



**HAL**  
open science

## Conséquences des mammites cliniques sur la production laitière, la conductivité électrique du lait et la morphologie des trayons et de la glande mammaire de la vache Holstein

Christophe Staub, Jean-Luc Touze, Alain Bouttier, Sandrine Freret, Florence Gilbert, Mickaël Dupont, Mickael Delanoue, Christophe Mouaze, Ludovic Métivier, Eric Briant, et al.

### ► To cite this version:

Christophe Staub, Jean-Luc Touze, Alain Bouttier, Sandrine Freret, Florence Gilbert, et al.. Conséquences des mammites cliniques sur la production laitière, la conductivité électrique du lait et la morphologie des trayons et de la glande mammaire de la vache Holstein. 20. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Institut de l'Élevage (IDELE). Paris, FRA. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)., Dec 2013, Paris, France. hal-02750053

**HAL Id: hal-02750053**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02750053v1>**

Submitted on 3 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Conséquences des mammites cliniques sur la production laitière, la conductivité électrique du lait et la morphologie des trayons et de la glande mammaire de la vache Holstein**

STAUB C. (1), TOUZE J.-L. (2), BOUTTIER A. (1), FRERET S. (2), GILBERT F. B. (3), DUPONT M. (1), DELANOUE M. (1), MOUAZE C. (1), METIVIER L. (1), BRIANT E. (1), RENAUD G. (4), DUPONT J. (2), RAINARD P. (3)

(1) INRA, UE1297 Physiologie Animale de l'Orfrasière, F-37380 Nouzilly, France

(2) INRA, UMR85 Physiologie de la Reproduction et des Comportements, F-37380 Nouzilly, France

(3) INRA, UMR1282 Infectiologie et Santé Publique, F-37380 Nouzilly, France

(4) INRA, UE0088 Insémination Caprine et Porcine, F-86480 Rouillé, France

### **RESUME**

La mammite clinique est une inflammation sévère du trayon et de la glande mammaire fréquente dans l'espèce bovine. En fonction de l'agent bactérien impliqué et de la réaction de l'hôte, les symptômes sont variables et peuvent, dans certains cas, provoquer une chute importante de la production laitière et altérer de façon irréversible la glande mammaire et le trayon des animaux atteints par cette pathologie.

Notre premier objectif était de vérifier l'impact des mammites cliniques sur les paramètres de production laitière et les mesures de conductivité électrique du lait par quartier sur les vaches Holstein de l'élevage INRA de Nouzilly. Notre deuxième objectif était de mettre en évidence par échographie, les changements qualitatifs et quantitatifs observés au niveau de la glande mammaire et des trayons atteints de mammite clinique, dans le but de valider de nouveaux indicateurs morphométriques.

Nos résultats montrent clairement une baisse de la production laitière pendant et après les épisodes de mammite clinique observés pendant l'étude, cette diminution pouvant atteindre 80% de la production antérieure à la mammite pour certaines vaches. En parallèle, l'analyse des données de conductivité par quartier révèle une augmentation significative de ce paramètre dans les 4 jours qui entourent l'apparition des signes cliniques et des fluctuations importantes de ce paramètre sur les quartiers touchés par une mammite pendant les 28 jours qui entourent les signes cliniques.

Grâce aux examens échographiques, il est possible de mettre en évidence une inflammation au niveau de la glande mammaire et une réduction du volume de la citerne des trayons dans les quartiers atteints pendant une mammite. L'examen échographique réalisé 15 jours après la fin du traitement antibiotique permet d'évaluer la qualité de la récupération ou les séquelles d'une mammite sur la glande mammaire et le trayon atteints. Ces premiers résultats pourraient aboutir à la validation de nouveaux indicateurs morphométriques et servir d'aide à la réforme pour les éleveurs.

## **Clinical Mastitis in dairy Holstein Cows: effects on milk yield, electrical conductivity, udder and teat morphology**

STAUB C. (1), TOUZE J.-L. (2), BOUTTIER A. (1), FRERET S. (2), GILBERT F. B. (3), DUPONT M. (1), DELANOUE M. (1), MOUAZE C. (1), METIVIER L. (1), BRIANT E. (1), RENAUD G. (4), DUPONT J. (2), RAINARD P. (3)

(1) INRA, UE1297 Physiologie Animale de l'Orfrasière, F-37380 Nouzilly, France

### **SUMMARY**

Clinical mastitis is a germ-related teat and udder infection prevalent in dairy cows. The severity of the disease depends on the involved bacteria and the host reaction. Milk production but also teat and udder morphology can be irreversibly impacted.

