinique (toutes causes confondues) a récemment été estimée à environ 170 kg chez une vache en première lactation, et à environ 245 kg chez les vaches de deuxième lactation et plus, pour une perte moyenne pondérée de 230 kg (Bar et coll., 2007). Dans cette même étude, la perte de production reliée à la mammite clinique s'étendait même à la lactation subséquente (-1,2 kg de lait par jour).

La valeur de cette baisse de production serait donc estimable à environ 160 \$ par cas de mammite en moyenne (230 L × 0,70 \$/L), ou 110 \$ par cas en tenant compte des frais variables discutés précédemment (230 L × 0,48 \$/L).

Dans certains cas plus graves, il est bien certain que la perte de production puisse être plus importante, alors que dans les cas bénins, les pertes sont réduites. Ainsi, une autre façon de calculer les pertes de production est d'attribuer des pertes négligeables à 4 cas de mammite sur 10, des pertes moyennes de 375 kg par cas à 5 cas sur 10 et des pertes importante de 1 000 kg par cas dans 1 cas sur 10, ce qui représenterait une distribution typique de la sévérité des cas (Seegers et coll., 2003). Une répartition très différente de la sévérité des cas dans un troupeau amènerait une perte moyenne différente.

### *Retrait de lait*

Ensuite, il faut compter le lait qui est produit par la vache mais qui ne peut être vendu.

Bien que les cas de mammite clinique ne soient pas tous traités et que les temps de guérison et les temps de retrait puissent varier d'une mammite à l'autre, on peut estimer que le lait d'une vache en mammite clinique est jeté pendant environ 5 à 10 jours, ce qui correspond à un coût d'environ 60 à 120 \$ par cas, ou 90 \$ en moyenne (soit 20 litres par jour chez une vache en mammite  $\times$  5 à 10 jours  $\times$  60 \$/hectolitre). Ici, le coût marginal d'alimentation n'est pas enlevé, le lait étant bien produit par la vache et les aliments étant bel et bien consommés.

Il est courant que ce lait soit donné aux veaux et qu'une certaine valeur économique lui soit assignée. Cependant, cette pratique n'est pas recommandée, car en l'absence de pasteurisation, donner ce lait aux sujets de remplacement amène aussi des risques de transmission d'agents pathogènes de la mammite comme *Staph. aureus* et les mycoplasmes, en plus de nombreux pathogènes entériques, surtout chez les sujets les plus jeunes (Timms, 2004; Godden, 2007). C'est pourquoi cette récupération ne sera pas comptabilisée.

### *Mortalité*

Il faut aussi compter les coûts reliés à la mortalité, c'est-à-dire principalement le coût de leur remplacement.

La valeur d'un sujet de remplacement est présentement très élevée, soit environ 2 500 à 3 000 \$ (disons 2 750 \$ en moyenne). Cependant, il ne faut pas oublier qu'en moyenne, la vache qui est morte était rendue environ à la moitié de la vie productive qu'elle aurait pu avoir si elle n'était pas morte de mammite (c.-à-d. qu'elle est environ à moitié dépréciée). Avant la mammite, la vache morte était donc de valeur moindre que la taure fraîchement vélée qui l'a remplacée. Dans ce cas, le coût réel serait d'environ 1 575 \$ par mortalité (soit à mi-chemin entre la valeur de départ et la valeur finale à l'abattoir si la mortalité n'était pas survenue, donc  $2\,750 \$ + 400 \$/2$ ). La valeur de la vache morte dépend bien sûr de son potentiel, son âge, son stade de lactation, son statut de gestation, etc., mais on peut utiliser cette valeur de référence.

Bien que le coût par mortalité soit élevé, les mortalités dues à la mammite sont généralement rares. Par exemple, on s'attend à ce qu'il y ait moins d'une mortalité pour cause de mammite clinique par 100 vaches par année en moyenne (Fetrow et coll., 2000), alors que l'incidence moyenne de mammite clinique est d'environ 25 cas par 100 vaches. Ceci implique donc que le taux de létalité moyen lors de mammite est de moins de 4 % des cas de mammite (1 mort par 25 cas). Dans ce cas typique, le coût moyen relié à la mortalité se chiffrerait donc à 63 \$ par cas de mammite (4 % de 1 575 \$).

Ces coûts reliés à la mortalité sont possiblement surestimés, puisque l'on s'attend en général à moins d'une mortalité par 100 vaches pour cause de mammite. De ce fait, un coût de mortalité de 30 \$ par cas de mammite clinique sera donc utilisé, ce qui est en règle avec d'autres estimés publiés (Guard, 2008).

