# APPRECIATION DU RISQUE DE CONTAMINATION DES ALIMENTS CONCENTRES SUISSES POUR BOVINS PAR L'AGENT DE L'ENCEPHALOPATHIE SPONGIFORME BOVINE *

***A. Vicari [1], B. Hornlimann [1] et L. Audigé [1]***

***RESUME** : En raison de l'apparition de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) en Suisse en novembre 1990, l'inclusion des protéines d'origine animale dans les aliments concentrés destinés aux ruminants a été interdite le 1er décembre suivant. Néanmoins, à cause de l'inévitable abattage de bovins subcliniquement atteints par l'ESB, d'une inactivation partielle de l'agent de cette maladie lors de la valorisation de déchets animaux, et d'une contamination croisée avec des farines de viande et d'os lors de la manufacture des aliments, une séquence d'événements menant à une contamination potentielle des aliments concentrés pour bovins par du matériel infectieux de l'ESB a été identifiée et modelée. Il a été estimé qu'au maximum 0,6 p. cent des charges de farine de viande et d'os produite pendant l'année 1995 en Suisse pourraient avoir contenu une infectivité résiduelle par l'agent de l'ESB. La contamination moyenne par tonne d'aliment concentré pour bovins aurait exceptionnellement dépassé un seuil critique. Il est toutefois souligné que les résultats dépendent grandement de la qualité des données de départ. L'Office vétérinaire fédéral Suisse a jugé nécessaire d'introduire de nouvelles mesures à partir de mai 1996 (entre autres, l'incinération de la tête de toutes les vaches abattues).*

***ABSTRACT** : Since the appearance of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) in Switzerland in November 1990, the feeding of ruminants with animal-derived proteins was banned in the following December. Nevertheless, because of the unavoidable slaughtering of subclinically BSE-affected cattle, incomplete inactivation of the disease agent during rendering, and cross-contamination with meat-and-bone meal during feed manufacture, a sequence of events leading to a potential contamination of cattle concentrates by BSE-infected material was identified and modeled. It is estimated that maximally 0.6 p. cent of the meat-and-bone meal batches produced in 1995 in Switzerland had a residual BSE-infectivity. The average contamination per ton of cattle concentrates would rarely have exceeded a critical threshold. Emphasise is placed on the fact that the result depends on the quality of starting data. The Swiss Federal Veterinary Office considered suitable the implementation of new measures in May 1996 (e.g. the incineration of the head of all slaughtered cows).*

## I - INTRODUCTION

Il est généralement reconnu que le développement de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) est principalement dû à l'ingestion d'aliments contenant des farines de viandes et d'os (FVO) contaminés par l'agent de la maladie [Wilesmith et al., 1992].

En Suisse, au 17 mai 1996, 216 cas d'ESB ont été diagnostiqués, le premier remontant au mois de novembre 1990. L'occurrence de cette maladie en Suisse est actuellement expliquée par l'importation de 1984 à 1990 de FVO contaminées provenant d'Angleterre. Cette importation aurait eu lieu directement ou par pays tiers, entre autres par la France [Hornlimann et al., 1994].

Une étude ayant pour but d'établir les causes les plus probables de l'occurrence de la maladie dans le cheptel suisse est actuellement en cours [Müller et al., en préparation].

---

* Texte de l'exposé présenté le 30 mai 1996

[1] Institut de Virologie et d'Immunoprophylaxie, Case postale, CH-3147 Mittelhäusern, Suisse

Déjà en décembre 1990, plusieurs mesures de santé publique et de prophylaxie animale étaient prises, comme l'interdiction d'inclure tout aliment contenant des protéines d'origine animale dans les aliments concentrés destinés aux ruminants. L'effet de cette mesure n'a toutefois pas été immédiat, comme paraît le démontrer l'apparition de 10 cas de bovins nés après l'entrée en vigueur de cette réglementation. Parmi les différentes explications plausibles, il était important d'évaluer si, en supposant une observation stricte de la loi, une infection des bovins par des aliments concentrés était toutefois possible.

L'objectif de la présente étude est d'estimer le risque que des aliments concentrés produits en Suisse et destinés aux bovins puissent contenir des FVO contaminées par l'agent infectieux de l'ESB.

