

# EVALUATION MICRO-ECONOMIQUE

## Analyse d'une action au niveau des troupeaux\*

Alexandra P. M. Shaw<sup>[1]</sup>

### Résumé

*Cet article présente les diverses méthodes utilisées pour l'analyse économique de la lutte contre les maladies animales au niveau des troupeaux. Le point de départ est le budget partiel, utilisant comme exemple le contrôle des mammites au Royaume Uni, analysé pendant quelques années et introduisant le concept de l'actualisation. Les aspects qui posent des problèmes particuliers dans l'évaluation de l'impact des maladies sont discutés, en mettant l'accent sur les paramètres zootechniques modifiés par la maladie et les systèmes de production en cause. Les difficultés rencontrées dans la collecte de données sur les effets de maladies sur la production et dans l'établissement des scénarios « avec » et « sans » lutte contre une maladie sont mises en lumière. Dans ce contexte, le rôle des modèles de troupeaux est discuté et les différents types de modèles, statique et dynamique, déterministe et stochastique, sont décrits. Finalement, pour l'exemple de la trypanosomiase en Côte-d'Ivoire, un modèle stochastique simple est présenté, simulant la variabilité des résultats pour des éleveurs individuels.*

### Summary

*This paper outlines the various methods used for analysing the economics of disease control at the herd level. A partial budget provides the starting point, using mastitis control in the United Kingdom as an example, extending the analysis to several years and including the concept of discounting. The areas which pose particular problems in evaluating the impact of disease are discussed, focussing on the production parameters affected by the disease and the production systems involved. The difficulty of collecting data on the effects of disease on production and of establishing «with» and «without» disease control scenarios for evaluating project impact is highlighted. In this context, the role of herd models is discussed and the different types of herd models, static and dynamic, deterministic and stochastic are described. Finally, for the example of trypanosomiasis in Côte-d'Ivoire, a simple stochastic model is presented, simulating the variability of outcomes for individual livestock producers.*



\* Texte de l'exposé présenté le 1<sup>er</sup> juin 1995

[1] Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit, Department of Agriculture, University of Reading, Earley Gate, P.O. Box 236, Reading RG6 2AT, Royaume Uni.

## I - INTRODUCTION

L'évaluation économique d'un programme de lutte contre une maladie donnée, à l'échelle de troupeaux individuels pose un certain nombre de problèmes intéressants. Si l'on part du principe qu'un tel programme a déjà été mis en oeuvre, que des efforts ont été faits pour suivre son impact, et que l'on dispose de données sur les coûts du programme, la tâche de l'évaluation micro-économique peut être définie comme l'analyse financière de la rentabilité de la lutte au niveau de l'entreprise. Par contre, l'évaluation macro-économique étudie le problème à l'échelle de la collectivité et du point de vue économique et non pas financier.

Ainsi, ici au niveau micro-économique, il s'agit du:

- Calcul des coûts que la lutte entraîne pour l'éleveur,
- Calcul de l'impact économique du contrôle de la maladie pour l'élevage individuel.

La méthode classique pour identifier les différents éléments et les chiffrer a été la méthode du « budget partiel ».

## II - LE BUDGET PARTIEL

Le schéma du budget partiel :

COÛTS	AVANTAGES
(a) charges en plus	(c) produits en plus
(b) produits en moins	(d) charges en moins

s'accorde particulièrement bien aux besoins de l'analyse de l'impact de programmes vétérinaires.

Les deux catégories les plus importantes, comme dans la grande majorité de projets, sont les « charges en plus » (les coûts du contrôle de la maladie) et les « produits en plus » (l'augmentation de la productivité et la réduction de la mortalité découlant du contrôle de la maladie). La catégorie des « charges en moins » s'avère nécessaire pour pratiquement tous les programmes vétérinaires, puisque elle concerne la réduction des dépenses associées au traitement d'animaux atteints par la maladie en l'absence du programme de lutte contre la maladie. La catégorie « produits en moins » couvre les différents effets secondaires de la lutte contre une maladie, allant de la perte de lait contaminé par les antibiotiques lors du traitement de mammites, jusqu'aux effets écologiques négatifs associés à l'utilisation d'insecticides ou d'acaricides pour contrôler le vecteur d'une

maladie, un insecte ou un parasite. Finalement, il faut noter qu'il est souvent nécessaire d'inclure dans la catégorie des « coûts en plus » une augmentation des coûts de production dus à l'amélioration de la productivité des animaux une fois que la maladie a été contrôlée (ainsi, par exemple, si les animaux produisent davantage de lait, ils consomment davantage d'aliment).

