

CONTAMINATION ALIMENTAIRE DES BOVINS NAIF ATTEINTS D'ESB

Etudes complémentaires sur la période de distribution des aliments
composés aux bovins et sur le rôle des aliments pour volailles *

**Nathalie Jarrige¹, Christian Ducrot², Géraldine Cazeau¹,
Eric Morignat¹ et Didier Calavas¹**

RESUME : Une étude cas/témoins [Jarrige et al., soumis] a mis en évidence la consommation d'aliments concentrés par les bovins pendant leurs deux premières années de vie, comme principale source de contamination des cas d'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) nés après l'interdiction des farines animales en France en 1990 (cas dits NAIF). Dans une moindre mesure la consommation de lactoreplaceur par les bovins et l'achat d'aliments du commerce pour volailles dans ces exploitations étaient aussi associés à l'ESB. En utilisant les mêmes données d'enquête, deux études complémentaires ont été menées, l'une prenant en compte les différentes périodes possibles de contamination des bovins, l'autre restreignant l'échantillon d'étude aux exploitations où des volailles étaient présentes. Un modèle de régression logistique conditionnelle a été utilisé, prenant en compte la taille de l'atelier bovin et le type de production des bovins. Cette étude montre que la consommation d'aliments composés par les bovins est significativement à risque s'ils sont consommés avant l'âge de deux ans (OR=7,8 [1,4-45,3]) ou s'ils sont consommés à la fois avant et après deux ans (OR=6,8 [1,2-37,9]). En revanche, la consommation d'aliments composés uniquement après l'âge de deux ans n'apparaît pas significativement à risque. Par ailleurs, dans les exploitations ayant des volailles, l'achat d'aliments du commerce pour ces espèces est aussi significativement associé à l'occurrence de l'ESB (OR=3,9 [1,1-13,7]).

Mots-clés : ESB, contamination croisée, aliment composé, volaille, farines animales, cas/témoins, bovins.

SUMMARY: A case/control study [Jarrige and al., submitted] on Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE), showed that feeding cattle with proprietary concentrates before the age of two was the main risk factor to explain infection of born after the ban of meat-and-bone meal, in force since 1990 in France. At a lesser extent, consumption of milk replacers by bovines, and poultry proprietary concentrates purchase was also identified as a risk factor. Using the same data, two complementary studies were carried out, one taking into account the possible infection periods for cattle, the other restricting the sample to the farms where poultry was present. A conditional logistic regression model was used, adjusting for herd size and cattle production type. That study showed that cattle consumption of proprietary concentrates before the age of two or before and after the age of two were significant risk factors (OR=7.8 [1.4-45.3] and OR=6.8 [1.2-37.9], respectively). On the other hand, consumption of bovine proprietary concentrates only after the age of two did not appear significant. In addition, in farms having poultry, feedstuff purchase for these species was also significantly associated with BSE occurrence (OR=3.9 [1.1-13.7]).

Keywords : BSE, cross-contamination, proprietary concentrate, poultry, meat-and-bone meal, case/control, bovines.



* Texte de la communication orale présentée à la Journée AESA-AEEMA, 19 mai 2006

¹ Unité Epidémiologie, AFSSA Lyon, 31 avenue T. Garnier, 69364 Lyon cedex 07, France

² Unité d'Epidémiologie animale, INRA Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