## II - MATERIEL ET METHODES

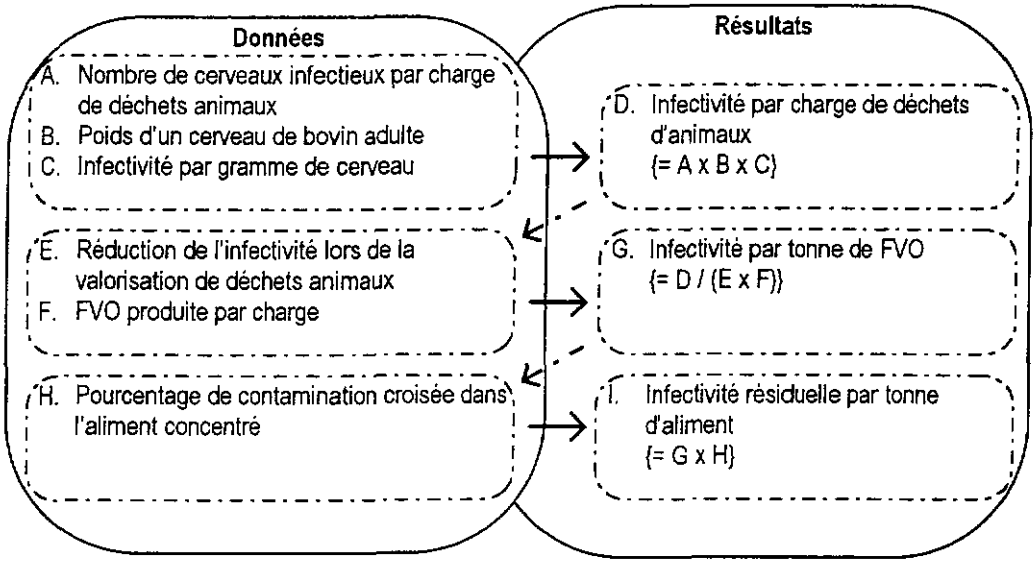
### A. SEQUENCE DES EVENEMENTS

Certains organes et tissus de bovins subcliniquement atteints par l'ESB, qui sont abattus ou meurent, représentent une source potentielle de matériel infectieux. Cette infectivité (exprimée comme dose létale 50 p. cent - $DL_{50}$ - par voie orale) peut, même si passablement réduite, survivre au traitement thermique utilisé lors de la valorisation des déchets animaux et des cadavres. Par le moyen de FVO, elle peut finalement être incorporée dans les aliments concentrés pour bovins à cause d'une contamination croisée au niveau du mélangeur.

La séquence des événements, menant à une contamination potentielle des aliments concentrés pour bovins par du matériel infectieux de l'ESB, peut être finalement reconstruite (figure 1).

FIGURE 1

**Séquence des évènements menant à une contamination potentielle des aliments concentrés pour bovins par du matériel infectieux de l'encéphalopathie spongiforme bovine**
(FVO, farine de viande et d'os)




### B. PREVALENCE DE L'INFECTION CHEZ LES BOVINS ABATTUS OU MORTS

Dans le cadre d'une appréciation du risque, on doit considérer la prévalence de l'infection. Malheureusement, un test de diagnostic *ante-mortem* de l'ESB n'étant pas disponible, la prévalence des animaux infectés par l'ESB peut seulement être estimée à partir de l'incidence des cas cliniques.

Considérant que l'infection a lieu pendant les premiers 6 mois de vie [Kimberlin et Wilesmith, 1994], la prévalence de l'infection de l'ESB dépend de la cohorte de naissance. Cette prévalence, pour une cohorte et année donnée, est calculée par la somme du nombre de cas cliniques confirmés ou estimés pour les années futures de cette cohorte en cette année là et du nombre de bovins, qui étant affectés subcliniquement par l'ESB, ont développé ou développeraient des signes cliniques les années suivantes. Le nombre total de bovins affectés subcliniquement par l'ESB, qui sont abattus ou meurent pendant une année donnée, résulte de la somme des valeurs calculées pour les différentes cohortes et pour cette année là. La démarche est présentée dans le détail en annexe.