### EXEMPLE : LE CONTROLE DES MAMMITES

Pour démontrer comment un budget partiel pour un programme de contrôle d'une maladie animale fonctionne à l'échelle du troupeau individuel, l'exemple des mammites a été choisi. Les calculs sont fondés sur une étude relativement ancienne [Asby et al., 1975], mais qui est une des rares à avoir soigneusement suivi un nombre de troupeaux individuels (30) durant une période relativement longue (trois ans), et à avoir bien étudié la situation avant et après le contrôle du problème sanitaire. Cette étude s'utilise encore aujourd'hui comme base pour le calcul de l'impact des mammites sur la production. Ici, elle a été mise à jour en utilisant la méthode des prix actuels.

Le tableau I montre le budget partiel, comparant la situation avant et après l'application des

mesures de contrôle. La catégorie des «charges en plus» comprend le coût des méthodes classiques de lutte contre les mammites plus les coûts supplémentaires pour l'achat de concentrés rendu nécessaire par l'augmentation de la production laitière. La catégorie des «produits en moins» ne contient rien dans cet exemple. Du côté des avantages, la «production en plus» est évidemment le lait, dont la production augmente grâce à l'amélioration de la productivité associée à la réduction du nombre de cas de mammites, et également à la réduction des traitements antibiotiques, entraînant une perte du lait

produit pendant le traitement. La catégorie «charges en moins» comprend les coûts des traitements antibiotiques des cas de mammites qui ont été évités grâce au contrôle de la maladie.

La comparaison des coûts et avantages, pour une année, du troupeau avant et après la mise en place des mesures de contrôle, donne ainsi un rapport avantages/coûts de 3,1, et un avantage net d'un peu plus de £2000, ou £20 par vache laitière.

Tableau I : Budget partiel.  
Contrôle des mammites, troupeau de 100 vaches.

COUTS		AVANTAGES	
a. Charges en plus		c. Produits en plus	
Traitement au tarissement	490	Production laitière :	
Trempage des trayons	810	. Effet de la réduction des traitements*	1 091
Réglage machine à traire	110	. Effet de l'amélioration de la productivité	4 944
Concentrés supplémentaires	573		
b. Produits en moins	0	d. Charges en moins	
		Réduction des traitements	104
TOTAL DES COUTS	1 983	TOTAL DES AVANTAGES	6 139
AVANTAGE NET : 4 156 RAPPORT AVANTAGES/COUTS : 3,1			

\* Pourrait être placé dans la catégorie (c) ou (d).

Ce calcul montre bien l'application de la méthode des budgets partiels à un problème vétérinaire. Pourtant, cette comparaison effectuée sur un an avant et après la mise en place des mesures, ne serait peut-être pas suffisante pour convaincre un éleveur du bien-fondé de ces mesures, car il sait que l'élimination d'un problème de mammites demande plusieurs années d'efforts. Ainsi, une analyse du problème sur plusieurs années a été faite. Fondée sur les résultats de leur suivi, l'étude d'Asby et al. a dégagé les paramètres indiqués dans le tableau II, où l'année 0 est l'année de référence ; avant la mise en place des mesures de lutte contre les mammites, les années 1 à 3 montrent la

réduction progressive de l'incidence de la maladie, et les années 4 et 5 représentent la situation stable, lorsque la maladie a été contrôlée. Les chiffres utilisés ci-dessus étaient ceux de l'année 4. L'impact du contrôle est calculé, pour chaque année par rapport à la situation de l'année 0, en termes de réduction du nombre de vaches infectées et du nombre de traitements de cas cliniques. Il s'agit d'un troupeau représentatif, les chiffres étant les moyennes des taux d'infection, nombre de quartiers atteints, traitements cliniques etc., découlant du suivi fait par les auteurs [Asby et al. op. cit.].

Tableau II : Exemple des mammites. Impact du contrôle sur une période de cinq ans.  
(troupeau de 100 vaches laitières)

	ANNEE 0	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
Vaches infectées	77,1	67,3	48,3	41,4	36,8	36,8
Nombre de traitements	160,6	131,2	81,4	66,0	56,2	56,2
Réduction des infections		9,8	28,8	35,7	40,3	40,3
Réduction des traitements		29,4	79,2	94,6	104,4	104,4

En ajoutant à ces chiffres les résultats de l'étude d'impact sur la production laitière, les prix et les coûts, l'analyse avantages/coûts du tableau III a pu se faire. Les composantes des coûts et avantages de chaque année sont les mêmes qu'au

tableau II, avec les variations annuelles suivant les données du tableau II. Ensuite la démarche de «l'actualisation»\* a été introduite, qui permet la comparaison de sommes d'argent reçues ou dépensées en différentes années.

Tableau III : L'analyse avantages/coûts sur cinq ans.