I - INTRODUCTION

Les études épidémiologiques menées depuis le début de l'épizootie d'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) se sont intéressées à l'identification des différentes sources possibles de contamination des bovins afin d'enrayer l'épizootie. Dès 1988, la contamination des bovins par voie alimentaire a semblé être l'hypothèse de contamination la plus probable. Le rôle des farines de viande et d'os (FVO), sous-produit de l'activité d'abattoir et d'équarrissage, incorporées dans les aliments du commerce pour animaux, a alors été mis en évidence [Wilesmith *et al.*, 1991 ; Wilesmith *et al.*, 1992]. Au fur et à mesure de l'évolution des connaissances sur l'origine de la maladie et sur sa transmissibilité à l'Homme [Bruce *et al.*, 1997 ; Collinge *et al.*, 1996 ; Will *et al.*, 1996] des mesures réglementaires ont été prises en matière d'alimentation animale afin d'éviter de nouvelles contaminations. En outre, les farines d'origine animale (à l'exception des protéines laitières, des ovoproduits et des protéines issues des poissons et des produits de la mer) ont été interdites dans l'alimentation des bovins en juillet 1990. En dépit de cette réglementation, des cas nés après l'interdiction des farines animales (cas dits NAIF) ont été détectés en France, 847 au 1^{er} juin 2006. L'évolution de la situation depuis 1997 - la quasi totalité des cas sont NAIF (85% des cas), la plupart nés entre 1993 et 1995 - montre que le risque ESB n'a pas été totalement maîtrisé, ce qui a poussé à s'interroger sur l'origine de la contamination de ces cas NAIF.

Une étude cas/témoins [Jarrige *et al.*, soumis] a été mise en œuvre pour évaluer le rôle des trois principales hypothèses de facteurs de risque : les contaminations croisées des aliments pour bovins par des FVO au cours de leur fabrication dans les usines ou pendant leur transport, les contaminations croisées au sein même des élevages par la distribution aux bovins d'aliments destinés à d'autres espèces pour lesquelles les FVO étaient encore autorisées, enfin la persistance dans l'alimentation des bovins de dérivés d'origine animale (graisses et phosphates), autorisés alors et non sécurisés au regard du risque ESB [AFSSA, 2001]. Ces hypothèses ont été

testées en comparant les pratiques d'exploitations où un cas d'ESB NAIF avait été détecté à celles d'exploitations témoins dans lesquelles aucun bovin n'avait jamais été affecté par la maladie.

Les résultats [Jarrige *et al.*, soumis] de cette étude ont mis en évidence une forte association entre le statut, cas ou témoin, et la consommation par les bovins d'aliments composés du commerce, avec un odds ratio de 6,8 [2,5-18,7] pour la consommation de un à trois aliments composés différents et de 17,6 [5,7-54,8] pour plus de trois aliments composés différents consommés, la référence étant de n'avoir consommé aucun aliment composé. Cette analyse était focalisée sur les aliments consommés par les bovins entre la naissance et l'âge de deux ans, cette période étant considérée comme la plus à risque pour la contamination [Anderson *et al.*, 1996 ; Arnold *et al.*, 1994 ; Supervie *et al.*, 2004]. Concernant les contaminations croisées dans les élevages, l'achat d'aliments du commerce pour volailles était associé au risque d'ESB avec un odds ratio de 1,8 [1,1-3,0]. Cette analyse était réalisée sur un échantillon de 364 exploitations ayant ou non détenu des volailles et étudiait l'ensemble des facteurs de risque de contamination des cas d'ESB.

Compte tenu de l'ensemble de ces résultats, il a été décidé d'entreprendre deux analyses complémentaires. La première concerne la période de consommation des aliments composés par les bovins. La période étudiée jusqu'ici se limitait aux deux premières années de vie des bovins. Il a été décidé d'étendre cette période, afin d'estimer le risque spécifique lié aux aliments composés consommés avant, ou après deux ans. La seconde étude s'intéresse aux risques de contaminations croisées dans les élevages. Dans le but d'estimer plus précisément les différents facteurs de risque liés à la présence de volailles dans les élevages, de nouvelles analyses ont été réalisées sur un échantillon d'étude restreint aux paires cas-témoins d'exploitations ayant des volailles. Cet article présente les résultats de ces deux analyses complémentaires.

II - MATERIEL ET METHODE

La méthode d'échantillonnage utilisée et la liste des données collectées pour l'étude ont été décrits précisément par ailleurs [Jarrige *et al.*, soumis]. Seuls les principaux éléments, en lien avec les analyses complémentaires présentées ici sont donc rappelés.