Ceci dit, il est bien entendu que dans certains cas spécifiques, le risque de mortalité puisse être beaucoup plus grand, par exemple lors d'épidémie de mammite à coliformes. Dans ce cas, les coûts reliés à la mortalité pourraient alors grimper de façon significative. En contrepartie, pour les mammites les plus bénignes, les coûts reliés à la mortalité se rapprocheront de 0 \$ par cas.

La mortalité attribuable à la mammite n'est donc généralement pas le facteur ayant l'impact économique important.

#### *Coût des traitements*

Le coût des traitements peut être divisé en 4 parties principales, soit les antibiotiques intra-mammaires, les médicaments systémiques, les frais vétérinaires (honoraires et visites) et, enfin, les frais de main-d'œuvre.

Pour un traitement conventionnel de 2 tubes intra-mammaire sur 1 ou 2 jours (selon le produit), et en tenant compte du fait qu'environ 70 % des mammites détectées recevront un traitement intra-mammaire (les autres n'étant pas traitées du tout, ou seulement avec un traitement systémique), le coût par cas de mammite clinique serait d'environ 7 \$.

Ensuite, et généralement dans les cas les plus graves, certaines vaches reçoivent un traitement dit systémique, c'est-à-dire donné en injection par voie intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée, ou encore par voie orale, selon le(s) produit(s) utilisé(s). Ces produits sont surtout des antibiotiques, des anti-inflammatoires et, finalement, différents types de fluides et électrolytes. Dans ce cas, le coût de ces médicaments pour un traitement de 3 jours se chiffrerait environ à 50 \$ avec les produits d'usage courant. Si on considère qu'environ 15 % de tous les cas reçoivent un traitement systémique, qu'il soit administré par le producteur ou son vétérinaire, cela correspond à un coût par cas clinique pour les médicaments systémiques de 7,50 \$, tous cas cliniques confondus (15 % × 50 \$).

Puis, il faut compter les honoraires professionnels vétérinaires. En comptant les frais de visites plus 30 minutes de temps facturé, et en supposant que 30 % des visites sont effectuées au tarif d'urgence, le coût sans les médicaments serait d'environ 90 \$ pour un cas de mammite clinique vu par un vétérinaire. Ceci dit, au plus 5 % de toutes les mammites cliniques dans l'industrie sont vues par les vétérinaires. Ceci résulte donc en des frais moyens de 4,50 \$ environ (5 % des cas × 90 \$ par cas), lorsque les frais sont répartis sur tous les cas cliniques.

En passant, il va sans dire que les frais vétérinaires peuvent eux-mêmes varier selon l'état de l'animal et la nécessité de traitements plus complexes. Cependant, compte tenu de la relative rareté de ces interventions et de l'importance des autres coûts, la variation des frais vétérinaires aura un impact négligeable. De surcroît, même si les coûts des traitements augmentent beaucoup dans ces cas particuliers, les autres coûts (pertes de production, mortalité, etc.) augmenteront eux aussi de façon importante.

Enfin, il faut compter le travail supplémentaire que demandent les soins d'une vache en mammite, incluant un examen sommaire de l'animal par le producteur, l'administration du traitement lui-même, la tenue de dossiers, le marquage de l'animal et sa traite à part pour le retrait de lait par exemple. Pour une mammite ne requérant qu'un traitement par voie intramammaire, le coût de la main-d'œuvre se chiffrerait environ à 16,50 \$ par cas (30 à 60 minutes supplémentaires du début à la fin du cas, à 22 \$/heure), alors que pour une vache recevant un traitement systémique, le coût de la main-d'œuvre serait environ de 33 \$ par cas au total (1 h à 2 h de travail supplémentaire par cas). Avec 15 % des cas requérant un traitement systémique, la moyenne pondérée des coûts de la main-d'œuvre par cas de mammite clinique se chiffrerait à 19 \$ par cas.

Au total, un cas clinique moyen aurait donc un coût relié au traitement de 38 \$, dont la moitié en frais de main-d'œuvre et le reste réparti également en médicaments intra-mammaires, médicaments systémiques et frais professionnels. Bien sûr, selon la situation rencontrée dans un troupeau, ces coûts peuvent varier beaucoup, mais c'est un estimé moyen réaliste.