Le nombre de bovins de chaque cohorte de naissance, qui sont abattus ou meurent chaque année, a été déduit à partir du recensement annuel et de la structure démographique (distribution proportionnelle d'animaux dans chaque cohorte d'âge). Ce nombre et la prévalence d'infection ont permis enfin d'estimer le nombre annuel de bovins affectés subcliniquement par l'ESB, qui sont abattus ou qui meurent chaque année, et dont les organes et tissus seraient infectieux. Pour 1995, en ne considérant que les vaches et les génisses de plus de deux ans, ce nombre a été estimé à 75.

### C. TITRE INFECTIEUX DU CERVEAU

Aucune donnée quant au titre infectieux du cerveau bovin lors d'expérimentation dans la même espèce n'a été publiée. Dans les limites d'une telle extrapolation, le titre infectieux du cerveau de souris inoculée avec la souche 139A de la tremblante, qui a été mesuré lors d'infection orale à 3 570 $DL_{50}$ [Kimberlin et Walker, 1989], a été retenu.

### D. INACTIVATION PARTIELLE LORS DE LA VALORISATION DE DECHETS ET CADAVRES ANIMAUX

Toutes les usines de valorisation de déchets et cadavres animaux ont été visitées pour enregistrer le système employé, les paramètres de fonctionnement (température, pression, temps, grandeur maximale des particules), ainsi que le type et la quantité de matériel valorisé. Les cerveaux de bovins adultes étaient valorisés dans deux usines. Un système à charges était utilisé, où le matériel était traité à 133°C et 3 bars pendant 20 minutes. Un total d'environ 13 000 charges était annuellement valorisé, et, respectivement à partir de chacune des usines, 600 et 1 200 kg de FVO étaient produits par charge.

Le traitement thermique décrit a été reconnu capable de réduire d'au moins 80 fois l'infectivité d'une charge de matériel infectieux de l'ESB [Taylor et al., 1995]. Une réduction de l'infectivité d'un facteur 800 a été retenue.

### E. CONTAMINATION CROISEE LORS DE LA FABRICATION D'ALIMENTS CONCENTRES

Comme mentionné, une interdiction d'inclure tout aliment contenant des protéines d'origine animale dans les aliments concentrés destinés aux ruminants était introduite début décembre 1990. Néanmoins, les FVO étaient encore utilisées pour la fabrication d'aliments destinés aux porcs et aux volailles. Pour des questions techniques, une contamination croisée pourrait avoir lieu lors de la fabrication des aliments. Sur 544 échantillons d'aliments concentrés pour vaches laitières analysés durant la période 1991-1994, seulement 3 avaient un contenu d'un maximum de 0,3 p. cent de FVO, la limite de détection étant de 0,1 p. cent [Guidon, 1995].

### F. SIMULATIONS STOCHASTIQUES

La séquence des événements ci-dessus décrite a été incluse dans un modèle visant à estimer les niveaux de contamination potentielle des aliments concentrés. Pour que ce modèle tienne compte à juste titre de l'incertitude relative à certaines données, il est nécessaire que celles-ci soient exprimées sous la forme d'une distribution stochastique. On reconnaîtra toutefois deux types d'incertitude : l'une résultant d'une faute de connaissances (par exemple la réduction de l'infectivité lors de la valorisation), et l'autre résultant d'une variation naturelle (par exemple l'infectivité du cerveau en fonction du stade d'incubation de l'ESB et le pourcentage de contamination croisée). Ce dernier seulement a été pris en compte pour éviter d'introduire dans les simulations plus d'incertitude que nécessaire. A l'aide d'un programme informatique spécifique (@Risk, Palisade Corp., Newfield NY, USA), des simulations multiples ont été finalement possibles (tableau I).

## III - RESULTATS

### A. PROBABILITE D'AVOIR UN OU PLUSIEURS CERVEAUX INFECTES DANS UNE CHARGE

Chaque année environ 13 000 charges de FVO étaient produites. En faisant l'hypothèse que l'inclusion des 75 cerveaux infectieux dans les charges étaient des événements indépendants, la probabilité d'avoir un seul cerveau infectieux dans une charge a été estimée à 0,6 p. cent [$P_1$= (75/13 000) = 0,006], et la probabilité d'avoir un nombre n de cerveaux infectieux dans une charge sera $P_n = (P_1)^n$.

