

# Evaluation de la pertinence économique du traitement de mammites subcliniques en cours de lactation chez la vache laitière

SEEGERS H., BILLON D., FOURICHON C., HORTET P.  
UMR Gestion de la Santé Animale ENV-INRA, BP 40706, 44307 NANTES cedex 03

**RESUME** – Les forts niveaux de concentrations en cellules somatiques du lait de tank (CCSTK) génèrent des préjudices économiques pour les producteurs laitiers. Actuellement, les plans de maîtrise comportent rarement le traitement en lactation de vaches atteintes d'infections subcliniques (TEL). Un modèle bio-économique de simulation de troupeau laitier a été développé et utilisé pour évaluer l'intérêt économique de plans incluant le TEL ciblé sur les vaches jeunes. Le modèle principal a été conçu comme dynamique (pas de temps de simulation journalier), mécaniste (représentation individuelle de tous les animaux) et stochastique (utilisation de probabilités pour simuler l'occurrence et les effets des infections intramammaires). Ce modèle de simulation a été utilisé pour étudier la valeur de différents plans de maîtrise incluant un volet TEL. Les plans sont appliqués à différentes situations sanitaires pour un troupeau de 100 vaches présentes-année et un quota de 800 000 l dans l'Ouest de la France. Les résultats montrent que, pour être rentable, un plan incluant un volet TEL doit aussi générer une réduction de l'incidence des nouvelles infections (c'est à dire renforcer la prévention). Les plans s'appuyant sur des règles strictes de réforme, s'ils induisent une amélioration rapide de la CCSTK, conduisent assez systématiquement à la sous-réalisation du quota, et donc à une réduction de la marge brute de la campagne. Au total, excepté pour les situations peu dégradées (pénalités < 1 % du prix du litre de lait), l'application de plans incluant le TEL sans règle stricte de réforme et avec un renforcement de la prévention est en général rentable.

*Mots-clefs* : Vache Laitière ; Infection Intramammaire ; Traitement en lactation ; Economie.

## Assessment of the economic relevance of the treatment of subclinical mastitis during lactation in dairy cows

SEEGERS H., BILLON D., FOURICHON C., HORTET P.  
Unit of Animal Health Management, Veterinary School-INRA, BP 40706, 44307 NANTES cedex 03

**SUMMARY** – High somatic cell counts in bulk-tank-milk generate economic losses and justify the implementation of control schemes. Currently under French conditions, such schemes do rarely include lactational treatment of subclinical intramammary infections (LT). A bioeconomic simulation model was used to examine the economic consequences of control strategies including LT of young cows. The core-model was developed as dynamic (daily time stepping), mechanistic (individual representation of heifers and cows) and stochastic (using probabilities for simulation of both occurrence and consequences of mastitis). This simulation model was used to study the economic worth of several control strategies based on LT applied to different udder health statuses of a 800 000 l-quota dairy herd with 100 year-present cows under the context of western France. Results showed that, to be profitable, LT control strategies had to be able to create a sufficient decrease in the incidence of new infections (obtained by improved prevention). Strategies based on strong culling rules resulted in rapidly improved herd SCC but led quasi systematically to not to fill up the quota, implying lower revenue. Finally, except for borderline unsatisfactory statuses (levels of SCC penalties <1% of the milk price), implementing LT, without any strong culling policy but with an improved prevention, was profitable in most cases.

*Key-words* : dairy Cow; Intramammary Infection; Lactational Treatment; Economics.