Une dernière catégorie de coûts qui pourrait être comptée est celle des frais de laboratoire, si des analyses bactériologiques sont faites lors de mammite clinique. Dans ce cas, on peut ajouter environ 10 à 15 \$ par cas, incluant le coût du test lui-même, le matériel utilisé et le temps. Cependant, la proportion de tous les cas de mammite soumis à une analyse bactériologique au Québec n'a pas été estimée pour cet article.

#### *Coûts reliés à la reproduction*

Les vaches souffrant de mammite clinique ont plus de chances de connaître une mortalité embryonnaire ou un avortement et moins de chance de concevoir. Ainsi, l'intervalle vêlage-saillie fécondante est de 20 à 30 jours plus long chez les vaches ayant expérimenté une mammite clinique dans leur lactation comparativement aux vaches sans mammite (Santos et coll., 2004;

Wilson et coll., 2008). Cet effet sur les jours ouverts peut être estimé à environ 110 \$ par vache (à 4,33 \$ par jour), ou encore 77 \$ par cas de mammite (en considérant 1,4 épisode de mammite par vache atteinte).

### *Sommaire des pertes reliées à la mammite clinique, et exemple d'impact de l'amélioration du taux de mammite clinique dans un troupeau*

Au Québec, pour chaque cas de mammite clinique, l'impact total avant réforme se détaillerait donc comme suit :

- baisse de production laitière : 110 \$
- retrait de lait : 90 \$
- mortalité : 30 \$
- coût du traitement incluant main-d'œuvre: 38 \$
- baisse de performance en reproduction : 77 \$.

Le coût total avant réforme serait donc d'environ 345 \$ par cas de mammite, incluant la mortalité pour un cas de mammite moyen, ou encore de 315 \$ par cas sans tenir compte de la mortalité. Pour une ferme de 100 vaches présentant 25 cas de mammite clinique par année, cela se traduit en des pertes de 8 625 \$ avant réforme (ou 7 875 \$ sans réforme ni mortalité).

Comme pour l'impact des CCS, il est irréaliste de comparer ces pertes à la situation parfaite où il n'y a aucun cas de mammite clinique dans un troupeau. Une situation plus réaliste serait, par exemple, de passer de 30 à 20 cas cliniques par 100 vaches. Toujours en excluant la réforme, une telle amélioration aurait un effet sur ce troupeau de 3 450 \$ (10 cas × 345 \$ par cas).

Le coût par cas clinique estimé ici suppose une distribution typique de la sévérité des cas cliniques dans un troupeau, avec seulement une minorité de cas très graves. Cependant, dans un troupeau où la sévérité des cas serait plus importante que la moyenne, par exemple lors d'une épidémie de mammite toxique à coliformes causant quelques mortalités et des pertes de productions plus grandes, l'impact économique de chaque cas de mammite pourrait être beaucoup plus grand.

Comme pour les CCS, la rentabilité de cette amélioration du taux de mammite clinique dépend encore une fois de l'argent investi pour atteindre l'objectif visé.

### **Impact de la réforme prématurée**

#### *Difficultés inhérentes à l'évaluation économique de la réforme*

L'évaluation des coûts reliés à la réforme est complexe (Fetrow et coll., 2000; Eicker et Fetrow, 2003) puisqu'il est difficile de chiffrer l'impact financier du remplacement d'un animal par un animal différent.

Il serait tentant de considérer seulement le nombre de vaches réformées pour cause de mammite multiplié par l'échange d'argent effectué à chaque réforme (coût d'un sujet de remplacement – valeur de retour à l'abattoir), ce qui nous donnerait un coût moyen de 2 350 \$ par vache réformée pour la mammite (2 750 \$ - 400 \$).

Or, comme dans l'estimation des coûts reliés à la mortalité, ce calcul est erroné puisqu'il ne tient pas compte du fait que la vache réformée moyenne a une valeur moins grande qu'un sujet de remplacement moyen, encore une fois à cause de son âge plus avancé (dépréciation). Nous considérerons donc qu'un problème de santé du pis ayant mené à une réforme a diminué la durée de vie d'une vache à la moitié de son potentiel. Le coût du remplacement d'une vache vendue pour cause de mammite se chiffrera alors à 1 175 \$ par réforme (valeur au moment de la réforme – valeur de retour à l'abattoir = 1 575 \$ - 400 \$).