### B. SIMULATIONS STOCHASTIQUES

Les niveaux de contamination potentielle des aliments concentrés pour bovins pour le cas où un seul cerveau serait inclus dans une charge et leurs probabilités respectives d'occurrence sont présentés dans la figure 2. Cinquante pour cent des contaminations ne dépassent pas une $DL_{50}$ de 0,75 et 95 p. cent sont inférieures à 3,8. La contamination maximale est de 13,9 avec une probabilité de 0,0002.

TABLEAU I

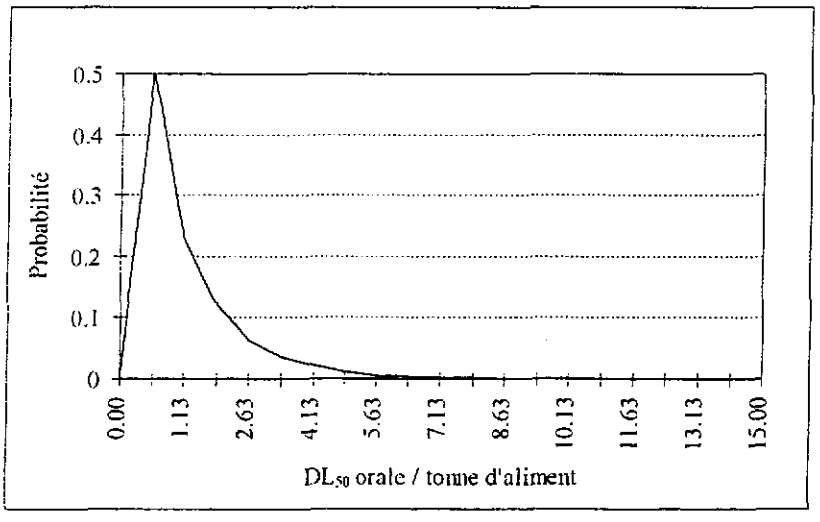
**Description des données considérées dans la modélisation du risque de contamination par l'ESB des aliments concentrés suisses pour bovins.**

| | DEFINITION | VALEURBIBLIOGRAPHIE | VALEUR OU FONCTION EMPLOYEE DANS @RISK[a] |
|---|---|---|---|
| A. | Nombre estimé de cerveaux infectieux par charge de déchets animaux | de 0 à 75 | 1 |
| B. | Poids d'un cerveau de bovin adulte | 410 - 480 g<br>[Nickel et al., 1984] | 445 |
| C. | Infectivité par gramme de cerveau de bovin | 3 570 ESB bovin $DL_{50}$[b] orale/g cerveau<br>En analogie avec la $DL_{50}$ orale 139A tremblante pour la souris<br>[Kimberlin et Walker, 1989]. | Beta<br>(3,8;5,96) x 10700 |
| E. | Réduction de l'infectivité lors de la valorisation de déchets animaux | au moins 80 fois<br>[Taylor et al., 1995] | 800 |
| F. | FVO[c] produite par charge | usine $_A$ = 0,6 tonne ; usine $_B$ = 1,2<br>Données collectées. | 0,6 |
| H. | p. cent de contamination croisée dans l'aliment concentré pour bovins | au maximum 0,3 p. cent<br>Trois échantillons d'aliments concentrés pour vaches laitières sur 544 contenaient 0,1 - 0,3 p. cent de FVO [Guidon, 1995]. | Expon (0,0308) |

a. @Risk, Palisade Corp., Newfield NY, USA. ; b. $DL_{50}$, dose létale 50 p. cent ; c. FVO, farine de viande et d'os.