Our first goal was to study the incidence of clinical mastitis on milk production parameters in our dairy herd, with a special emphasis on the measure of electrical conductivity of individual udder quarters. Our second goal was to use ultrasonography to illustrate changes caused by clinical mastitis on udder parenchyma and teats' cistern, aiming at validating new indicators.

Our results show a significant reduction of milk yield during and after a clinical mastitis episode, the loss of milk production reaching up to 80% in the most severe cases. Moreover, changes in milk composition during mastitis induce a significant increase in milk mean conductivity in the 4 days surrounding the first clinical signs and dramatic fluctuations of this parameter over at least a 28-day period surrounding detection of the pathology.

Ultrasonography of udders and teats affected by mastitis reveals distention of the udder parenchyma and reduction of teat cistern volume during inflammation.

This work shows that sonographic examination of bovine teats is a useful non-invasive method to be used in mastitis control during and after clinical episodes. Those morphometric indicators could help dairy cattle breeders to decide whether they should cull a cow after clinical mastitis.

## INTRODUCTION

En France, la fréquence des mammites cliniques chez la vache laitière est très variable selon les élevages mais demeure globalement élevée, de l'ordre de 25 cas par an pour 100 vaches (Seegers et al. 1997). En fonction de l'agent pathogène impliqué dans la mammite et de la réaction de l'hôte, les symptômes sont différents (Gröhn et al., 2004). La pathologie peut induire une chute importante de la production laitière (Lescourret et al. 1994) et / ou altérer le quartier et la glande mammaire de façon irréversible allant dans certains cas jusqu'à conduire à la réforme prématurée des animaux (Beauudeau et al., 1995). En plus de l'impact sur le bien-être des vaches touchées par cette pathologie, les mammites ont une incidence économique sur la rentabilité des élevages bovins (Seegers et al., 2003). Malgré les nombreuses études sur les mammites cliniques, nous sommes aujourd'hui toujours à la recherche d'indicateurs qui pourraient être utilisés en diagnostic ou en pronostic pour cette pathologie. Le présent travail comporte deux objectifs distincts : l'étude de l'impact des mammites cliniques sur les mesures de conductivité électrique du lait par quartier au sein de notre troupeau bovin en lactation ; la mise en évidence des changements qualitatifs et quantitatifs observables au sein de la glande mammaire et des trayons atteints de mammites cliniques naturelles ou induites dans le but d'en faire des indicateurs permettant d'évaluer les conséquences persistantes de la mammite après traitement.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Animaux

L'ensemble des 50 vaches Holstein en lactation du troupeau de l'INRA de Nouzilly a été intégré dans cette étude. Ces vaches sont traitées deux fois par jour en salle de traite (Manus Manufeed 500, Maurepas, France) permettant la mesure de la quantité de lait produit par la mamelle et de la conductivité du lait par quartier.

Les mammites sont détectées au moment de la traite par la présence de caillies dans le lait du quartier atteint. Un examen bactériologique est réalisé à partir d'un échantillon de lait prélevé de façon aseptique. Le lait est alors dérivé pendant la durée du traitement antibiotique et le délai d'attente post-traitement. Pendant cette période, l'ensemble des paramètres continue à être enregistré même si le lait est jeté.

L'analyse des données a été restreinte aux périodes de mammites cliniques, deux semaines avant et après la détection de la mammite en salle de traite. Après la

mammite, le retour des paramètres à leurs valeurs initiales permet de considérer la fin de l'épisode pathologique. D'autre part, l'étude quantitative sur les trayons a été réalisée sur 10 vaches Holstein en lactation du troupeau du lycée agricole d'Areines à Vendôme. Sur ces vaches, préalablement sensibilisées à l'ovalbumine, une infusion intra-mammaire d'ovalbumine a été réalisée dans un quartier par le canal du trayon en vue d'étudier la cinétique de la réponse locale lors d'une inflammation induite mimant les premières étapes d'une mammite clinique non destructive.