On pourrait aussi dire que le nombre de sujets remplacés est relativement fixe pour les troupeaux n'achetant pas de sujets, puisque dans cette situation, une réforme de plus pour la raison X signifie une réforme de moins pour une autre raison Y (c.-à-d. que le même nombre de sujets de remplacement aurait été élevé, avec ou sans la réforme de cet individu). Dans ce dernier cas, ce serait cependant une erreur de dire que la réforme d'une vache particulière pour santé du pis aurait un impact financier net de 0 \$.

En effet, même si on force le taux de réforme à être fixe, la vente d'une vache souffrant de mammite ou d'un CCS élevé force alors le producteur à garder une autre vache qui aurait pu être vendue pour une raison économique. Ceci résulte donc tout de même en une perte économique pour le producteur, des animaux de moindre valeur étant gardés « par défaut ». L'impact de la réforme en suivant cette assomption (plus réaliste), sur le nombre de vaches réformées dans un troupeau, est difficile à calculer, mais est probablement moindre que si l'on suppose que le nombre de réformes aurait diminué avec le nombre de vaches réformées pour problème de santé du pis.

Un autre point important à se rappeler est qu'une réduction du taux de réforme n'est pas un objectif en soi, et que la réforme est avant tout une décision économique. Par exemple, garder une vache tarie non gestante est une mauvaise décision économique même si cela fait baisser le taux de réforme. Garder une vache non productive est un mauvais coup, remplacer cette vache non productive par une meilleure est un bon coup (Eicker et Fetrow, 2003). Un producteur diminuant son nombre de réformes pour cause de mammite peut le faire au détriment de la qualité du lait à la ferme ou de la productivité du troupeau par exemple.

Enfin, il est même souvent difficile de déterminer si un animal a vraiment été éliminé pour cause de mammite (même si c'est la raison rapportée), car d'autres raisons peuvent être entrées en ligne de compte, et l'animal aurait pu être éliminé de toute façon (Fetrow et coll., 2006).

### *Exemple d'impact de l'amélioration du taux de réforme relié à la mammite dans un troupeau*

Nous utiliserons tout de même le risque rapporté de réformes pour problème de santé du pis et assumerons que le nombre de remplacements puisse varier pour effectuer les calculs d'impact économique suivants.

Au Québec, d'après le rapport annuel 2008 sur la banque de données de santé de DS@HR, environ 16 % des réformes étaient attribuées à la mammite ou à un CCS élevé (incluant la traite difficile) pour un taux de réforme de 34 %, ce qui veut dire qu'environ 5,5 % de toutes les vaches étaient éliminées à chaque année pour problème de santé de la glande mammaire. Les chiffres rapportés par Valacta en 2008 sont quasiment identiques (Durocher et Martin, 2009).

Aussi, tel qu'il a été discuté précédemment, nous nous baserons, pour nos calculs, sur un coût d'un remplacement de 1 175 \$ (valeur de la vache réformée de 1 575 \$ si le problème de mammite avait été absent – 400 \$ de retour à la vente à l'abattoir).

Ainsi, par rapport à une situation parfaite, les pertes occasionnées par la réforme liée à la mammite seraient donc d'environ 6 460 \$ en moyenne dans un troupeau de 100 vaches au Québec ( $5,5 \% \times 100 \text{ vaches} \times 1\,175 \text{ \$/réforme}$ ).

Il n'est toujours pas raisonnable de penser qu'il serait possible d'arriver à la situation parfaite (0 réforme liée à la santé du pis). Cependant, pour un troupeau de 100 vaches ayant une réforme pour mammite supérieure à la moyenne, une réduction du nombre de réformes pour la mammite de 10 à 5 % du troupeau est une situation plausible qui aurait un impact similaire ( $5 \% \times 100 \times 1\,175 \$ = 5\,875 \$$ ).