FIGURE 2

**Niveaux de contamination potentielle des aliments concentrés pour bovins pour le cas où un seul cerveau serait inclus dans une charge et leurs probabilités respectives d'occurrence**
(10 000 répétitions)

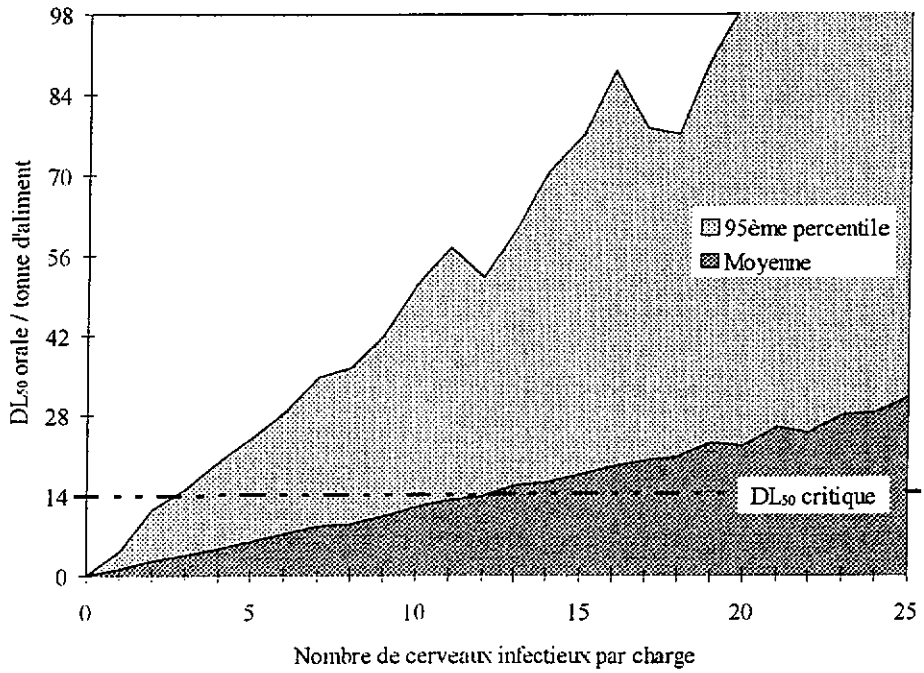



| Probabilité | 0.0200 | 0.0060 | 0.0026 | 0.0008 | 0.0010 | 0.0003 | 0.000 | 0.0002 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $DL_{50}$ orale/tonne d'aliment | 4.13 | 5.63 | 7.13 | 8.63 | 10.13 | 11.63 | 13.13 | 13.88 |

En principe, la présence de plus d'un cerveau dans une charge ne fait qu'augmenter la contamination proportionnellement à leur nombre (figure 3), mais la probabilité d'un tel événement est beaucoup plus faible. Avec trois cerveaux infectieux par charge, déjà 5 p. cent des contaminations estimées dépassent le seuil de la $DL_{50}$ critique [Kimberlin et Wilesmith, 1994].

FIGURE 3

**Moyenne et 95ème percentile des niveaux de contamination potentielle des aliments concentrés pour bovins en fonction du nombre de cerveaux infectieux inclus dans une charge de valorisation des déchets animaux**
(250 répétitions)




## IV - DISCUSSION

Cette étude visant à estimer le risque de contamination par l'ESB des aliments concentrés pour bovins en Suisse s'est basée sur des hypothèses incontournables pour pallier l'incertitude de certaines données.

Il se peut que l'inclusion des cerveaux infectés dans les charges de valorisation ne soit pas toujours des événements indépendants. En effet, il est possible que plusieurs animaux d'un même cheptel et de la même cohorte de naissance (donc du même risque) soient conduits ensemble à l'abattoir. Il serait dès lors probable que si un animal était infecté, les autres l'aient aussi été. Dans ce cas, moins de charges seraient infectées, mais la contamination critique des aliments concentrés serait atteinte plus facilement (figure 3).

L'agent de l'ESB a pu être transmis expérimentalement à la souris seulement à partir de substance cérébrale et de moelle épinière [Fraser et al., 1992]. Toutefois, lors d'une étude de transmission par voie orale au bovin, l'infectivité a également été décelée dans l'iléus [Wells et al., 1994]. Etant donné la sensibilité moindre de la souris à l'agent de l'ESB comparé au bovin, il a été estimé que si des organes et tissus autre que le cerveau et la moelle épinière étaient infectieux, leur infectivité serait inférieure d'au moins un facteur $10^5$ par rapport à celle du cerveau et de la moelle épinière [Bradley, comm. pers.]. Il paraissait donc justifié de limiter l'estimation du risque uniquement à partir des cerveaux, l'effet d'inclure d'autres organes étant considéré comme négligeable.