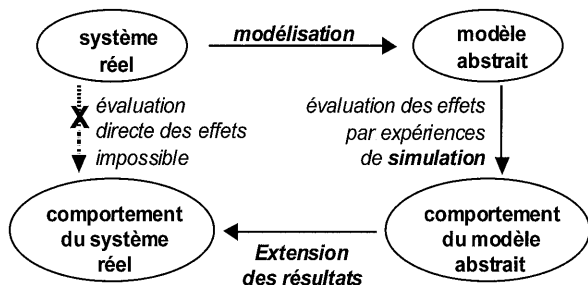
## INTRODUCTION

Dans les situations de CCSTK (concentration en cellules somatiques du lait de tank) élevées, il est en général décidé de mettre en œuvre un plan en vue de l'abaisser. Une technique d'amélioration à court terme repose sur le traitement antibiotique des vaches atteintes d'infections intramammaires (IIM) subcliniques en cours de lactation (TEL). Les situations d'intérêt correspondent a priori à la prédominance des infections persistantes à pathogènes de réservoir mammaire, notamment *Staphylococcus aureus*.

A première vue, le traitement des IIM subcliniques en lactation n'est pas très souvent mis en œuvre en France : il est coûteux car demande la non-commercialisation d'un volume de lait non négligeable (lié aux traitements et temps d'attente). Toutefois, là où la réalisation du quota ne pose pas de difficultés, la question est ouverte. Également, il est souvent mis en avant que le taux de guérison des IIM traitées en cours de lactation est plus limité qu'au tarissement. Il semble toutefois être hétérogène entre animaux selon leur rang de lactation et l'ancienneté de survenue de ces infections. Un ciblage pertinent des vaches traitées et sa combinaison avec une règle de réforme des vaches jugées peu curables sont donc susceptibles de modifier son intérêt économique effectif.

Dans ce contexte, la présente étude vise à déterminer les conditions de rentabilité de plans de maîtrise des CCSTK incluant un volet TEL pour les conditions françaises de l'Ouest. La question formulée n'est a priori pas abordable de manière pertinente par observation directe d'élevages réalisant ou ne réalisant pas des TEL ou d'élevages avant et après mise en œuvre de TEL. Trop de biais et facteurs de confusions existeraient. C'est pourquoi la démarche s'appuie sur la modélisation-simulation (figure 1).

Figure 1  
Intérêt de la modélisation/simulation



## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. SIMULATEUR

Un modèle de simulation bio-économique d'une exploitation laitière incluant la modélisation de la survenue des mammites et l'effet des stratégies de maîtrise a été développé (pour présentation détaillée, se rapporter à Seegers et al., 1999 ; Hortet, 2001 et Seegers et al., 2000). En bref, le modèle est dynamique à pas de temps journalier (simulation de l'occurrence des événements chaque jour), mécaniste (chaque événement survenant sur chaque animal est simulé) et stochastique (modélisation de la survenue d'événements et des effets consécutifs aux mammites selon des lois de probabilités). Plusieurs réplications de la même simulation produisent donc des résultats qui peuvent différer.

La reproduction, la production laitière, la consommation d'aliments, la réforme et le renouvellement, la gestion du quota sont modélisés à partir de lois biologiques et de règles de décision décrivant les stratégies de l'éleveur.

Quatre types d'infections intramammaires (correspondant à 4 types d'agents pathogènes) sont modélisés. Ces types diffèrent quant aux risques de survenue de nouveau cas (dont la contagiosité, aux conséquences (expression clinique et subclinique, effets sur la production laitière) et à l'efficacité des mesures de maîtrise. Leur survenue dépend de facteurs de