### 1.2. Echographie

Toutes les échographies ont été réalisées par le même opérateur avec un échographe Esaote-Piemedical de type MyLab30 muni d'une sonde linéaire 5-12 Mhz de type LA332 et d'une sonde volumétrique 6-12 MHz de type BL433 (Hospimedi France, Valdampierre, France). L'examen des glandes mammaires et des trayons a été effectué aux fréquences de 5 MHz et 10MHz respectivement. Les vaches en mammite ont été échographiées le jour de la détection de la mammite en salle de traite, puis à la fin du traitement antibiotique, puis 15 jours après la détection pour la recherche d'éventuelles séquelles.

Pour les inflammations induites, les vaches ont été échographiées une semaine avant puis le jour de l'infusion intra-mammaire d'ovalbumine. L'intensité de la réaction inflammatoire a ensuite été suivie 12, 48 et enfin 96 heures après la stimulation par l'ovalbumine.

### 1.3. Statistiques

L'analyse des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute Inc., NC, USA) et de tests paramétriques de type ANOVA et Student.

## 2. RESULTATS

### 2.1. EFFET DES MAMMITES CLINIQUES SUR LA PRODUCTION LAITIERE

#### 2.1.1. Production de lait

La production de lait est significativement réduite pendant et après les épisodes de mammite clinique (Tableau 1).

En moyenne, la production tombe à 24,7 Kg/jour pendant la semaine de la mammite, soit une réduction moyenne de 13% par rapport à la production avant la mammite. Il est à noter que pour certaines vaches, la chute de production de lait peut atteindre plus de 80% pendant l'épisode de mammite.

**Tableau 1** : Production de lait réelle moyenne et relative, avant, pendant et après une mammite clinique (n=43)

	Production de lait moyenne (kg/j)	Ecart-type	Min	Max	Production de lait relative* (%)	Ecart-type	Min	Max	Différence
2 semaines avant mammite	28,37	6.04	2,20	46,50	99,96	5.97	72,91	122,93	S (p<0,0001)
1 semaine avant mammite	27,76	6.25	9,00	49,20	97,34	9.49	59,80	124,95	
semaine de la mammite**	24,68	6.22	4,50	41,40	83,87	16.22	17,33	130,85	
1 semaine après mammite	27,01	6.03	9,10	45,10	93,08	10.15	43,72	124,10	
2 semaines après mammite	27,41	6.20	11,40	44,80	92,14	12.06	37,34	129,71	

\* les moyennes flottantes sont calculées pour chaque jour, sur 3 jours en prenant en compte le jour précédant et le jour suivant le jour d'intérêt. Le 100% correspond donc à la moyenne des 3 premiers jours de la période de 14 jours précédant l'observation de la mammite en salle de traite.

\*\* la semaine de la mammite démarre le jour de la détection de la mammite en salle de traite et prend en compte les 6 jours qui suivent.

### 2.1.2. Conductivité du lait

L'analyse des données de conductivité moyenne par quartier révèle une augmentation significative de ce paramètre dans les 4 jours qui entourent l'apparition des signes cliniques (Tableau 2a). En outre, les fluctuations de la conductivité sur

les quartiers atteints par une mammite sont significativement plus importantes que sur les quartiers sains des mêmes vaches pendant la mammite. (Tableau 2b).

**Tableau 2 :** Comparaison de (a) la conductivité moyenne et de (b) la variation de conductivité journalière (valeurs absolues des différences jour et jour-1) par quartier sur 4 et 28 jours autour de la détection d'une mammite clinique (n=43)

a	Période de 28 jours				Différence	Période de 4 jours				Différence
	Conductivité moyenne (mS/cm)*	Ecart-type	Min	Max		Conductivité moyenne (mS/cm)	Ecart-type	Min	Max	
Quartiers sains	7,049	0,063	6,942	7,165	S (p<0,0001)	7,129	0,030	7,095	7,165	S (p=0,0007)
Quartiers atteints	7,216	0,198	6,882	7,677		7,552	0,130	7,371	7,677	
b	Conductivité variation (µS/cm)**				Différence	Conductivité variation (µS/cm)				Différence
	Ecart-type	Min	Max	Ecart-type		Min	Max			
Quartiers sains	62	22	18	105	S (p<0,0001)	70	24	54	106	S (p=0,0108)
Quartiers atteints	215	119	34	465		222	80	155	335	