1. CONSTITUTION DE L'ECHANTILLON

L'échantillon d'étude est constitué de 182 cas d'ESB confirmés par un test de référence et de 182 témoins nés dans des exploitations dans lesquelles aucun cas d'ESB n'a jamais été détecté. Les bovins inclus dans l'étude devaient être des femelles, nées entre le 1^{er} janvier 1991 et le 1^{er} janvier 1995. Cas et témoins ont été appariés sur leur année et leur région administrative de naissance. Enfin, pour les cas, la période étudiée s'étendait de la naissance jusqu'à deux ans avant la mort. Les témoins quant à eux devaient être restés vivants pendant une durée équivalente à celle étudiée pour les cas auxquels ils étaient appariés. La taille moyenne des ateliers, considérant les bovins adultes, les génisses et les mâles reproducteurs, était de 67,3 bovins. Les exploitations cas et témoins étudiées étaient situées dans 16 régions françaises.

2. DONNEES COLLECTEES

Les enquêtes ont été réalisées dans les fermes à l'aide d'un questionnaire standardisé. Celui-ci a été complété au cours d'un entretien avec l'éleveur et sur la base des factures d'achats d'aliments réalisés dans les exploitations entre six mois avant la naissance du cas ou du témoin et la fin de la période étudiée. Les données collectées dans les élevages concernaient principalement l'alimentation des bovins. Le schéma alimentaire des bovins inclus dans l'étude a été défini de manière très détaillée pour la période allant de la naissance à l'âge de deux ans. Des données ont été collectées sur les matières premières achetées, mais surtout sur l'utilisation de lactoreplaceurs, d'aliments composés et de compléments minéraux et/ou vitaminés achetés dans le commerce. Pour les aliments distribués avant l'âge de deux ans, les périodes de distribution et les quantités distribuées étaient recherchées. Après l'âge de deux ans, seuls les noms des aliments du commerce distribués aux cas ou aux témoins ont été listés. Concernant les espèces autres

que bovine présentes dans les exploitations, des questions ont été posées pour chaque espèce (volailles, porcs, lapins, ovins, caprins ou équidés) sur la taille de l'atelier, l'achat d'aliments du commerce pour ces animaux et sur la pratique de l'élevage en bande. L'ensemble des données recueillies a été rassemblé dans une base de données (Microsoft Access 2000, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

3. ANALYSES

Concernant l'étude des facteurs de risque liés à la présence de volailles dans les exploitations, un sous-échantillon a été sélectionné, comprenant les paires d'élevages cas-témoins dans lesquelles des volailles étaient présentes à la fois chez les élevages des cas et chez les élevages des témoins. L'analyse a été menée en deux étapes à l'aide du logiciel S-Plus (S-Plus, Professional release 6.2, Mathsoft, Inc., Seattle, WA, USA). Pour tenir compte du schéma de l'étude et en particulier de l'appariement strict des cas et des témoins, toutes les analyses ont été réalisées à l'aide de régressions logistiques conditionnelles. La fonction de vraisemblance étant la même pour la régression logistique et le modèle de Cox, la fonction *coxph* de S-Plus permettant l'ajustement des modèles de risques proportionnels de Cox, a été adaptée pour ajuster ce modèle de régression logistique conditionnelle [Collett, 2003]. Une première étape a consisté à lister les variables et à tester l'association de chacune d'entre elles avec le statut, cas ou témoin, des bovins. Le test du rapport de vraisemblance a été utilisé pour tester l'effet de chaque variable. Dans une deuxième étape, pour prendre en compte conjointement tous les facteurs de risque potentiels, une analyse multivariée a été conduite. Seules les variables liées au statut cas ou témoin avec une probabilité inférieure à 20% dans l'analyse univariée ont été introduites dans le modèle multivarié. Dans ce modèle, la taille de l'atelier bovin a été introduite en offset sous la forme du logarithme de la taille [La Bonnardière *et al.*, accepté]. Le type de production des bovins cas ou témoins - laitier ou allaitant - a été systématiquement introduit dans les modèles, considérant qu'il s'agissait d'un facteur de confusion potentiel dans l'étude. Les variables ont d'abord été introduites toutes ensemble dans le modèle et l'effet de chacune d'entre elles a été testé par

le test de Wald. Les variables avec un p inférieur à 5% et dont le retrait n'avait pas d'effet notable sur les autres facteurs de risque ont été retirées du modèle.