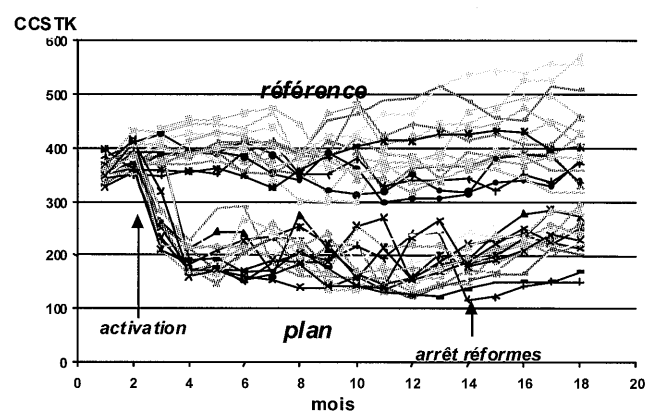
risque au niveau du troupeau, de chaque animal, et de l'efficacité des actions de prévention. Les actions de maîtrise des mammites sont définies par la nature et la cible des actions, leur efficacité, leur coût, ainsi que par les règles de décision pour les mettre en place (par exemple, choix des animaux à réformer selon la concentration en cellules somatiques du lait). Les composantes des charges et des produits sont calculées et le résultat économique est exprimé en marge brute. Les répétitions des simulations permettent d'étudier la variabilité du résultat attendu.

### 1.2. SIMULATIONS

#### 1.2.1. Principe général

Un troupeau initial est simulé dans son évolution dite de référence : c'est à dire si l'on ne change rien. Ce résultat est comparé à ceux des évolutions associées à l'application des plans alternatifs étudiés. La figure 2 montre le principe de comparaison qui se fait en réalité sur la base d'un nombre suffisant (>50) de réplications.

Figure 2  
Principe schématique des simulations réalisées



#### 1.2.2. Troupeau simulé et état des pratiques avant recours au plan simulé

L'étude rapportée concerne un troupeau possédant les caractéristiques suivantes : quota de 800 000 l à 42 g/l de TB ; 100 vaches présentes-année Holstein et produisant en moyenne 8250 litres / vache présente-année à 43,5 g/l de TB et 33,0 g/l de TP. Les actions de maîtrise des IIM (infections intramammaires) comportent une préparation humide (lavettes) des mamelles avant la traite (d'efficacité moyenne), un post-trempe (d'efficacité moyenne), le traitement systématique au tarissement, le traitement de tous les cas cliniques et une réforme selon des règles privilégiant les aptitudes productive et reproductive des vaches, avec prise en compte accessoire de leurs résultats de comptages de cellules somatiques individuels (CCSI). Le contexte simulé comporte l'interdiction d'achats (pour « finir le quota »), l'élevage des veaux au lait traité avec aussi distribution du lait pendant le temps d'attente après traitement et une situation de référence où le quota est déjà atteint. Il s'agit donc du contexte a priori le plus exigeant pour établir que le plan avec TEL est rentable.

#### 1.2.3. Situations sanitaires étudiées

Quatre situations sanitaires ont été étudiées :

- *Menace d'arrêt de collecte* (ARRET). Vu les modalités de l'application en France de la limite des 400 000 cel./ml pour l'arrêt de collecte (moyennes géométriques sur 2 trimestres, moratoire, ...), il reste pertinent d'étudier des situations ou la CCST. La situation simulée correspond à 430 000 cel./ml, 55 cas cliniques pour 100 vaches présentes-année et 1,33 cent d'€ de pénalités /litre (8,7 centimes de F).

- *Pénalités lourdes* (PLOURD). Ce niveau (>2,5 % du prix du litre) est difficilement supportable par des exploitants à la tête de quotas moyens ou gros. La situation simulée correspond à 360 000 cel./ml, 45 cas cliniques pour 100 vaches présentes-

année et 1,00 cent d'€ de pénalités /litre (6,6 centimes de F).  
 . *Pénalités substantielles* (PSUBST). Ce niveau (>1,5 % du prix du litre) est perçu comme encore significatif par des exploitants à la tête de gros quotas. La situation simulée correspond à 300 000 cel./ml, 35 cas cliniques pour 100 vaches présentes-année et 0,60 cent d'€ de pénalités /litre (3,9 centimes de F).

. *Pénalités modérées* (PMODER). Ce niveau est souvent perçu comme négligeable (autour de 1 % du prix du litre). La situation de simulée correspond à 260 000 cel./ml, 28 cas cliniques pour 100 vaches présentes-année et 0,32 cent d'€ de pénalités /litre (2,1 centimes de F).