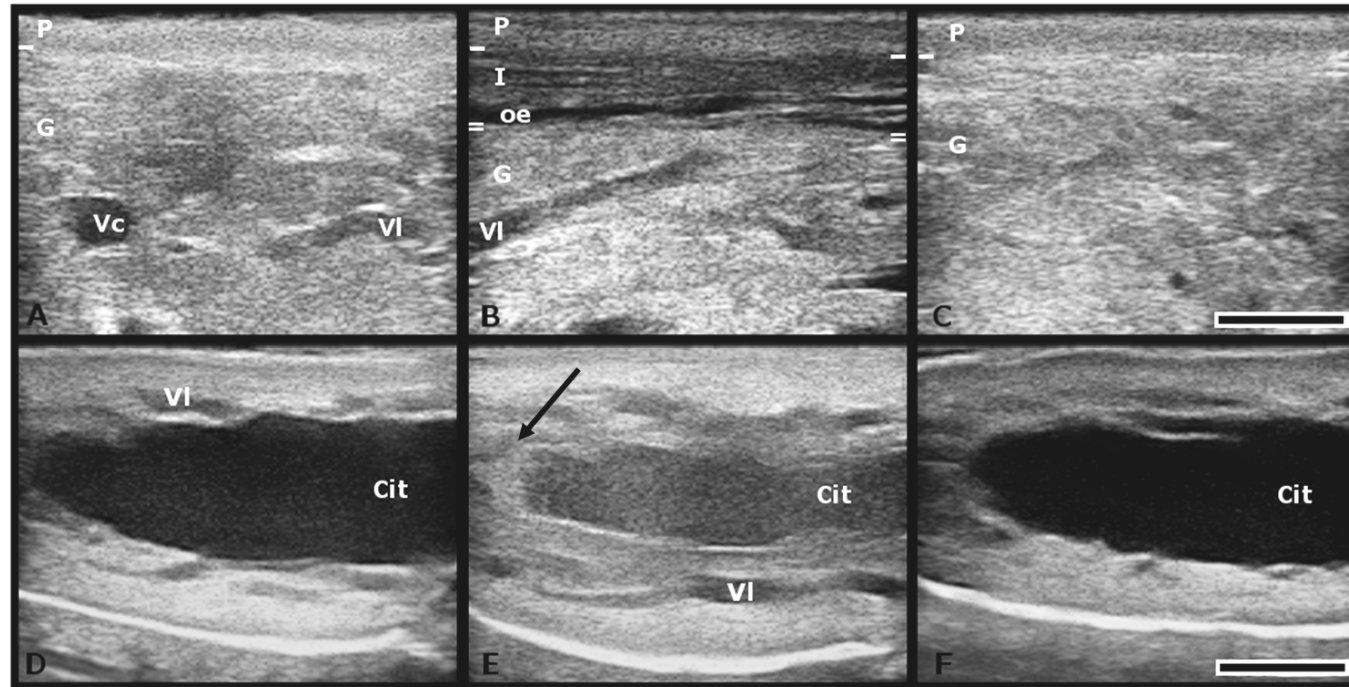
unité de conductivité en milliSiemens\* ou en microSiemens\*\* par centimètre

### 2.2. EFFET DES MAMMITES CLINIQUES SUR LA MORPHOLOGIE DE LA GLANDE MAMMAIRE ET DU TRAYON

Les examens échographiques nous permettent de mettre en évidence l'inflammation de la glande mammaire et du trayon au cours d'une mammite (Fig 1). En effet au niveau de la glande mammaire (Fig 1B), on observe l'apparition d'une zone d'inflammation, faiblement échogène, entre la peau et la glande. Dans certains cas, cette zone sombre est aussi accompagnée d'une zone liquidienne noire, représentant un œdème. Ici, le parenchyme de la glande a retrouvé son aspect initial normal (Fig 1A) après le traitement antibiotique

et la fin de l'épisode mammite (Fig 1C). Au niveau du trayon, la mammite se traduit ici par un épaississement de la paroi donc une réduction du volume de la citerne (Fig 1E ; Fig 2). Il est fréquent que la citerne soit remplie de caillies, qui ont ici formé un bouchon obstruant l'extrémité du canal du trayon. Après la mammite (Fig 1F), le trayon a récupéré une citerne d'un volume équivalent à celui d'avant l'épisode pathologique (Fig 1D), ce qui n'est pas toujours le cas.