	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5	ANNEE 6
<b>AVANTAGES :</b>						
Réduction Traitements	29,40	79,20	94,60	104,40	104,40	412,00
Augmentation lait	1 509,45	4 360,68	5 368,07	6 034,78	6 034,78	2 3307,76
<b>Total</b>	<b>1 538,85</b>	<b>4 439,88</b>	<b>5 462,67</b>	<b>6 139,18</b>	<b>6 139,18</b>	<b>23 719,76</b>
<b>Total Actualisé à 10 %</b>	<b>1 398,81</b>	<b>3 667,34</b>	<b>4 102,46</b>	<b>4 193,06</b>	<b>3 812,43</b>	<b>17 174,11</b>
<b>COÛTS :</b>						
Trait't tariss't	489,60	489,60	489,60	489,60	489,60	2 448,00
Trempage trayons	810,00	810,00	810,00	810,00	810,00	4 050,00
Réglage machine à traire	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	550,00
Concentrés supplémentaires	139,49	409,77	508,08	573,47	573,47	2 204,29
<b>TOTAL</b>	<b>1 549,09</b>	<b>1 819,37</b>	<b>1 917,68</b>	<b>1 983,08</b>	<b>1 983,08</b>	<b>9 252,29</b>
<b>Total actualisé à 10 p. cent</b>	<b>1 048,12</b>	<b>1 502,80</b>	<b>1 440,18</b>	<b>1 354,44</b>	<b>1 231,49</b>	<b>6 937,03</b>
<b>VALEUR ACTUELLE NETTE £ 10 237</b>						
<b>RAPPORT AVANTAGES/COÛTS 2,48</b>						

Les résultats de cette analyse avantages/coûts sur cinq ans donnent une valeur actuelle nette de £ 10 237 et un rapport avantages/coûts de 2,5. Ainsi, la prise en compte de la période de 3 ans nécessaire pour que la maladie soit bien maîtrisée a réduit le rapport avantages/coûts de

3,1 à 2,5. On pourrait objecter qu'une étude sur 5 ans, dont 2 après que la maladie a été maîtrisée, conduit à considérer une période trop courte. Si on augmentait la période étudiée à 10 ans, le rapport avantages/coûts, après actualisation, remonterait à 2,7.

\* L'explication de l'actualisation la plus pratique pour le non-économiste/l'éleveur est que c'est un processus qui déduit des intérêts composés de sommes d'argent reçues ou dépensées à l'avenir, pour les ramener à leur valeur d'aujourd'hui ou leur valeur actuelle. Le taux d'intérêt choisi, appelé le taux d'actualisation, correspond au taux d'intérêt réel minimum qu'on acceptera comme rendement sur l'investissement que le projet constitue. Puisqu'on utilise un taux d'intérêt réel, c'est-à-dire qui n'inclut pas l'inflation, la projection des coûts et des avantages se fait également à des prix constants, sans prendre en compte l'inflation [Putt et. al., 1987 ; ou Bridier et Michaeloff, 1987].

Ces chiffres démontrent donc que le choix du moment ou de la période analysée peut avoir un impact important sur le résultat de l'analyse. Bien sûr, d'autres analyses de sensibilité auraient été possibles, par exemple en étudiant l'impact d'une prévalence de départ plus basse. L'étude originale en a entrepris quelques unes.

Malgré les incertitudes rencontrées et la nécessité de se servir de quelques hypothèses et approximations pour évaluer l'impact de la maladie au niveau d'un troupeau typique, cette analyse donne des résultats assez crédibles. Un troupeau de 100 vaches laitières pouvait

facilement se trouver en Angleterre à l'époque de l'étude, et l'impact de la maladie sur la production laitière a pu être estimé relativement facilement. Il aurait été plus compliqué d'évaluer l'impact de la maladie en prenant en compte les réformes précoces des vaches (élément que les auteurs de l'étude citent comme un avantage du contrôle des mammites et qu'ils n'ont pas quantifié en termes monétaires). L'évaluation des coûts de la maladie dans des troupeaux beaucoup plus petits, où la prévalence de la maladie et son impact ont une plus grande variabilité, serait également complexe.

### III - ASPECTS PROBLEMATIQUES DANS L'ÉVALUATION DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE DE MALADIES ANIMALES

L'évaluation en termes monétaires de l'impact d'une maladie sur la production de troupeaux individuels devient donc plus difficile s'il s'agit d'éléments tels que les réformes, qui ont un effet à long terme. De même, l'impact d'une maladie donnée va varier de troupeau en troupeau. Par contre, à l'échelle régionale et nationale ou même dans des très grands troupeaux, les effets aléatoires seront moins importants, et l'impact de la maladie plus uniforme, et plus proche des moyennes attendues. Puisque l'impact des maladies animales s'étudie à travers leur impact sur les différents paramètres zootechniques, on peut caractériser les difficultés d'évaluation en fonction de ces paramètres (tableau IV).