Aucune donnée n'a été publiée à ce jour sur le titre infectieux du cerveau bovin lors d'expérimentation dans la même espèce, ni sur sa variation au cours de la période d'incubation. Le titre infectieux du cerveau de souris avec la souche 139A de la tremblante était, au moment de l'étude, la meilleure estimation possible du titre infectieux des cerveaux de bovins infectés. Il semblerait néanmoins que chez le bovin ce titre pourrait être plus faible. En ce qui concerne l'évolution du titre au cours de la période d'incubation de l'ESB, on sait que chez le hamster l'infectivité due à la tremblante ne se manifeste qu'à partir d'un quart à un tiers de la période d'incubation [Kimberlin et

Walker, 1988]. Dans le cas de l'ESB, il semblerait que le titre infectieux dans le cerveau n'augmente jusqu'au niveau de détection que quelques mois avant la manifestation clinique [Bradley, comm. pers.]. Le cas clinique le plus jeune d'ESB recensé en Suisse étant âgé de 31 mois, il paraissait justifié de ne considérer comme une source substantielle d'infection potentiellement dangereux que les cerveaux de bovins adultes de plus 2 ans, c'est-à-dire, en Suisse, pratiquement les vaches et les génisses de plus de deux ans. La donnée concernant l'infectivité par gramme de cerveau, et son évolution au cours de la période d'incubation, s'avère être une donnée critique, qui peut substantiellement influencer la magnitude des résultats. Avec l'acquisition de nouvelles connaissances, il sera nécessaire d'adapter la simulation présentée dans cet article.

L'effective réduction de l'infectivité du matériel infectieux d'ESB lors de sa valorisation n'a pas été définie d'une façon conclusive. Le système employé, estimé adéquat pour le traitement de déchets animaux hautement contagieux par la Commission européenne, est considéré par les organes de décision capable de réduire l'infectivité d'un facteur 105 (« 99,99 p. cent de réduction de l'infectivité »). Dans cette étude, plus prudemment, le facteur de réduction de l'infectivité de 800 a été considéré conservatif. Une différente appréciation de cette réduction pourrait causer une variation dans les résultats finaux d'un facteur $10^2$ - $10^3$, ce qui n'est pas négligeable. Par ailleurs, la composition d'une charge (par exemple sa teneur en gras) pourrait faire varier l'efficacité du traitement, mais il est probable que cette variation, si elle existe, soit minime. Une fois déterminée l'effective réduction de l'infectivité pour un système donné, cette valeur a été considérée relativement constante, et donc ne nécessite pas d'être incluse comme une variable stochastique.

Le seuil d'infectivité critique de 14 $DL_{50}$ orale par tonne d'aliment concentré pour bovins a été retenu d'après Kimberlin et Wilesmith [1994]. Ces auteurs ont souligné toutefois comment cette valeur reposait sur plusieurs hypothèses, notamment celle selon laquelle l'infectivité serait uniformément distribuée dans l'aliment. Considérant les structures d'un mélangeur, il est plutôt probable que des « paquets » de FVO, restés dans la tuyauterie, contaminent sélectivement certaines charges d'aliment. Ainsi, moins d'aliment serait contaminé, mais à un niveau supérieur. Dans cette optique, les résultats devraient être reconsidérés, c'est-à-dire que les niveaux de contamination estimés dans cette étude seraient plutôt des valeurs minimales, et la contamination réelle pourrait être supérieure.