#### 1.2.4. Paramétrage épidémiologique

Quatre types d'IIM sont simulées (voir présentation du simulateur). Pour se placer dans le cas de la prédominance d'infections persistantes à pathogènes de réservoirs mammaires, les probabilités d'expression clinique et les parts relatives dans les formes cliniques ont été paramétrées comme présenté au Tableau 1.

**Tableau 1**  
Paramétrage des types d'IIM

Type d'IIM	% de formes cliniques si IIM	% parmi le total des cas cliniques
<i>Staphyl. aureus</i>	25	29
Streptocoque	60	32
Gram -	90	23
Pathogènes mineurs	15	16

De plus, deux hypothèses de contagiosité des IIM sont utilisées (contagiosité élevée et contagiosité moyenne - modélisation reposant sur une fonction de la prévalence hebdoma-

daire des 4 types de bactéries représentées - aspects non détaillés ici). Les taux de guérison spontanée suivants sont appliqués pour, respectivement, les infections à *Staphyl. aureus*, streptocoque, Gram - et pathogènes mineurs : 20 %, 30 %, 80 % et 50 % (valeurs définies à partir de la littérature).

#### 1.2.5. Plans simulés

Deux types de plans combinant TEL (de vaches jeunes et d'infections récentes), réformes supplémentaires (ou, si possible, tarissement anticipé d'un mois) et prévention renforcée ont été définis. Le premier type (PLAN1) s'appuie sur le traitement en lactation d'un faible nombre de vaches et la réforme d'un nombre pouvant être élevé de vaches. Le deuxième (PLAN2) s'appuie sur le traitement en lactation d'un nombre plus élevé de vaches et limite le nombre de réformes spéciales. Les plans explorés (Tableau 2) incluent différentes combinaisons de composantes associées ou non à l'application systématique d'une prévention à la traite plus efficace (avec un surcoût de 2,60 €/vache/mois).

Les plans sont déclenchés en cas de dépassement du seuil de 250 000 cel./ml en concentration en cellules somatiques du lait de tank (CCSTK). Ils durent au minimum 100 jours et peuvent reprendre après 50 jours d'interruption. L'application du TEL et les règles de réforme spécifiques sont levées dès que la CCSTK devient inférieure à 275 000 cel./ml et la prévention renforcée est interrompue lorsque la CCSTK à compter de 100 000 cel./ml.

Deux hypothèses d'efficacité du TEL sont simulées :

. *Efficacité élevée* : taux de guérison apparents de 60 %, 65 %, 85 % et 95 % pour, respectivement, les infections à *staphyl. aureus*, streptocoques, Gram - et pathogènes mineurs en 2e lactation (coût unitaire/vache : 27 €, 2 j. de traitement et 4 j. de temps d'attente).

**Tableau 2**  
Définition des 9 plans simulés en comparaison au maintien des pratiques existantes

Composante	Intitulé abrégé des plans				
	TEL1 TEL2	TELR1 TELR2	TELP1 TELP2	TELRP1 TELRP2	PREV
Prévention lors de la traite	inchangée	inchangée	renforcée au cours du plan	renforcée au cours du plan	renforcée en permanence
Traitement des cas cliniques et traitement au tarissement	inchangés	inchangés	inchangés	inchangés	inchangés
Traitement en lactation	PLAN 1 PLAN 2	L1-2 L1-3	L1-2 L1-3	L1-2 L1-3	aucun aucun
Réforme ou tarissement	PLAN 1 PLAN 2	R3+ R4+	inchangé inchangé	R3+ R4+	inchangé inchangé

L1-2 : appliqué aux vaches de 1ère et 2ème lactation dépassant 2 mois consécutifs 300 000 cel./ml

L1-3 : appliqué aux vaches de 1ère, 2ème ou 3ème lactation dépassant 1 fois 300 000 cel./ml

R3+ : appliqué aux vaches de 3ème lactation ou plus dépassant 2 mois consécutifs 500 000 cel./ml

R4+ : appliqué aux vaches de 4ème lactation ou plus dépassant 2 mois consécutifs 500 000 cel./ml

*Efficacité moyenne* : taux de guérison apparents de 40 %, 55 %, 85 % et 90 % pour, respectivement, les mêmes cas (coût : 22,50 €, mêmes durées).