#### LES PARAMÈTRES ZOOTECHNIQUES

Le premier élément qui complique l'évaluation économique est le degré de divisibilité de la variable. La production laitière, d'œufs, de laine sont des variables continues, et l'animal atteint

d'une maladie subit normalement une réduction partielle de cette production. Cela peut être chiffré assez facilement, comme dans l'exemple ci-dessus. Par contre, la mortalité est une variable discrète qui touchera ou ne touchera pas un animal donné. Les autres variables se situent entre ces deux extrêmes. Le gain de poids est normalement une variable continue dans des systèmes de production où les animaux sont vendus au poids, mais là où le poids de l'animal influe sur sa probabilité de survie, de vêler etc., il peut se comporter comme une variable discrète.

Le second élément est le degré avec lequel le paramètre touché a une influence sur la production du troupeau à long terme (Tableau IV). La fécondité est un bon exemple d'une variable avec un effet à long terme - dans une espèce avec un cycle de production relativement long, telle que les bovins, l'impact sur la production des velles non produites en 1995 se fera seulement sentir en 1997 ou 1998.

Tableau IV : Les caractéristiques des paramètres zootechniques.

PARAMÈTRE	DIVISIBILITÉ	IMPACT À LONG TERME
Mortalité	---	+++
Fécondité	--	+++
Age de maturité	-	++
Gain de poids		
• Unité d'embouche	+++	--
• Autres systèmes de production	-	+
Produits animaux (lait, laine, œufs, capacité de travail...)	+++	-

Note : - négatif + positif

Il en résulte que les maladies dont l'impact est le plus difficile à évaluer sont celles qui ont un effet surtout sur la mortalité ou la fécondité.

#### LE SYSTEME DE PRODUCTION

En second lieu, comme évoqué ci-dessus, la taille des troupeaux individuels et leur homogénéité influencent la facilité avec laquelle on peut évaluer l'impact de la maladie. En général, on peut dire que l'évaluation devient plus difficile dans des systèmes de production où :

- Les troupeaux sont relativement petits,
- Les troupeaux sont moins homogènes, avec plusieurs catégories d'âge/sexe,

- La production est moins spécialisée,
- La taille des troupeaux varie d'année en année, souvent parce que l'objectif de l'éleveur est le développement et l'expansion de son troupeau.

Cette discussion a mis l'accent sur les éléments qui compliquent l'évaluation de l'impact des maladies animales. Mais ces mêmes éléments sont ceux qui donnent à l'économie de l'élevage ses aspects les plus intéressants, puisque l'animal peut être à la fois un investissement, un bien de production et un bien de consommation. Ceci a nécessité le développement d'une méthodologie pour incorporer tous ces aspects et analyser les effets économiques des maladies sur la production à long terme.

## IV - L'ETABLISSEMENT DU SCENARIO «AVEC» ET «SANS» CONTROLE DE LA MALADIE A L'ECHELLE DES TROUPEAUX INDIVIDUELS

Toute analyse économique d'un projet, tel que la lutte contre une maladie, exige l'établissement de deux scénarios, celui montrant la situation «avec» l'intervention étudiée, et celui montrant la situation «sans» cette intervention. Ces scénarios peuvent comparer la situation typique «sans» projet à la situation «avec» projet, lorsqu'un nouvel équilibre aura été atteint, tel que dans le tableau I, ou les scénarios peuvent durer plusieurs années et montrer l'amélioration progressive de la situation «avec» projet et la comparer à celle «sans» projet, comme il a été fait dans les tableaux II et III. Dans le domaine de la santé animale, l'élaboration de ces deux scénarios pose généralement plusieurs problèmes :

- Si le projet a déjà été mis en œuvre, on peut suivre des troupeaux individuels qui ont bénéficié du programme de lutte contre une maladie, mais il est plus difficile d'établir quelle aurait été la situation sans projet. Le problème sanitaire se serait-il aggravé, amélioré ou stabilisé? On peut étudier la

situation avant projet ou on doit chercher une situation témoin, ce qui nécessite le suivi de troupeaux qui ne bénéficieront pas du programme - ce qui n'est évidemment pas facile si ces troupeaux ne sont pas déjà suivis pour d'autres raisons.

- Si le projet n'a pas encore débuté, le problème se pose dans le sens inverse, et c'est le scénario «avec» projet qui devient difficile à établir.

Même dans les meilleures conditions, avec des suivis exhaustifs et bien planifiés et exécutés, au moment de l'évaluation économique on se trouve devant la nécessité de se servir de suppositions et d'hypothèses pour compléter les données pour la situation «avec» ou celle «sans» projet.