## V - CONCLUSION

Des cerveaux de bovins subcliniquement infectés par l'ESB pourraient rentrer dans la chaîne de valorisation de déchets et cadavres animaux. Le processus de valorisation appliqué ne parvient qu'à réduire cette infectivité, mais, au moment de l'étude, il était seulement possible de faire une hypothèse sur sa magnitude. Il est estimé qu'au maximum 0,6 p. cent des charges de FVO produite pendant l'année 1995 en Suisse pourraient avoir contenu une infectivité résiduelle par l'agent de l'ESB. Malgré l'interdiction d'inclure des protéines d'origine animale dans les aliments concentrés destinés aux ruminants, cette infectivité pourrait avoir contaminé ces aliments lors de leur manufacture. La contamination moyenne par tonne d'aliment concentré pour bovins aurait exceptionnellement dépassé le seuil critique. Toutefois ces résultats dépendent grandement de la qualité des données utilisées dans cette étude, telles celles concernant l'infectivité par gramme de cerveau et la réduction de l'infectivité lors de la valorisation des déchets animaux.

L'Office vétérinaire fédéral Suisse a introduit à partir de mai 1996 des nouvelles mesures, selon lesquelles la tête, la moelle épinière et les yeux des vaches ainsi que tous les cadavres d'animaux sont à incinérer. Cela éliminera en principe la possibilité d'une contamination d'aliments concentrés résultant de FVO produites en Suisse. Toutefois une telle contamination resterait possible si :

- la séparation des tissus et organes mentionnés n'est pas effectivement réalisée ;
- des génisses et taureaux infectés (dans la mesure où ils existent) sont abattus ou meurent, et
- de la FVO contaminée est importée.

## VI - BIBLIOGRAPHIE

FRASER H., BRUCE M.E., CHREE A., MCCONNELL I., WELLS G.A.H. ~ Transmission of bovine spongiform encephalopathy and scrapie to mice. *J. gen. Virol.*, 1992, **73**, 1891-1897.

GUIDON D. ~ Futtermittelindustrie und BSE : Massnahmen der FAG. In Séminaire de la Société suisse de médecine sociale et préventive, tenu le 26 octobre 1995 à l'Université de Berne. Ed. Koordinationsstelle für Public Health Weiterbildung der Universität Zürich, Zürich, Suisse, 1995.

HORNLIMANN B., GUIDON D., GRIOT CH. ~ Risikoeinschätzung für die Einschleppung von BSE. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 1994, **101**, 295-298.

KIMBERLIN R.H., WALKER C.A. ~ Incubation periods in six models of intraperitoneally injected scrapie depend mainly on the dynamics of agent replication within the nervous system and not the lymphoreticular system. *J. gen. Virol.*, 1988, **69**, 2953-2960.

KIMBERLIN R.H., WALKER C.A. ~ Pathogenesis of scrapie in mice after intragastric infection. *Virus Res.*, 1989, **12**, 213-220.

KIMBERLIN R.H. ET WILESMITH J.W. ~ Bovine spongiform encephalopathy : epidemiology, low dose exposure and risks. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1994, **724**, 210-220.

MÜLLER CH., AUDIGÉ L., HORNLIMANN B., GRIOT CH.,TANNER M. ~ Risk factors for the occurrence of bovine spongiform encephalopathy on Swiss dairy farms : A case-control study. En préparation.

NICKEL R., SCHUMMER A., SEIFERLE E. ~ In Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band IV. Parey P. (Ed.), Berlin, 1984, 63.

TAYLOR D.M., WOODGATE S.L., ATKINSON M.J. ~ Inactivation of the bovine spongiform encephalopathy agent by rendering procedures. *Vet. Rec.*, 1995, **137**, 605-610.

WELLS G.A.H., DAWSON M., HAWKINS S.A.C., GREEN R.B., DEXTER I., FRANCIS M.E., SIMMONS M.M., AUSTIN A.R.,HORIGAN M.W. ~ Infectivity in the ileum of cattle challenged orally with bovine spongiform encephalopathy. *Vet. Rec.*, 1994, **135**, 40-41.

WILESMITH J.W., RYAN J.M.B., HUESTON W.D. ~ Bovine spongiform encephalopathy : Case-control studies of calf feeding practices and meat and bone meal inclusion in proprietary concentrates. *Res. vet. Sci.*, 1992, **52**, 325-331.

**REMERCIEMENTS**

Cette étude a été financée par l'Office vétérinaire fédéral Suisse et par l'Institut de neurologie animale de l'Université de Berne, Suisse.