Concernant l'analyse du rôle des aliments composés distribués aux bovins et de leurs périodes de consommation, avant ou après l'âge de deux ans, la même méthode a été suivie. Les résultats de l'analyse univariée ont déjà été présentés [Jarrige *et al.*, soumis]. La consommation d'aliments composés du commerce par les bovins a été introduite dans la régression logistique conditionnelle sous la forme d'une variable à quatre modalités, considérant les différentes périodes possibles de distribution des aliments. Les quatre situations qui ont été distinguées sont : aucun aliment composé n'a été distribué (considéré

comme classe de référence), des aliments composés ont été distribués uniquement avant l'âge de deux ans, uniquement après deux ans ou au cours des deux périodes à la fois. Le nombre d'aliments composés consommés a été introduit dans le modèle sous la forme d'une variable quantitative. En effet, les bovins n'ayant jamais consommé d'aliment du commerce avant ou après deux ans sont tous des témoins. Il n'a donc pas été possible de mettre le nombre d'aliments composés en classes comme cela avait été fait dans les précédentes analyses [Jarrige *et al.*, soumis]. Enfin, l'achat d'aliments du commerce pour volailles et le type de production des bovins ont été introduits dans le modèle, comme facteurs potentiels de risque pour le premier, et de confusion pour le second.

III - RESULTATS

1. FACTEURS DE RISQUE LIÉS À LA PRÉSENCE DE VOLAILLES

L'analyse a porté sur 70 cas et 70 témoins appariés, dans les exploitations desquels un atelier de volailles était présent. Dans ce sous-échantillon, quatre facteurs apparaissent liés significativement au statut, cas ou témoin, dans l'analyse univariée (tableau 1) : le type de production des bovins, la consommation par les bovins d'aliments composés ou de lactoreemplaceur, et l'achat d'aliments du commerce pour les volailles. Deux facteurs n'apparaissent pas à risque au seuil de 20% : la taille de l'atelier volaille (la variable a été calculée en prenant en compte à la fois le nombre d'animaux et leur durée de présence dans les exploitations) et la pratique de l'élevage en bande. La régression logistique conditionnelle (tableau 2) met en évidence deux facteurs de risque significativement associés à l'ESB au seuil de 5% : la consommation par les bovins d'aliments composés pour bovins et l'achat dans l'exploitation d'aliments du commerce pour nourrir les volailles. Le type de production des bovins est aussi significativement associé au statut cas ou témoins au seuil de 5%. Enfin, l'utilisation de lactoreplaceurs pour l'allaitement des veaux n'est pas associé au

statut cas ou témoins des élevages dans l'analyse multivariée. Ce facteur a donc été retiré du modèle.

2. PÉRIODE DE CONSOMMATION DES ALIMENTS COMPOSÉS PAR LES BOVINS

En ce qui concerne les aliments composés pour bovins, la régression logistique conditionnelle (tableau 3) montre que leur consommation est significativement à risque au seuil de 5% dans deux situations : s'ils sont distribués uniquement avant l'âge de deux ans ou s'ils sont distribués à la fois avant et après deux ans. En revanche, la consommation d'aliments composés uniquement après l'âge de deux ans n'apparaît pas être à risque. Par ailleurs, dans cette analyse, le nombre d'aliments composés considéré comme variable quantitative, l'achat d'aliments du commerce pour volailles et le type de production des bovins sont aussi significativement associés au statut, cas ou témoins des élevages. La consommation de lactoreemplaceur n'étant pas significative au seuil de 5% a été retirée du modèle.