C'est dans ce contexte, et en vue de la nécessité d'étudier les effets à long terme des maladies qui jouent sur des paramètres tels que les mortalités et la fécondité, que l'utilisation de modèles de troupeaux a été développée.

## V - L'UTILISATION DE MODELES ZOO-ECONOMIQUES

Ces modèles peuvent être caractérisés par plusieurs aspects. Les points communs sont qu'ils se servent tous des différents paramètres zootechniques comme intrants (mortalité, fécondité, taux d'exploitation, âge de maturité, poids, rendement laitier etc.). Les modèles à caractère plus biologique mettent l'accent sur l'efficacité avec laquelle les ressources alimentaires sont utilisées, et peuvent, par exemple, pour le cas de troupeaux extensifs en pâturage naturel, inclure des éléments tels que la pluviométrie. Les modèles à caractère plus économique peuvent incorporer les prix actuels et fournir des résultats en termes monétaires [Hallam, 1983]. Deux autres distinctions sont importantes dans le contexte de l'évaluation économique des maladies animales [Putt et al., 1987].

### MODELES STATIQUES ET MODELES DYNAMIQUES

La première distinction est celle entre les modèles statiques et dynamiques. Le modèle dynamique décrit le développement du troupeau pendant une période de plusieurs années, et ainsi on peut l'utiliser pour examiner l'impact d'un projet de contrôle d'une maladie animale dès son début jusqu'au moment où ses effets à long terme deviennent apparents. Le modèle statique donne une image du troupeau et de sa productivité au moment où il est en équilibre, en fonction d'une série de paramètres de production. La production à ce moment est normalement calculée pour une année, et peut être comparée à celle d'un autre troupeau en équilibre, mais ayant des paramètres différents de production (mortalité réduite, fécondité augmentée etc., reflétant une situation «avec» contrôle d'une maladie). Les modèles statiques mettent plutôt l'accent sur la productivité du troupeau par rapport à des ressources rares, et souvent par unité de fourrage. Ils peuvent servir comme un index de productivité [James, 1995 et Upton, 1989].

Un modèle statique permet la comparaison rapide du revenu annuel dans la situation «avec» projet à celle «sans» projet et est ainsi utile pour démontrer à l'éleveur l'intérêt éventuel des mesures proposées. Le modèle dynamique permet l'analyse des coûts et avantages sur les années nécessaires pour passer de la situation avant projet à celle où la maladie a été maîtrisée. Dans l'exemple des mammites, on pourrait

considérer le tableau I comme un simple modèle statique, et les tableaux II et III comme un modèle dynamique.

### MODELES DETERMINISTES ET MODELES STOCHASTIQUES

La plupart des modèles de troupeau utilisent comme intrants des paramètres de production reflétant les valeurs moyennes des paramètres dans la situation étudiée. Ce sont des modèles «déterministes». Ces modèles sont très utiles pour calculer l'impact de la lutte contre une maladie animale à l'échelle nationale ou régionale et au niveau de troupeaux individuels pour illustrer la situation de l'éleveur «type». Mais, quand on considère des troupeaux individuels, et quand il s'agit de troupeaux contenant un nombre relativement petit d'animaux de chaque catégorie d'âge, et de maladies ayant un impact sur les paramètres tels que la mortalité et la fécondité qui ne sont pas des variables continues (tableau IV et discussion ci-dessus), les éléments aléatoires deviennent très importants. Dans cette situation, pour simuler le développement d'un troupeau d'une manière plus réaliste, un modèle où les paramètres de production prennent des valeurs reflétant une distribution de probabilité est plus approprié. Ceux-ci sont des modèles stochastiques [Putt et al., 1987].

On peut ainsi simuler l'expérience de plusieurs éleveurs, avec les mêmes effectifs dans leur troupeau au départ et les mêmes paramètres de production, mais incorporant les effets aléatoires qui déterminent si un animal meurt ou non, si une mise-bas donne un veau ou une velle, si on décide de vendre ou de garder un animal. Conformément à la réalité, les résultats vont varier sensiblement d'un troupeau à un autre, par le jeu de la probabilité. Par exemple, Baptist [1987] en appliquant un modèle stochastique et dynamique qu'il a développé lui-même, en commençant avec un troupeau de 50 têtes, après une simulation sur 40 ans, a terminé avec, parmi ses quatre premières réitérations, un troupeau de seulement 30 têtes et un de 150. Il existe plusieurs méthodes pour donner aux paramètres de production dans un modèle stochastique leurs valeurs. Une version simplifiée de la méthode «Monte Carlo» a été décrite dans Putt et al. [1987]. Celle-ci est appliquée dans l'exemple suivant.