L'efficacité simulée varie selon l'âge (meilleure en 1ère lactation, moindre en 3e lactation et plus - non détaillé ici).

#### 1.2.6. Critère de jugement des résultats

Un horizon de simulation à 3 ans est considéré. Le simulateur fournit, pour chaque année, une marge brute après variation d'inventaire de cheptel. Un taux d'actualisation annuel de 5 % est appliqué à ces marges avant de les sommer sur 3 ans. Le classement des plans se fait par ordre d'écart décroissant de cette marge sur 3 ans par rapport à celle obtenue en situation de référence (poursuite des pratiques existantes). Les résultats présentés au Tableau 3 indiquent l'écart actualisé moyen de marge annuelle pour 1000 l de quota, pour chacune des 3 années.

## 2. RÉSULTATS

Le Tableau 3 présente les résultats finaux moyens pour 100 réplifications. En première année, le gain de marge peut être très limité. Dans les situations PMODER, l'écart actualisé obtenu sur les 3 ans n'est pas significatif ( $p > 0,05$ ).

## 3. DISCUSSION

Certains des plans intégrant un volet TEL sont rentables dans la plupart des situations sanitaires. Le gain de marge moyen induit est cependant limité et varie entre réplifications. Le taux de rentabilité interne de ce type d'action est cependant bon. En effet, le coût annuel global des TEL est en général limité car seules les vaches jeunes sont concernées, y compris avec les options TEL de type 2 (où davantage de vaches sont traitées). Les principaux mécanismes influençant la rentabilité sont :

. la réalisation/non réalisation du quota qui dépend en premier lieu de l'intensité des réformes (règles strictes et prévalence des animaux subissant ces règles). Les plans conduisant à ne pas atteindre le quota du fait des réformes, bien qu'ils soient très efficaces pour faire diminuer la CCSTK, induisent en général une sous-réalisation du quota systématiquement préjudiciable à la rentabilité. L'intérêt d'associer des règles de réforme stricte au TEL dépend de la contagiosité des IIM et n'existe guère que dans les situations PSUBST et PMODER (où elles ne frappent que peu de vaches, comparative-ment aux autres situations) ;

. la décroissance rapide ou plus lente de la CCSTK et donc des pénalités ;

. l'effet des variations d'inventaire (liées aux réformes) ;

. le surcoût éventuel de la prévention renforcée, qui est en général maintenu sur pratiquement les 3 années simulées.

Les différences d'efficacité et de coût des TEL ici simulées ne génèrent pas des modifications substantielles des grandes tendances de résultats (non détaillé).

L'extrapolation aux petits troupeaux ne peut pas être réalisée (la variabilité des résultats augmente alors). Il en est de même, a fortiori, pour d'autres pays, car les contextes économiques diffèrent. Toutefois, le niveau de pénalités appliqué en France pour les CCSTK élevées apparaît « modeste » lorsque comparé à celui de certains pays.

Par ailleurs, avec le TEL, le nombre total de traitements antibiotiques n'est pas accru, sauf au départ : en 3e année la réduction des traitements pour cas clinique contrebalance très généralement les TEL (résultats non détaillés).

## CONCLUSION

Dans le contexte français actuel, en grands troupeaux Holstein, le TEL des vaches jeunes peut être raisonnablement recommandé comme composante dans les plans mis en place lorsque la prévalence d'infections subcliniques persistantes est élevée. Il doit cependant toujours être accompagné d'un renforcement de la prévention pour diminuer l'incidence de nouvelles infections et participer à un plan rentable. Le recours à la réforme dans le cadre d'un tel plan doit rester compatible avec la réalisation du quota.

