



HAL
open science

Évolution de l'épizootie d'ESB en France

Christian Ducrot, Didier Calavas, David Abrial, Eric Morignat, Claude La
Bonnardière, Nathalie Jarrige

► **To cite this version:**

Christian Ducrot, Didier Calavas, David Abrial, Eric Morignat, Claude La Bonnardière, et al.. Évolution de l'épizootie d'ESB en France. 11. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants (3R), Dec 2004, Paris, France. hal-02760131

HAL Id: hal-02760131

<https://hal.inrae.fr/hal-02760131>

Submitted on 4 Jun 2020

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

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

Evolution de l'épizootie d'ESB en France

C. DUCROT (1), D. CALAVAS (2), D. ABRIAL (1), E. MORIGNAT (2), C. LABONNARDIERE (3), N. JARRIGE (2)

(1) INRA, Unité d'Epidémiologie Animale, Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

(2) AFSSA Lyon, Unité Epidémiologie, 31 avenue Tony Garnier, 69364 Lyon cedex 07

(3) INRA, Unité de Virologie et Immunologie Moléculaires, Domaine de Vilvert, 78352 Jouy-en-Josas cedex

RESUME - Les données de surveillance de l'ESB en France sont fragmentaires jusqu'en 2000, la surveillance clinique utilisée seule jusqu'alors ne détectant qu'une faible proportion des cas. Aussi, l'estimation de l'ampleur de l'épizootie d'ESB à cette période repose-t-elle pour l'essentiel sur des modèles mathématiques bâtis sur les données disponibles et un certain nombre d'hypothèses. Ils estiment entre quelques milliers et quelques centaines de milliers le nombre total d'animaux infectés, un niveau d'infection le plus élevé vers la fin des années 1980, conduisant à une vague de cas cliniques non détectée au milieu des années 1990, puis une seconde vague d'infections au cours de la période 1992 – 1996, de moindre ampleur que la première en terme de nombre de cas.

La surveillance de l'ESB repose depuis 2000 sur la clinique et les tests rapides pratiqués à l'abattoir et à l'équarrissage. Ces données permettent de connaître la tendance actuelle de l'épizootie dans les différentes cohortes de naissance, à partir de modèles logistiques ajustés sur le type de production, le test utilisé et l'âge des animaux. Deux études, l'une sur les animaux morts dans le Grand Ouest (Basse Normandie, Bretagne, Pays de la Loire) de 2000 à 2002, l'autre sur les animaux abattus en 2001 et 2002 sur la France entière, montrent un pic de l'épizootie pour la cohorte de naissance 94-95 suivi d'une forte baisse du risque (division du risque par deux pour la cohorte 95-96, puis division par cinq pour la cohorte 96-97). En se basant sur un âge moyen de un an lors de la contamination, le début de la chute du risque ESB correspondrait de fait à la mise en place des mesures de retrait des cadavres et abats à risque de la fabrication des farines de viande et d'os en juin 1996.

La répartition spatiale des cas d'ESB a été analysée en prenant en compte la démographie bovine et le type de production. Les cartes de risque ont été établies à partir du risque relatif standardisé estimé avec une méthode de Monte Carlo par chaînes de Markov. Les résultats montrent que le risque ESB n'est pas géographiquement aléatoire, à la fois pour les cas d'ESB NAIF (Nés Après l'Interdiction des Farines de viande et d'os pour les bovins, c'est à dire entre janvier 1991 (6 mois après la mesure, date classiquement retenue par sécurité) et juin 1996) et super NAIF (nés après les mesures de sécurisation de 1996, c'est à dire entre juillet 1996 et décembre 2000). Les zones géographiques à risque pour ces deux catégories sont approximativement les mêmes ; néanmoins, la zone à plus fort risque est la Bretagne pour les cas NAIF, alors que ce sont les Pays de la Loire pour les cas super NAIF, ce qui tend à montrer que le risque ESB a été maîtrisé plus précocement en Bretagne que dans d'autres régions. La suite de l'analyse consiste à mettre en relation la distribution spatiale des zones à risque ESB avec la distribution spatiale des sources potentielles de contamination. Les contaminations croisées entre aliments pour animaux monogastriques et aliments pour bovins et la contamination possible de dérivés d'abattoir autorisés à l'époque en alimentation animale (graisses et poudre d'os) sont suspectées.