## VI - EXEMPLE - LA LUTTE CONTRE LES GLOSSINES POUR CONTROLER LA TRYPANOSOMIASE

Pour mieux illustrer les problèmes spécifiques à l'évaluation de l'impact des maladies au niveau de troupeaux individuels, un exemple fondé sur un travail de l'auteur [Shaw, 1993] a été choisi. La trypanosomiase bovine en Côte-d'Ivoire affecte des troupeaux extensifs, contenant des animaux mâles et femelles de tous les âges, et son impact sur la mortalité et la fécondité est important. Elle pose donc tous les problèmes discutés ci-dessus (tableau IV). L'évaluation du projet a été faite pour toute la région touchée par le projet, qui comprend des troupeaux transhumants et des troupeaux sédentaires. Ici on reprend le troupeau transhumant, où l'impact de la maladie est généralement plus sévère, pour étudier son effet économique.

Les effectifs de départ sont indiqués dans le tableau V, un troupeau de 100 têtes a été choisi comme exemple, conforme à la situation du

tableau I. Il s'agit donc d'un troupeau mixte, mais où les femelles adultes sont majoritaires, avec 41 têtes.

Les valeurs moyennes des paramètres zootechniques, avec et sans le projet qui consistait en la lutte contre les glossines en utilisant des pièges mono-pyramidiques, sont données dans le tableau VI. Celles-ci sont fondées sur plusieurs études, mais il était également nécessaire de formuler quelques hypothèses importantes [Shaw, 1993].

Un modèle stochastique simple a été élaboré pour examiner la différence entre le revenu de l'éleveur pour une année se trouvant dans la situation «avec» projet, et celui s'il s'était trouvé dans la situation «sans» projet.

Tableau V : Troupeau transhumant en Côte-d'Ivoire - Composition en début d'année.

CATEGORIE D'AGE	FEMELLES %	MALES %
0 - 1 an	11	10
1 - 2 ans	10	8
2 - 3 ans	9	6
3 ans et plus	41	5
TOTAL	71	29

Le tableau VII montre, en utilisant comme exemple trois vaches laitières, comment l'élément stochastique fonctionne. Chaque animal est considéré individuellement, et possède donc un code individuel. Les trois vaches étaient 61, 62 et

63. Trois événements touchent les vaches: vont-elles mourir, vont-elles être vendues ou vont-elles vêler, et si oui, est-ce que le veau sera mâle ou femelle ?



Tableau VI : Paramètres zootechniques pour le troupeau transhumant avec et sans projet de lutte contre la trypanosomiase

PARAMETRE	SANS PROJET	AVEC PROJET
Mortalité : % /an		
Mâles 0 - 1 ans	15,5	13,0
Femelles 0 - 1 ans	13,5	11,0
Jeunes 1 - 2 ans	6,5	5,0
Jeunes 2 - 3 ans	5,5	4,0
Adultes 3 ans et plus	3,25	2,5
Fécondité : %/an		
Veaux par vache âge 3 +	54	50
Production laitière : litre de lait produit/lactation	255	275
Taux d'exploitation %/an		
Mâles 1 - 2 ans	15,0	15,0
Femelles 2 - 3 ans	2,0	2,0
Mâles 2 - 3 ans	30,0	30,0
Femelles 3 +	13,0	13,0
Mâles 3 +	75,0	75,0

Dans la partie a) du tableau VII, pour la situation sans projet, le taux moyen de mortalité pour les vaches est 3,25 p. cent, donc le taux de survie est 96,75 p. cent. Si le chiffre aléatoire est inférieur ou égal à 0,9675, la vache survit, sinon elle meurt. La même procédure est utilisée pour déterminer si elle sera vendue. Ensuite, dans la partie c), le taux de vêlage moyen sans projet étant de 50 p. cent, si le premier chiffre aléatoire est égal ou inférieur à 0,50, la vache vêle. Le second chiffre aléatoire détermine le sexe du produit, mâle si le chiffre est égal ou inférieur à 0,50, femelle sinon.

Pour montrer la variabilité des résultats quand on prend en compte les éléments aléatoires, un nombre relativement petit de répétitions du modèle a été fait. Les résultats sont illustrés dans la figure 1 et dans le tableau VIII. Dans le tableau VIII, les derniers chiffres sont ceux pour la version déterministe, où on a pris les valeurs moyennes de tous les paramètres donnés dans le tableau VI. Celle-ci fournit donc la situation de référence. Dans ce cas, le troupeau «avec» projet

a un revenu de 289 mille F CFA de plus que le troupeau sans projet, et finit l'année avec 3 animaux en plus. Par contre, l'augmentation moyenne du revenu des 5 premiers essais du modèle stochastique était seulement 171 mille F CFA, et la taille moyenne du troupeau avait diminué de 1,7 têtes. Les premiers dix essais donnaient une augmentation de 235 mille F CFA en moyenne, mais quelques mauvais résultats pour des répétitions individuelles ont réduit la moyenne à 214 mille F CFA, pour l'ensemble des premiers 20 essais. Un des deux extrêmes de cette série de répétitions était une augmentation du revenu avec projet de 972 mille F CFA et de la taille du troupeau de 17 têtes par rapport à la situation sans projet. Mais, l'autre extrême montre que pour quelques éleveurs, l'effet du hasard peut leur envoyer un mauvais résultat, même en ayant mis en oeuvre un projet de lutte contre une maladie importante, puisque pour un des essais, le revenu «avec» projet était 713 F CFA moins que «sans» projet, et la taille du troupeau avait diminué de 16 têtes.