**Figure 1 :** Examens échographiques montrant l'évolution de la glande mammaire et du trayon d'une même vache, au cours d'une mammite clinique causée par un staphylocoque (*S. aureus*)

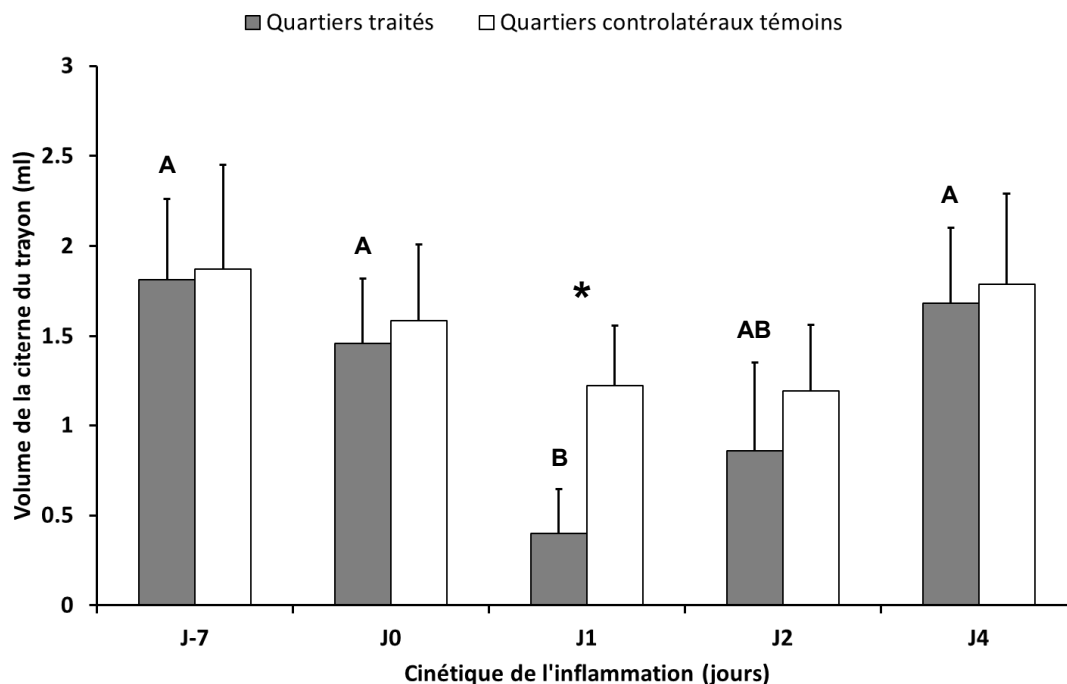


Légende des photographies : glande mammaire (A, B et C) ; trayon (D, E et F) ; avant la mammite (A et D) ; 12 heures après la détection de la mammite en salle de traite (B et E) ; après la mammite, 15 jours après la fin du traitement antibiotique (C et F). Au niveau de la glande mammaire, le tiret simple (-) indique l'interface entre la peau (P) et la glande (G). Pendant la mammite (photo B), une zone intermédiaire, repérable sur le bord de l'image entre le tiret simple (-) et le tiret double (=), correspondant à l'inflammation du tissu sous-cutané (I), apparaît entre la peau et la glande avec dans certains cas un œdème (oe). On note la présence de vaisseaux sanguins vus en coupe (Vc) ou longitudinalement (VI). La barre (photo C) représente 1 cm. Au niveau du trayon, la citerne (Cit) est remplie de liquide donc non échogène. Pendant la mammite (photo E), on note un épaississement de la paroi du trayon donc une réduction du diamètre de la citerne. Celle-ci est aussi beaucoup plus échogène en raison de la présence de caillies dans le lait, un bouchon (flèche) obstruant l'extrémité du trayon est également visible. La barre (photo F) représente 1 cm.

Les variations quantitatives de la citerne de trayons au cours d'une réponse inflammatoire induite par l'infusion d'ovalbumine chez des vaches sensibilisées pour cet antigène confirment les observations qualitatives (Fig 2). En

effet, 12 heures après l'infusion, on note une réduction significative du volume de la citerne des trayons traités par rapport à leur état initial avant l'infusion et par rapport aux trayons controlatéraux témoins ( $p < 0,05$ ).