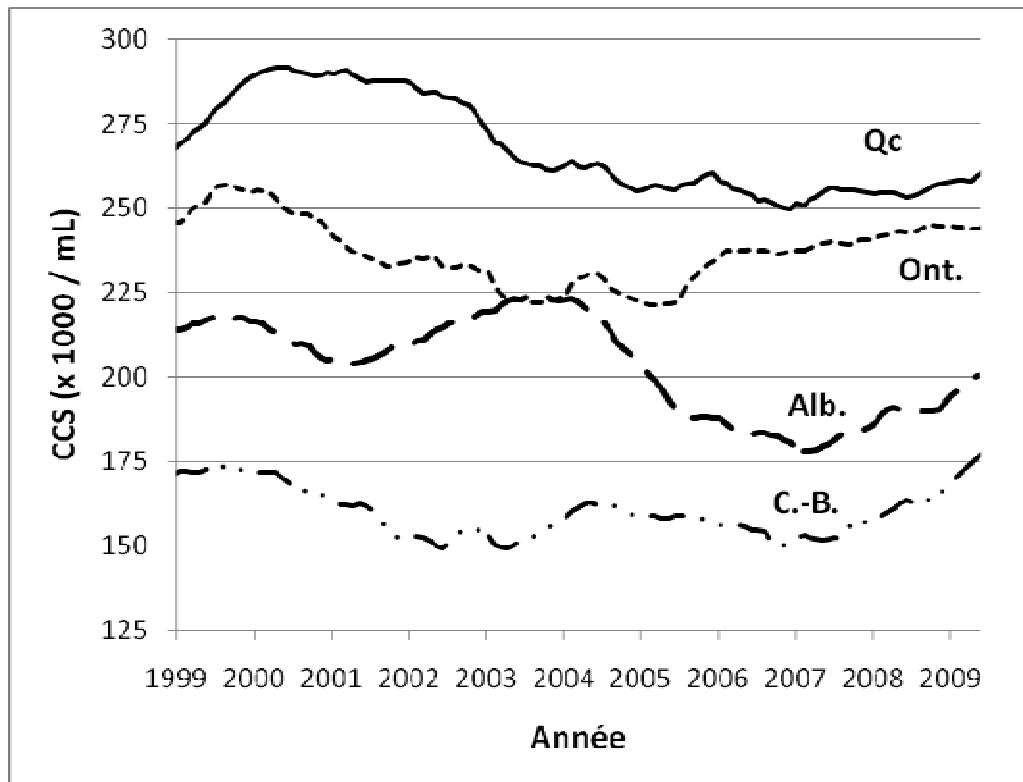
Encore une fois, il faut faire bien attention de ne pas interpréter toute baisse du taux de réforme comme étant un bon coup et toute hausse comme un mauvais coup, puisqu'une réforme peut avoir des conséquences positives ou négatives pour l'entreprise selon le cas.

### **État de la situation canadienne et québécoise en qualité du lait et santé du pis**

Tel qu'il a été discuté précédemment, le CCS est un déterminant important de la qualité du lait. De plus, cet indice est aussi un reflet (quoique imprécis) du nombre d'infections chroniques et contagieuses d'un troupeau.

À ce niveau, parmi les 4 principales provinces productrices de lait (Québec, Ontario, Alberta et Colombie-Britannique), le Québec est la province ayant le CCS le plus élevé, juste avant l'Ontario, et ce, depuis au moins une dizaine d'années. La figure 4 présente la moyenne mobile sur 12 mois du CCS de chacune de ces provinces (données issues du Centre canadien d'information laitière).





**Figure 4**  
**Moyenne mobile des 12 derniers mois pour les CCS mensuels par province, de 1999 à 2009**

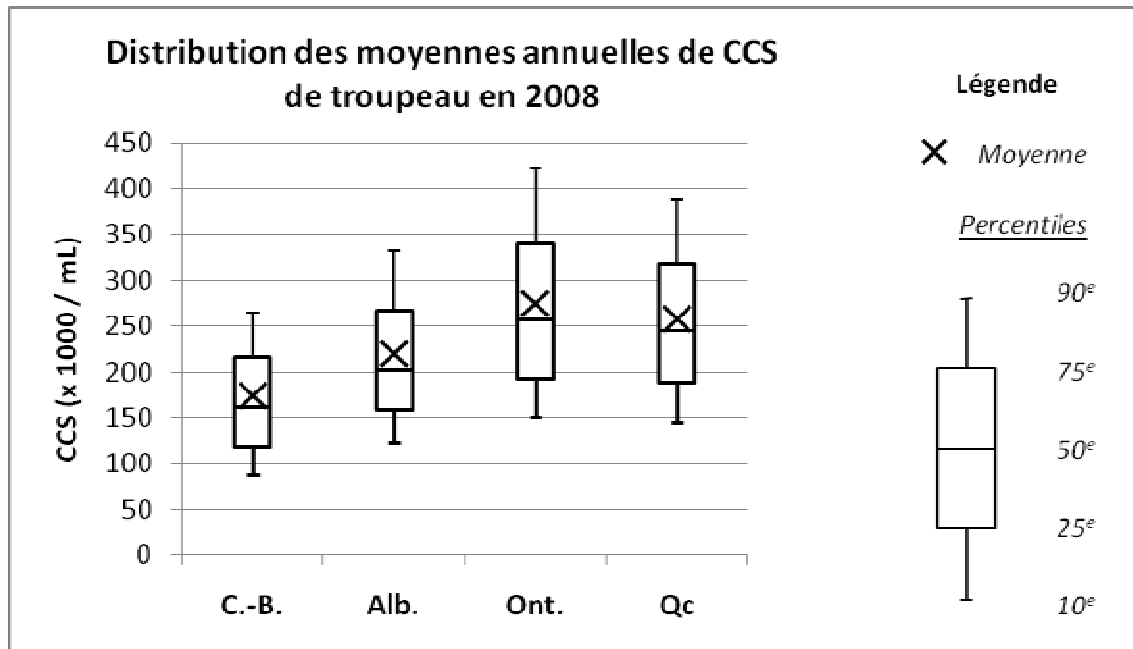
Source : données des fédérations provinciales trouvées sur [www.infolait.gc.ca](http://www.infolait.gc.ca)