Tableau 1

Régression logistique conditionnelle univariée des facteurs de contamination des cas NAIF d'ESB. Analyse restreinte aux paires cas-témoins dont l'exploitation possède un atelier de volailles (n=70 paires)

Facteurs	Modalités	Témoins	Cas	Test du rapport de vraisemblance (p)
		Nb (%)	Nb (%)	
Type de production du bovin	Allaitant	20 (29)	8 (11)	5.10 ⁻³
	Laitier	50 (71)	62 (89)	
Consommation de lactoreplaceur	Non	46 (66)	35 (50)	0,07
	Oui	24 (34)	35 (50)	
Consommation d'aliments composés avant deux ans	Non	19 (27)	4 (6)	6.10 ⁻⁴
	Oui	51 (73)	66 (94)	
Achat d'aliments du commerce pour volailles	Non	22 (31)	9 (13)	3.10 ⁻³
	Oui	48 (69)	61 (87)	
Elevage des volailles en bande	Non	62 (89)	58 (83)	0,34
	Oui	8 (11)	12 (17)	
Taille de l'atelier volaille (<i>en animaux*jours/an</i>)	<=7765	24 (34)	21 (30)	0,83
]7665-20075]	25 (36)	27 (39)	
	>20075	21 (30)	22 (31)	

Tableau 2

Régression logistique conditionnelle multivariée sur les facteurs de contamination des bovins NAIF par l'ESB. Analyse restreinte aux couples cas-témoins dont l'exploitation possède un atelier de volailles (n=70 paires)

Facteurs	Modalités	OR*	IC 95%	Test de Wald (p)
Type de production du bovin	Allaitant	1	-	-
	Laitier	4,2	1,1-15,6	0,03
Consommation d'aliments composés avant deux ans	Non	1	-	-
	Oui	5,8	1,5-22,2	0,01
Achat d'aliments pour volailles	Non	1	-	-
	Oui	3,9	1,1 -13,7	0,02

*OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance

Tableau 3

Régression logistique conditionnelle multivariée sur les facteurs de contamination des bovins NAIF par l'ESB. Etude ciblée sur les aliments composés du commerce et sur leur période de distribution avant ou après l'âge de deux ans (n=182 paires)

Facteurs	Modalités	OR*	IC 95%	Test de Wald (p)
Type de production du bovin	Allaitant	1	-	-
	Laitier	0,9	0,4-2,1	0,78
Consommation d'aliments composés	Non	1	-	-
	Uniquement après deux ans	1,6	0,2-11,1	0,64
	Uniquement avant deux ans	7,8	1,4-45,3	0,02
	Avant et après deux ans	6,8	1,2-37,9	0,03
Nombre d'aliments composés consommés**		1,1	1,0-1,2	3.10 ⁻³
Achat d'aliments pour volailles	Non	1	-	-
	Oui	1,9	1,1-3,3	0,01

*OR : odds ratio, IC : intervalle de confiance.

** Variable quantitative.

IV - DISCUSSION

Une étude cas/témoins ciblée sur les facteurs alimentaires a été menée afin de déterminer les facteurs de contamination des cas NAIF atteints d'ESB. L'objectif du présent article était de compléter les premières résultats [Jarrige *et al.*, soumis] par deux analyses complémentaires visant à préciser le rôle de la présence d'ateliers de volailles dans les exploitations bovines étudiées et de la période de consommation des aliments composés pour bovins dans la contamination des cas atteints par l'ESB.

Concernant la prise en compte dans cette étude du type de production des bovins (laitier ou allaitant), le choix a été fait de ne pas appairer cas et témoins sur ce critère. En effet, les méthodes d'élevage des bovins diffèrent sensiblement en fonction de la production visée : production de viande ou de lait. Ces productions n'impliquent pas les mêmes contraintes en termes de conduite d'élevage, de soins, de bâtiment, de reproduction ou encore en termes d'alimentation, principal facteur étudié ici. Ce facteur n'a donc pas fait l'objet d'un appariement afin d'éviter, d'une part, un risque de sur-appariement qui aurait pu aboutir à ne pas mettre en évidence un ou des facteurs de risque fortement liés au type de production et, d'autre part, d'étudier les