*Le présent travail a, pro parte, été conduit grâce au soutien de la société LILLY - Division ELANCO Santé Animale.*

**Hortet P., 2000.** Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 148 p.

**Seegers H., Fourichon C., Hortet P., Sørensen J.T., Billon D., Bareille N., Beaudeau F., 1999.** J. Nat. GTV-INRA, Nantes, 26-28 mai, 169-178.

**Tableau 3**  
**Ecart moyen actualisé de marge annuelle [en € pour 1000 l de quota]**  
**pour les 2 plans donnant la meilleure marge brute actualisée cumulée sur 3 ans**  
**[sous 2 hypothèses d'efficacité du TEL et de contagiosité des IIM]**

Situation Contagiosité	Année	Efficacité haute		Efficacité moyenne	
		Rang 1	Rang 2	Rang 1	Rang 2
ARRET		TELP2	PREV	TELP2	TELP1
Contagiosité élevée	Année 1	+ 6,14	+ 4,24	+ 6,56	+ 3,99
	Année 2	+ 2,89	+ 0,00	+ 4,18	+ 3,50
	Année 3	+ 2,20	+ 0,61	+ 1,96	- 0,08
ARRET		TELP2	TELP1	TELP2	TELP1
Contagiosité moyenne	Année 1	+ 3,56	+ 2,62	+ 4,87	+ 3,01
	Année 2	+ 7,10	+ 3,99	+ 6,24	+ 4,35
	Année 3	+ 3,23	+ 3,45	+ 5,50	+ 2,56
PLOURD		TELP2	TELRP2	TELP2	TELP1
Contagiosité élevée	Année 1	+ 4,28	+ 6,42	+ 3,76	+ 0,35
	Année 2	+ 8,50	+ 10,50	+ 7,38	+ 8,62
	Année 3	+ 5,02	- 3,05	+ 4,66	+ 1,84
PLOURD		TELP1	TELP2	TELRP2	TELP2
Contagiosité moyenne	Année 1	+ 7,54	+ 4,97	+ 6,50	+ 1,16
	Année 2	+ 8,50	+ 6,59	+ 7,08	+ 7,91
	Année 3	+ 5,02	+ 1,35	+ 2,18	+ 2,73
PSUBST		TELRP2	TELP2	TELP2	TELRP2
Contagiosité élevée	Année 1	- 0,12	+ 0,08	+ 0,42	- 0,25
	Année 2	+ 2,53	+ 5,94	+ 5,78	+ 2,96
	Année 3	+ 5,45	+ 1,38	+ 3,42	+ 4,18
PSUBST		TELRP2	TELRP1	TELRP1	TELRP2
Contagiosité moyenne	Année 1	+ 6,50	+ 0,60	+ 1,17	+ 2,64
	Année 2	+ 2,31	+ 4,15	+ 4,95	+ 3,99
	Année 3	+ 4,45	+ 3,03	+ 3,97	+ 3,25
PMODER		TELRP2	TELRP1	TELRP2	TELP2
Contagiosité élevée	Année 1	+ 1,87	+ 1,55	+ 3,34	+ 2,03
	Année 2	+ 0,41	+ 1,98	- 0,29	+ 1,60
	Année 3	+ 5,10	+ 3,76	+ 6,21	+ 2,65
PMODER		TEL2	TELR2	TELR1	TELP2
Contagiosité moyenne	Année 1	+ 1,53	+ 0,35	+ 1,57	+ 0,69
	Année 2	+ 4,22	+ 2,84	+ 0,76	+ 2,86
	Année 3	+ 1,98	+ 3,10	+ 3,94	+ 1,49

*Voir texte et tableau 2 pour la définition des abréviations.*