La raison de cette différence entre les provinces n'est pas élucidée, mais différents facteurs sont possibles.

Par exemple, il semble qu'il y ait un meilleur contrôle de la mammites contagieuse dans les provinces de l'Ouest, ce qui peut sembler paradoxal compte tenu de la plus grande utilisation du mode de stabulation libre là-bas. En effet, le fait de mélanger animaux sains et animaux porteurs de germes contagieux lors de la traite augmente le risque de contagion. Cependant, cet effet semble être modulé par le type de stabulation. Il a ainsi été démontré que par rapport aux troupeaux en stabulation libre, les troupeaux en stabulation entravée avaient une incidence plus élevée de mammites clinique causée par les bactéries Gram-positives, soit *Staph. aureus*, les staphylocoques négatifs au test de coagulase et les divers streptocoques, ces mêmes agents qui sont généralement associés aux problèmes de CCS (Olde Riekerink et coll., 2008).

Il est à noter cependant que la différence entre les provinces est relativement petite en comparaison de la variation qui existe d'une ferme à l'autre à l'intérieur de chaque province. Par exemple, à la figure 5, alors que la différence en 2008 entre les CCS moyens de la Colombie-Britannique et du Québec était de 84 000 cell./ml, l'écart entre les pires et les meilleurs 10 % des troupeaux à l'intérieur de chacune des 4 provinces variait de 200 000 à 300 000 cell./ml; l'écart

entre les pires et les meilleurs 25 % des troupeaux variait de 100 000 à 150 000 cell./ml. (Sylvia Lafontaine, Valacta, communication personnelle, avec la permission de CanWest DHI, 2009). Notez que ces données ne représentent que les clients de Valacta et CanWest DHI, et non l'ensemble des producteurs de chacune des provinces comme à la figure 4.



**Figure 5**

**Diagramme en boîtes montrant le CCS du troupeau moyen (X) et des troupeaux situés aux 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles de chaque province montrée en 2008 (données de Valacta et CanWest DHI)**

Pour la mammite clinique, la variation d'un troupeau à l'autre est encore une fois beaucoup plus grande que la variation entre les provinces. Par exemple, dans l'étude canadienne d'Olde Riekerink (2008), le taux moyen de mammite clinique par troupeau variait de 0,7 à 97,4 cas par 100 vaches par année, avec les meilleurs et pires 25 % des troupeaux variant environ de 10 à 30 cas par 100 vaches par année. Dans cette étude, le taux médian était d'environ 17 cas par vache-année, alors que le taux était de 5 cas par vache-année dans les meilleurs 10 % des troupeaux.

Cependant, il est à noter qu'une partie de la variation des taux de mammite clinique d'une ferme à l'autre est explicable par la différence qu'il y a souvent entre les fermes dans la détection des cas et la tenue de dossiers.

Enfin, bien que la différence entre le Québec et ces autres provinces soit grande, elle n'est pas insurmontable. Par ailleurs, de nombreux troupeaux au Québec se comparent déjà aux meilleurs troupeaux de l'Alberta et de la Colombie-Britannique. Toujours à la figure 5, on peut voir qu'environ 20 % des troupeaux clients de Valacta au Québec sont déjà au-dessous du CCS moyen des troupeaux contrôlés de la Colombie-Britannique (175 000 cell./ml).

## Stratégie provinciale en santé du pis

Il est important de continuer la recherche scientifique sur la mammite, compte tenu de son grand impact économique et de l'évolution des problèmes rencontrés. D'ailleurs, au Canada, le Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine regroupe de nombreux chercheurs qui œuvrent de façon concertée autour d'une plateforme commune de recherche.