relations entre le type de production des bovins et les autres facteurs de risque. Ce facteur a donc été introduit de manière forcée dans les modèles [Breslow *et al.*, 1980]. Dans l'échantillon étudié, si l'on considère la relation brute entre les variables, le type de production des bovins est significativement lié à leur statut, cas ou témoins, (n=182 paires, p=0.007), les cas NAIF étant plus souvent laitiers (86%) que les témoins (71%) [Jarrige *et al.*, soumis]. Cependant, une fois pris en compte l'ensemble des facteurs de risque de contamination dans le modèle, le type de production des bovins n'apparaît plus comme un facteur de risque (tableau 3, n=182 paires, p=0.78). Cela indique que le type de production des bovins est "expliqué" par les variables alimentaires prises en compte dans le modèle. Dans le modèle restreint aux exploitations ayant des volailles (tableau 2), le choix a été fait de ne garder dans le modèle que les facteurs de risque principaux (significatifs au seuil de 5%) dans le but d'éviter un éventuel problème de puissance compte tenu de la taille restreinte de l'échantillon. Dans ce modèle le risque est donc en partie "expliqué" par la variable type de production des bovins alors significative (p=0.03).

Concernant l'échantillon restreint aux exploitations ayant des volailles, il est d'abord constaté que le recours aux aliments du commerce pour cette espèce était très fréquent. Parmi les 140 élevages considérés dans l'étude, près de 78% en achetaient. Les FVO, avant leur interdiction totale en novembre 2000, étaient très fréquemment incorporées dans les aliments destinés à cette espèce, pour leur apport en protéines et en énergie, mais aussi pour leur richesse en minéraux. La proportion de FVO introduites dans les aliments était variable selon les espèces destinataires et l'objectif zootechnique recherché. Le taux moyen d'incorporation des FVO dans les aliments pour volailles était d'environ 3% [AFSSA, 2001] et pouvait aller jusqu'à 10%. Compte tenu des connaissances sur le rôle des FVO dans la contamination des bovins atteints d'ESB, la distribution à des bovins d'aliments initialement destinés à des volailles représentait donc un risque. Outre le coût moindre des aliments destinés aux volailles (ou aux porcs) par rapport aux aliments pour bovins, diverses situations pourraient aussi expliquer une telle pratique : rupture de stock, restes d'aliments pour volailles à la fin d'une bande par exemple. Les bovins, espèce peu sensible à la composition et à la palatabilité des aliments et en particulier les génisses pour lesquelles il n'y a pas d'impératif immédiat de productivité, étaient alors particulièrement susceptibles de recevoir ces aliments.

Une étude cas/témoins sur les cas d'ESB déclarés en Allemagne [Clauss *et al.*, 2006], a mis en évidence une relation univariée OR=1,5 [1,0-2,2] ($p=0.052$) entre la présence de porcs ou de volailles dans les élevages et le statut cas ou témoins des élevages. Cependant, la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95% était égale à 1 (c'est-à-dire non significatif) et les autres facteurs susceptibles de jouer un rôle n'étaient pas alors pris en compte. Enfin, une autre analyse de type spatial a estimé l'effet de la densité des populations de volailles sur le risque ESB [Abrial *et al.*, 2005]. Cette étude a mis en évidence un effet significatif localisé, mais n'a pas démontré d'effet global en France. Un doute subsistait donc sur le rôle des aliments pour volailles dans la contamination des cas d'ESB. Les précédentes analyses réalisées à partir des données de cette enquête [Jarrige *et al.*, soumis], mettent en évidence l'achat d'aliments du commerce pour volailles comme facteur de risque de contamination des cas d'ESB NAIF (OR=1,8 [1,1-3,0]). Les analyses précédentes prenaient aussi en compte

l'ensemble des autres facteurs de risque possibles de contamination des bovins, et étaient de ce fait susceptibles d'atténuer l'effet de chacun d'entre eux. Le résultat de l'analyse complémentaire réalisée ici, focalisée sur un échantillon d'exploitations ayant un atelier de volailles confirme un lien entre l'achat d'aliments pour volailles et l'occurrence de l'ESB (OR=3,9 [1,1-13,7]). Ces résultats laissent penser que des phénomènes de contamination croisée ont bien eu lieu dans les élevages, et que la distribution d'aliments pour volailles aux bovins a très vraisemblablement joué un rôle dans la contamination de certains cas NAIF. Par contre, l'analyse complémentaire ciblée sur les exploitations ayant des volailles ne renseigne pas davantage sur les mécanismes à l'origine de ces pratiques puisque ni la taille des ateliers de volailles, ni la pratique de l'élevage en bande ne sont mis en évidence comme facteur de risque dans cette étude.