**Figure 2 :** Evolution du volume de la citerne du trayon mesurée par échographie tridimensionnelle avant et après l'inflammation induite par l'infusion d'ovalbumine



Les moyennes représentées par des lettres différentes sont significativement différentes avec  $p < 0,05$ . Une différence significative entre les trayons traités et les trayons controlatéraux témoins 12h après infusion est indiquée par \* avec  $p < 0,05$ .

### 3. DISCUSSION

Une difficulté importante de l'étude des mammites vient de leur origine diverse. Les agents pathogènes impliqués induisent des effets différents pouvant, dans certains cas seulement, provoquer une chute importante de la production laitière (Coulon et al., 2002 ; Gröhn et al., 2004) et altérer de façon irréversible le trayon et la glande mammaire des animaux atteints par une mammite clinique (Franz et al., 2009). Nous avons montré au cours de cette étude qu'il est néanmoins possible de mettre en évidence les effets plus ou moins importants des mammites cliniques par la mesure de quelques indicateurs qualitatifs et quantitatifs.

La conductivité électrique est la mesure de la résistance d'un fluide à un courant électrique. Lors d'une mammite clinique ou subclinique, l'augmentation de la perméabilité des vaisseaux sanguins au niveau de la glande mammaire cause une augmentation de la quantité d'ions circulants ce qui fait varier la conductivité électrique du lait (Hogeveen et Ouweltjes, 2002). Facile à automatiser, la mesure de la conductivité électrique du lait pourrait être depuis longtemps un indicateur de prédiction des mammites mais sa faible corrélation avec le taux de cellules somatiques du lait lors de mammites indique que d'autres facteurs font varier cette mesure (Brandt et al., 2009). La conductivité ne doit donc pas être utilisée seule mais en complément de la mesure d'autres indicateurs. Nous montrons au cours de ce travail que les fluctuations de ce paramètre sur les quartiers atteints par une mammite sont plus importantes que sur les quartiers sains des mêmes vaches pendant la mammite clinique. En parallèle, l'utilisation de l'échographie permet de réaliser un examen rapide et non-invasif au cours duquel le canal et la citerne du trayon, mais aussi le parenchyme de la glande mammaire, peuvent être facilement observés. Nous avons montré dans ce travail un exemple où l'échographie a permis de vérifier la récupération d'une vache suite à une mammite

clinique sévère ayant causé un bouchage et une réduction du volume de la citerne du trayon atteints associés à une inflammation importante au niveau de la glande mammaire. Ces résultats sont confirmés par l'étude de l'évolution quantitative du volume de la citerne des trayons lors d'une mammite induite par l'infusion intra-mammaire d'ovalbumine chez des vaches sensibilisées à cet antigène.

### CONCLUSION

Notre étude montre que l'enregistrement systématique de la conductivité électrique du lait par quartier ainsi que l'examen échographique de la mamelle et des trayons font partie de l'arsenal de moyens importants permettant à l'éleveur de détecter une mammite clinique. L'examen échographique permet d'évaluer de façon qualitative et quantitative la gravité de l'inflammation causée par une mammite mais aussi la qualité de la récupération ou les séquelles sur la glande mammaire et le trayon atteints après traitement.

*Les auteurs remercient Jean-Claude Gauthier, Francis Touil et Emmanuelle Boisnard pour la mise à disposition du troupeau laitier du lycée agricole d'Areines à Vendôme et la Région Centre pour son soutien financier dans ce projet.*

- Beaudeau, F., et al., 1995.** J. Dairy Sci., 78, 103-117  
**Brandt, M., et al., 2009.** J. Dairy Sci., 93, 427-436  
**Coulon, J-B., et al., 2002.** Anim. Res., 51, 383-393  
**Franz, S., et al., 2009.** Vet. Clin. Food Anim., 25, 669-685  
**Gröhn, Y.T., et al., 2004.** J. Dairy Sci., 87, 3358-3374  
**Hogeveen, H., Ouweltjes, W., 2003.** J. Anim. Sci., 81, 1-10  
**Lescouret, F., et al., 1994.** J. Dairy Sci., 77, 2289-2301  
**Seegers, H., et al., 1997.** 3R, 4, 233-242  
**Seegers, H., et al., 2003.** Vet. Res., 34, 475-91