Tableau VII : Illustration de la méthode utilisée pour le modèle stochastique.

## a) Calcul des mortalités

NUMERO	CATEGORIE	PROBABILITE DE SURVIE	VALEUR ALEATOIRE	RESULTAT
61	Femelle 3 +	0,9675	0,3421	vivante
62	Femelle 3 +	0,9675	0,8822	vivante
63	Femelle 3 +	0,9675	0,5410	vivante

## b) Calcul des ventes

NUMERO	CATEGORIE	PROBABILITE DE VENTE	VALEUR ALEATOIRE	RESULTAT
61	Femelle 3 +	0,13	0,7671	retenue
62	Femelle 3 +	0,13	0,2763	retenue
63	Femelle 3 +	0,13	0,6296	retenue

## c) Calcul des vêlages

NUMERO	PROBABILITE DE VELER	VALEUR ALEATOIRE 1	VALEUR ALEATOIRE 2	RESULTAT
61	0,50	0,3836	0,9494	femelle
62	0,50	0,6691	0,6423	nul
63	0,50	0,2830	0,2830	mâle

Tableau VIII : Résultats du modèle stochastique.  
Impact de la lutte contre la trypanosomiase au cours d'une année.

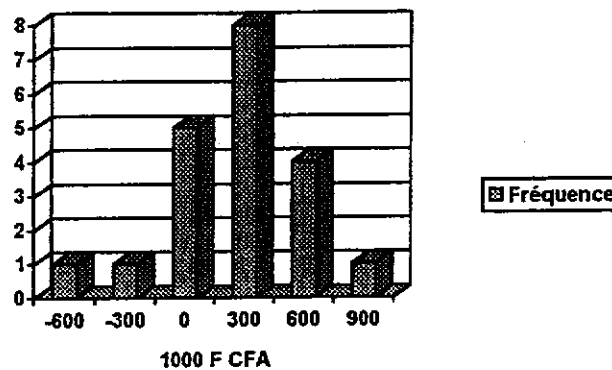
	REVENUS (1 000 F CFA)			TAILLE DU TROUPEAU : TETES A LA FIN DE L'ANNEE		
	Avec	Sans	Impact	Avec	Sans	Impact
Moyenne de 5 essais	2 308,8	2 210,1	170,7	103,2	104,4	-1,2
Moyenne de 10 essais	2 242,7	2 207,0	235,7	104,7	103,2	1,3
Moyenne de 20 essais	2 378,6	2 164,9	213,8	104,2	102,2	2,2
Meilleur résultat	2 424,5	1 453,0	971,5	105,0	88,0	17,0
Pire résultat	1 874,0	2 587,1	-713,1	93,0	109,0	-16,0
Version déterministe	2 412,2	2 123,3	288,9	104,7	101,7	3,0

La figure 1 montre la distribution des résultats des 20 essais. Huit résultats montraient une différence entre le revenu avec et sans projet dans la fourchette 150 à 450 F CFA, autour du résultat de la version déterministe de 289 F CFA. Sept résultats étaient dans des catégories plus basses, et 5 au dessus. Ainsi, cette simulation donne une idée des variations possibles si les effets aléatoires touchant les troupeaux individuels sont pris en compte, et de la distribution des résultats.

Dans ce contexte, l'utilisation d'analyses de sensibilité mérite un bref commentaire. Dans beaucoup de situations, on peut identifier les éléments qui provoqueront probablement des perturbations dans les scénarios envisagés et donc des résultats économiques bien différents de ceux attendus - par exemple variations de l'incidence de la maladie dans le scénario «sans» projet, différences dans la gestion du troupeau

etc. Un bon exemple récent de l'utilité des analyses de sensibilité est le travail de Zessin et Jarvis [1995] qui étudient l'impact d'un programme de contrôle des nématodes dans des petits troupeaux nomadiques de moutons et chèvres en Somalie. Leurs simulations des troupeaux montraient une différence entre les années normales, de sécheresse et de rétablissement après sécheresse, et une des conclusions était que le contrôle des nématodes était vraiment rentable seulement dans des périodes où la quantité de fourrage disponible était au dessus de la moyenne. Ainsi, là où on peut construire des scénarios vraisemblables étudiant les éléments variables, et où on a une idée de la fréquence avec laquelle ces scénarios seront rencontrés, l'analyse de sensibilité répond au besoin d'étudier la variabilité des résultats. En plus, les analyses de sensibilité ont le mérite d'être plus faciles à entreprendre et comprendre que les modèles stochastiques.