Les auteurs remercient le Dr. Christian Griot pour les commentaires critiques du manuscrit.

**ANNEXE**

# DEMARCHE POUR L'ESTIMATION DU NOMBRE ANNUEL DE BOVINS INFECTES PAR L'AGENT DE L'ESB, QUI SONT ABATTUS OU MEURENT AVANT LE DIAGNOSTIC CLINIQUE DE LA MALADIE

Cette estimation se base sur l'hypothèse qu'un bovin s'infecte par l'agent de l'ESB pendant la première année de vie. Il est aussi considéré que tous les cas cliniques d'ESB soient correctement notifiés et confirmés au laboratoire, et que l'abattage ou la mort des bovins a toujours lieu au début de l'année en question.

Le nombre annuel de bovins infectés par l'agent de l'ESB, qui ont été abattus ou qui sont morts avant la manifestation clinique de la maladie, a été estimé pour chaque cohorte de naissance. Cette estimation pour la cohorte des bovins nés en 1990 est présentée dans le tableau II.

TABLEAU II

**Estimation du nombre annuel de bovins infectés par l'ESB, qui sont abattus ou qui meurent, pour la cohorte de naissance de l'année 1990**

| Année | A<br>Nombre de bovins de la cohorte recensés dans l'année[1] | B<br>Nombre de bovins de la cohorte abattus ou morts dans l'année[1] | C<br>Nombre de cas confirmés ou prévus d'ESB[2] | D<br>Estimation du nombre de bovins infectés parmi les bovins qui survivent l'année[3] | E<br>Estimation du nombre de bovins infectés parmi les bovins abattus ou morts[4] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 13 055 | 3 840 | 0 | 0 | 0 |
| 2000 | 21 503 | 8 448 | 0 | 0 | 0 |
| 1999 | 31 487 | 9 984 | 1 | 1 | 0 |
| 1998 | 43 774 | 12 288 | 5 | 6 | 3 |
| 1997 | 63 742 | 19 967 | 20 | 29 | 13 |
| 1996 | 86 781 | 23 039 | 39 | 81 | 29 |
| 1995 | 112 892 | 26 111 | 33 | 144 | 43 |
| 1994 | 140 539 | 27 647 | 20 | 207 | 51 |
| 1993 | 161 639 | 21 101 | 1 | 258 | 39 |
| 1992 | 224 531 | 62 891 | 0 | 297 | 116 |

1. Calculé sur la base de la structure démographique de l'année 1990 et les données du recensement fédéral de l'année 1993 (Office fédéral Suisse de la statistique). Ces chiffres sont considérés au début de l'année. Le chiffre A inclut aussi B.
2. Le nombre de cas probables pour les années 1996-2001 a été estimé à partir de la distribution des cas confirmés de la cohorte des bovins nés en 1988 (avec un âge moyen à l'abattage de 5,32 années et un écart-type de 0,79, il a été estimé que 95 p. cent des cas cliniques de cette cohorte ont été diagnostiqués jusqu'à fin de l'année 1995).
3. La prévalence de bovins infectés par l'agent de l'ESB, parmi les bovins qui survivent une année donnée, est calculée par la somme du nombre de cas cliniques confirmés ou estimés de cette cohorte en cette année là et du nombre de bovins, qui étant affectés subcliniquement par l'ESB, ont développé ou développeraient des signes cliniques les années suivantes.
   D = [C de la même année] + [D de l'année suivante] + [E de l'année suivante]
4. Ainsi peut être finalement estimé le nombre de bovins infectés par l'agent de l'ESB parmi les bovins abattus ou morts.
   E = ([D de la même année] / [A de l'année suivante]) x [B de la même année]

Le même calcul a été réalisé pour les autres cohortes de naissance. Ainsi, pour une année donnée, le nombre de bovins parmi les abattus ou morts est estimé par la somme des valeurs E de cette année là. Par exemple :

Nombre estimé de bovins infectés abattus ou morts pendant l'année 1995 =
= $E_{1995}$ de la cohorte 1984 +... + $E_{1995}$ de la cohorte 1993 = 75
(Note : $E_{1995}$ de la cohorte 1990 = 43)