Concernant l'étude du risque lié aux aliments composés du commerce consommés par les bovins, le choix a été fait en première intention, de focaliser les recherches sur les aliments consommés avant l'âge de deux ans, cette période étant alors considérée comme la période à risque pour la plupart des cas [Anderson *et al.*, 1996]. Des données de modélisation plus récentes montrent que le risque aurait été focalisé sur les premiers mois de vie, entre la naissance et l'âge de douze mois [Arnold *et al.*, 2004 ; Supervie *et al.*, 2004]. Cependant, au vu des données existantes, bien que ce risque soit faible, il n'était pas exclu que des cas puissent être contaminés au delà de l'âge de deux ans ; cette analyse complémentaire a donc été menée pour vérifier cette hypothèse. Outre le risque significatif pour les bovins ayant consommé au moins un aliment composé du commerce avant l'âge de deux ans, deux éléments nouveaux ressortent des analyses. Premièrement, il n'est pas mis en évidence de risque associé à la consommation d'aliments composés quand ces aliments sont distribués uniquement après l'âge de deux ans. Deuxièmement, il a été constaté que pour les bovins ayant consommé des aliments composés avant mais aussi après l'âge de deux ans, le risque était significatif et du même ordre de grandeur que celui calculé pour les bovins n'ayant consommé des aliments composés qu'avant l'âge de deux ans. Ces résultats tendent à relativiser fortement le rôle de la consommation d'aliments composés après deux ans dans la contamination des bovins. Par ailleurs, il est constaté dans cette

analyse comme dans les précédentes, que le risque est plus élevé pour les bovins qui consomment un grand nombre d'aliments composés du commerce différents.

Sur l'échantillon total de 364 exploitations, les précédents résultats sur l'utilisation de lactoreplaceurs pour nourrir les veaux [Jarrige *et al.*, soumis] montrent que la consommation de lactoreplaceur par les bovins était significativement associée au statut, cas ou témoins, des élevages (OR=1.8 [1.0-3,1]. Dans les modèles présentés ici (tableau 2 et tableau 3), la consommation de lactoreplaceur n'est pas un facteur de risque significatif et a de ce fait été retiré des deux modèles. Ce résultat peut être dû à un meilleur ajustement dans le modèle considérant les aliments composés consommés avant et/ou après l'âge de deux ans. Concernant l'échantillon restreint aux exploitations ayant des volailles, ce résultat peut être dû à un risque différent de contamination des bovins dans ces élevages, plus largement exposés au risque de contamination de leur alimentation par des aliments pour volailles, ou encore à un problème de puissance statistique. Ces deux analyses complémentaires ne plaident donc pas en faveur du rôle des lactoreplaceurs comme facteur de contamination des cas NAIF d'ESB.

En conclusion, les analyses complémentaires menées ici mettent en évidence deux facteurs

de contamination des bovins NAIF atteints d'ESB :

- la consommation d'aliments concentrés pour bovins issus du commerce avec des indicateurs selon lesquels le risque se situe dans les deux premières années de vie des bovins et qu'il n'y aurait pas de sur-risque chez les bovins ayant consommé ce type d'aliment après l'âge de deux ans,
- l'achat dans les élevages bovins d'aliments destinés aux volailles, potentiellement contaminés car les FVO étaient autorisées dans ces aliments jusqu'en 2000. Ces résultats mettent en évidence les limites des mesures de contrôles prises en France en 1990. Les FVO, bien qu'interdites pour les bovins ont continué, à être consommées par cette espèce du fait de pratiques à risque, sans aucun doute chez les fabricants d'aliments pour bovins à cause de contaminations croisées entre aliments pour monogastriques et aliments pour bovins, et par ailleurs dans certains cas dans les exploitations par la distribution d'aliments pour volailles aux bovins. Seule une étude détaillée des pratiques des fabricants d'aliments après cette interdiction permettrait d'identifier les raisons de la contamination des aliments pour bovins par l'agent de l'ESB.