Ceci dit, plusieurs fermes laitières ont de bonnes performances en santé du pis, que ce soit en matière de CCS ou encore de mammite clinique. De même, d'une région à l'autre du pays ou même du monde, de grandes différences persistent. Il apparaît donc que le niveau actuel des connaissances en prévention de la mammite permet à de nombreux producteurs laitiers de bien réussir. Par conséquent, on est en droit de penser qu'une partie des problèmes de santé du pis rencontrés réside dans le manque d'application des principes connus.

C'est dans cette optique que le comité santé de Valacta a demandé à l'Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec et à ses partenaires, soit le Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine, la Faculté de médecine vétérinaire et Valacta, de coordonner la mise sur pied d'une stratégie provinciale en santé de la glande mammaire pour 2009-2010.

Cette initiative majeure permettra aux producteurs laitiers québécois de se positionner avantageusement face au reste de l'industrie laitière.

Les différentes étapes de la stratégie provinciale sont :

1. Des sessions de formation en 3 volets :
  - une mise à niveau des connaissances des médecins vétérinaires praticiens, commencée en mai 2009 et se continuant à l'automne 2009,
  - un transfert technologique vers les divers intervenants de l'industrie, aussi fin 2009,
  - et une formation offerte localement à tous les producteurs de la province, à l'hiver 2010.
2. Le lancement de la trousse vétérinaire d'intervention TACTIC Santé du pis produite par le Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine.
3. Le développement d'une boîte à outils destinée aux praticiens, aux intervenants et aux producteurs, contenant des outils visuels et de calcul pour améliorer la santé du pis, disponible sur le site Internet du Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine.
4. La parution d'articles ciblés dans la revue Le producteur de lait québécois au cours de l'automne 2009.

## Conclusion

L'amélioration de la qualité du lait et de la santé du pis au niveau provincial est un projet ambitieux dont la réussite passe par une action concertée et le respect des champs d'expertise de l'ensemble des intervenants. Cependant, sans l'implication de l'acteur le plus important, c'est-à-dire le producteur ou la productrice, les outils actuellement disponibles n'amèneront jamais les résultats espérés.

D'autres avant nous ont réussi cet exercice, par exemple les Pays-Bas et l'Australie qui ont vu des baisses de CCS importantes suivant l'adoption de programmes nationaux encourageant principalement l'application des connaissances existantes.

Notre plan de travail est donc de vous fournir les outils pour réussir dans cette entreprise, et le reste vous appartient!

## Références

- Bar, D., Y.T. Grohn, G. Bennett, R.N. Gonzalez, J.A. Hertl, H.F. Schulte et L.W. Tauer. Welcome, F.L., Schukken, Y.H. 2007. *Effect of repeated episodes of generic clinical mastitis on milk yield in dairy cows*. Journal of Dairy Science. Volume 90, pages 4643-4653.
- Barbano, D.M., R.R. Rasmussen et J.M. Lynch. 1991. *Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield*. Journal of Dairy Science. Volume 74, pages 369-388.
- Barkema, H.W., Y.H. Schukken, T.J.G.M. Lam, M.L. Beiboer, H. Wilmink, G. Benedictus et A. Brand. 1998. *Incidence of clinical mastitis in dairy herds grouped in three categories by bulk milk somatic cell counts*. Journal of Dairy Science. Volume 81, pages 411-419.
- Centre canadien d'information laitière. Consulté le 8 juillet 2009.  
[www.infolait.gc.ca/index\\_f.php?s1=df-fcil&s2=farm-ferme&page=ssbc-clbt](http://www.infolait.gc.ca/index_f.php?s1=df-fcil&s2=farm-ferme&page=ssbc-clbt).
- DS@HR. 2008. *Rapport annuel de la banque de données de décembre*. Consulté le 17 juillet 2009. [http://www.dsahr.ca/Images/Documents/Rapan2008\\_12.pdf](http://www.dsahr.ca/Images/Documents/Rapan2008_12.pdf).
- Durocher, J. et R. Martin. 2009. *Un coup d'œil sur la réforme*. Le producteur de lait québécois, numéro spécial « Évolution de la production laitière québécoise 2008 ». Pages 48-49.
- Durr, J.W., R.I. Cue, H.G. Monardes, J. Moro-Mendez et K.M. Wade. 2008. *Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle*. Livestock Science. Volume 117, pages 225-232.