Figure 1 : Impact du projet sur le revenu de l'éleveur.  
Résultats des 20 premières itérations.



## VII - CONCLUSION

Cet article a tenté de faire le tour des principales méthodes d'évaluation en mettant en lumière les points qui méritent une attention particulière quand on étudie des projets de santé animale à l'échelle de troupeaux individuels. Même dans les cas où une partie importante des coûts de la lutte est supportée par l'Etat, la réussite de ces projets dépend en fin de compte de l'éleveur. Il faut qu'on puisse convaincre l'éleveur individuel du bien-fondé économique des mesures étudiées. Dans ce contexte, il faut des méthodes claires et compréhensibles, et le budget partiel, pour une année ou pour quelques années, est souvent le meilleur outil. Mais il faut également que l'étude du projet au niveau des troupeaux individuels fournisse de l'information qui aidera l'évaluation du projet à l'échelle de la collectivité. La variabilité de l'expérience des troupeaux individuels devient importante dans ce contexte.

Elle augmente probablement dans les situations où les systèmes de production sont moins commerciaux, les troupeaux plus diversifiés et où l'impact du contrôle de la maladie se fait sentir à long terme. Il est difficile de déterminer ce que sont ces expériences individuelles. Les évaluations économiques souffrent du manque de données sur l'impact des programmes de santé animale, et même avec un bon suivi dans les meilleures conditions, l'établissement des scénarios avec et sans projet est difficile. Si la distribution de la plupart des expériences individuelles est proche des valeurs moyennes, un calcul déterministe peut suffire. Mais, si une proportion importante des troupeaux ne retire pas d'avantages significatifs du projet, il faudra peut-être revoir certains aspects du projet. L'évaluation de cette situation peut être faite en se servant de modèles stochastiques.

## REMERCIEMENTS

Dr. T. Chamberlain, Vétérinaire pratiquant à Blackford, Somerset, Dr. A. D. James du Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit, Dr. R. J. Esslemont du Département d'Agriculture de l'Université de Reading et Prof. Dr. K.-H. Zessin de l'Institut de Parasitologie et de Médecine Vétérinaire Tropicale de l'Université Libre de Berlin, sont remerciés pour leur aide et leurs encouragements.

## VIII - BIBLIOGRAPHIE

- Asby C.B., Griffin T.K., Ellis P.R. et Kingwill R.G. - The benefits and costs of a system of mastitis control in individual herds. University of Reading, Department of Agriculture and Horticulture, 1975, Study N° 17, 14.
- Baptist R. - Computer Simulation of Monitoring Herd Productivity Under Extensive Conditions: Sampling Error of Herd Size and Offtake Rate. *Agric. Systems*, 1987, 24, 199-210.
- Baptist R. - Simulated livestock dynamics - effects of pastoral offtake practices and drift on cattle wealth. *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 1990, 22, 67-76.
- Bridier M. et Michaeloff S. - Guide pratique d'analyse de projets - évaluation et choix des projets d'investissements. Ed. Economica, Paris, 1987, 291 p.
- Hallam D. - Livestock Development Planning: A Quantitative Framework. Centre for Agricultural Strategy, University of Reading, 1983, CAS Paper 12.
- James A.D. - Methods for the Assessment of Disease on Livestock Productivity. *Soc. for Vet. Epid. and Prev. Med.* 29-31 March 1995, *Proceedings*, Reading, 1995, 156-161.
- Putts S.N.H., Shaw A.P.M., Woods A.J., Tyler L. et James A.D. - Epidémiologie et économie vétérinaires en Afrique. Manuel à l'usage des planificateurs de la santé animale. Centre international pour l'élevage en Afrique, Manuel du CIPEA, 1987, N° 3, 146 p.
- Shaw A.P.M. - An economic analysis of the Ivoro-German Tsetse Control Project in Côte-d'Ivoire: 1978 - 1992. Freie Universität Berlin/AP Consultants, 1993, 130 p.
- Upton M. - Livestock Productivity Assessment and Herd Growth Models. *Agric. Systems*, 1989, 29, 149-164.
- Zessin K.-H. et Jarvis L.S. -Examining economic and production responses of nomadic smallstock flocks in central Somalia to nematodiases control programme through computer simulation. Soumis à la *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 1995, 30 p.