BIBLIOGRAPHIE

Abrial D., Calavas D., Jarrige N., Ducrot C. - Spatial heterogeneity of risk of BSE in France following the ban of meat and bone meal in cattle feed. *Preventive Veterinary Medicine*, 2004, **67**, 69-82.

Abrial D., Calavas D., Jarrige N., Ducrot C. - Poultry pig and the risk of BSE following the feed ban in France - Spatial analysis. *Veterinary Research*, 2005, **36**, 615-628.

AFSSA - Les risques sanitaires liés aux différents usages des farines et graisses d'origine animale et aux conditions de leur traitement et de leur élimination. Maisons-Alfort, 2001, 200 pp. <http://www.afssa.fr/ftp/basedoc/farines.pdf> [consulté le 15 juin 2006].

Anderson R.M., Donnelly C.A., Ferguson N.M., Woolhouse M.E.J., Watt C.J., Udy H.J.,

MaWhinney S., Dunstan S.P., Southwood T.R.E., Wilesmith J.W., Ryan J.B.M., Hoinville L.J., Hillerton J.E., Austin A.R., Wells G.A.H. - Transmission dynamics and epidemiology of BSE in British cattle. *Nature*, 1996, **382 (386)**, 779-788 (**302**).

Arnold M.E., Wilesmith J.W. - Estimation of the age-dependent risk of infection to BSE of dairy cattle in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine*, 2004, **66**, 1-4, 35-47.

Breslow N.E., Day N.E. - Statistical methods in cancer research. The analysis of case-control studies Volume 1, 350 pages, IARC Scientific publications No 32, Lyon, 1980.

Bruce M.E., Will R.G., Ironside J.W., McConnell I., Drummond D., Suttle A., McCardle L., Chree A., Hope J., Birkett C.,

- Cousens S., Fraser H., Bostock C.J. - Transmission to mice indicate that "new variant" CJD is caused by the BSE agent. *Nature*, 1997, **389**, 498-501.
- Collett D. - Modelling binary data, 2nd ed, Chapman & Hall, London, 2003.
- Clauss M., Sauter-Louis C., Chaheer E., Pottgiesser C., Goebel S., Selhorst T., Wichmann H.-E., Klee W., Kienzle E. - Investigations of the potential risk factors associated with cases of bovine spongiform encephalopathy in Bavaria, Germany. *The Veterinary Record*, 2006, **158**, 509-513.
- Collinge J., Sidle K.C.L., Meads J., Ironside J., Hill A.F. - Molecular analysis of prion strain variation and the aetiology of 'new variant' CJD. *Nature*, 1996, **383**, 685-690.
- Jarrige N., Ducrot C., Cazeau G., Morignat E., La Bonnardière C., Calavas D. - Feed risk factors for BSE cases born after the feed ban in France, (soumis).
- La Bonnardière C., Bonaiti B., Abrial D., Gasqui P., Calavas D., Ducrot C., Barnouin J. - Milk Yield and BSE Risk: an analysis at the farm level in France. *Preventive Veterinary Medicine*, (accepté).
- Supervie V., Costagliola D. - The unrecognised French BSE epidemic. *Veterinary Research*, 2004, **35**, 349-362.
- Wilesmith J.W., Ryan J.B.M., Atkinson M.J. - Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies on the origin. *The Veterinary Record*, 1991, **128**, 199-203.
- Wilesmith J.W., Ryan J.B.M., Hueston W.D. - Bovine spongiform encephalopathy: case-control studies of calf feeding practices and meat and bonemeal inclusion in proprietary concentrates. *Research in Veterinary Science*, 1992, **52**, 325-331.
- Will R.G., Ironside J.W., Zeidler M., Cousens S.N., Estibeiro K., Alperovitch A., Poser S., Pocchiari M., Hofman A., Smith P.G. - A new variant of Creutzfeldt-Jakob disease in the UK. *The Lancet*, 1996, **347**, 9006, 921-925.