- Eicker, S.W. et J. Fetrow. 2003. *A prospective view of culling*. Consulté le 26 avril 2008.  
<http://www.wisc.edu/dysci/uwex/brochures/brochures/EicherCullIJF.pdf>.
- Fetrow, J., K. Anderson, S. Sexton et K. Butcher. 1988. *Herd composite somatic cell counts: average linear score and weighted average somatic cell count score and milk production*. Journal of Dairy Science. Volume 71, pages 257-260.
- Fetrow, J., S. Stewart, S. Eicker, R. Farnsworth et R. Bey. 2000. *Mastitis: an economic consideration*. Pages 3-27 de Proceedings of the 29th Annual Meeting of the National Mastitis Council. Atlanta, GA.
- Fetrow, J., K.V. Nordlund et H.D. Norman. 2006. *Invited review: culling: nomenclature, definitions, and recommendations*. Journal of Dairy Science. Volume 89, pages 1896-1905.
- Godden, S. 2007. *Pasteurizing non-saleable milk and colostrum*. Advances in Dairy Technology. Volume 19: 267-282.
- Guard, C. 2008. *The costs of common diseases of dairy cattle*. Proceedings of the Central Veterinary Conference West, San Diego, CA. Consulté le 12 juillet 2009.  
<http://veterinarycalendar.dvm360.com/avhc/Veterinary+Food+Animal/The-costs-of-common-diseases-of-dairy-cattle-Proce/ArticleStandard/Article/detail/586496>.
- Harmon, R.J. 1994. *Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts*. J. Dairy Sci. 77: 2103-2112.
- Ma, Y., C. Ryan, D.M. Barbano, D.M. Galton, M.A. Rudan et K.J. Boor. 2000. *Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk*. Journal of Dairy Science. Volume 83, pages 264-274.
- Olde Riekerink, R.G.M., H.W. Barkema, D.F. Kelton et D.T. Scholl. 2008. *Incidence rate of clinical mastitis on Canadian dairy farms*. Journal of Dairy Science. Volume 91, pages 1366-1377.
- Ott, S.L. et P.R. Novak. 2001. *Association of herd productivity and bulk-tank somatic cell counts in US dairy herds in 1996*. Journal of the American Veterinary Medical Association. Volume 218, pages 1325-1330.
- Reneau, J.K. 1986. *Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control*. Journal of Dairy Science. Volume 69, pages 1708-1720.
- Santos, J.E.P., R.L.A. Cerri, M.A. Ballou, G.E. Higginbotham et J.H. Kirk. 2004. *Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows*. Animal Reproduction Science, Volume 80, pages 31-45.

- Schepers, A.J., T.J.G.M. Lam, Y.H. Schukken, J.B.M. Wilmink et W.J.A. Hanekamp. 1997. *Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters*. J. Dairy Sci. 1997 80: 1833-1840
- Schukken, Y.H., D.J. Wilson, F. Welcome, L. Garrison-Tikofsky et R.N. Gonzalez. 2003. *Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts*. Veterinary Research. Volume 34, pages 579-596.
- Seegers, H., C. Fourichon et F. Beaudeau. 2003. *Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds*. Veterinary Research. Volume 34, pages 475-491.
- Shook, G.E. 1982a. *A linear scale for scoring somatic cell count*. Journal of Dairy Science. Volume 65 (Suppl. 1), page 108 (Résumé).
- Shook, G.E. 1982b. *Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability*. Page 150 dans : Proceedings of the 21st Annual Meeting of the National Mastitis Council, Arlington, VA.
- Timms, L. 2004. *Milk quality programs for heifers and transition cows*. Advances in Dairy Technology. Volume 16, pages 177-192.
- Wenz, J.R., S.M. Jensen, J.E. Lombard, B.A. Wagner et R.P. Dinsmore, R.P. 2007. *Herd management practices and their association with bulk tank somatic cell count on United States dairy operations*. Journal of Dairy Science. Volume 90, pages 3652-3659.
- Wilson, D.J., Y.T. Grohn, G.J. Bennett, R.N. Gonzalez, Y.H. Schukken et J. Spatz. 2008. *Milk production change following clinical mastitis and reproductive performance compared among J5 vaccinated and control dairy cattle*. Journal of Dairy Science. Volume 9, pages 3869-3879.
- Zhao, X. et P. Lacasse. 2008. *Mammary tissue damage during bovine mastitis: Causes and control*. Journal of Animal Science. Volume 86, pages 57-65.