Trend of the BSE epidemic in France

C. DUCROT (1), D. CALAVAS (2), D. ABRIAL (1), E. MORIGNAT (2), C. LABONNARDIERE (3), N. JARRIGE (2)

(1) INRA, Unité d'Epidémiologie Animale, Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

SUMMARY - Surveillance data on BSE were sparse in France until 2000 because the clinical surveillance alone was in force and detected a small part of the cases. Thus estimating the size of the epidemic during that period relies on mathematical modelling based on the available data as well as different hypotheses. The models estimated the size of the epidemic between a few thousand and a few hundred thousand infected cattle; the most important infection was at the end of the nineteen-eighties and provoked an undetected wave of cases in the middle nineties; a second and much smaller infection wave arose in 1992-1996. Since 2000, the BSE surveillance is based both on the mandatory reporting system and the screening tests done at the abattoir and fallen stock. From these comprehensive data, it is possible to analyse the current trend of the epidemic on the different birth cohorts, using logistic models adjusted on the rapid test used as well as the production type and the age of the animals. Two studies were carried out, one on fallen stock in western France (Basse Normandie, Bretagne, Pays de la Loire) between 2000 and 2002, the other on slaughtered animals in 2001 and 2002 on the whole French territory. They showed a peak of infection for the 1994-1995 birth cohort, then a sharp decrease of the risk (divided by two for the 1995-1996 cohort, then divided by five for the 1996-1997 cohort). Considering an average age at infection of one year old, the decrease of the infection matched the implementation of the control measures that were taken in June 1996, based on the removal of the cadavers and risk materials from meat and bone meal used for animal feed. The spatial distribution of the BSE cases was also analysed, accounting for the production type and cattle demography. The disease mapping was based on the standardised relative risk estimated with Markov chain Monte Carlo simulation. The results show that the BSE risk was not randomly distributed both for NAIF (born after the feed ban for cattle, i.e. between January 1991 and June 1996) and Super NAIF cases (born after the complementary control measures of June 1996, i.e. between July 1996 and December 2000). The areas at risk were roughly the same for both categories; however, the highest risk was in Brittany for the NAIF whereas it was in the Loire basin and Vendée for the Super NAIF; this tends to prove that the risk was controlled earlier in Brittany than in other regions. The goal of the ongoing analysis is to study the relationship between disease mapping and the geographical distribution of the suspected infection sources, that are the cross contaminations between monogastric and cattle feed and the contamination of abattoir products that were authorised for animal feed, such as tallow and bones.

INTRODUCTION

Différentes mesures ont été prises successivement en France pour lutter contre l'ESB. Les plus importantes sont l'interdiction des farines de viande et d'os (FVO) dans l'alimentation des bovins en 1990 (qui succédait à l'interdiction d'importation des FVO britanniques en 1989), puis la suppression des cadavres et abats à risque pour la fabrication des FVO destinées à l'alimentation animale en juin 1996, enfin l'interdiction totale de l'utilisation des FVO et de certaines graisses animales en alimentation animale fin 2000. S'il est actuellement trop tôt pour analyser l'impact de la dernière mesure, compte tenu de la longue incubation de la maladie, il est en revanche possible d'analyser l'effet de la sécurisation des farines animales en 1996.

Malgré ces mesures successives, il est apparu des animaux atteints d'ESB nés après les mesures de 1990, dénommés NAIF (Nés Après l'Interdiction des Farines de viande et d'os), au nombre de 811 (au 1^{er} juillet 2004) et d'autres nés après les mesures de 1996, dénommés Super NAIF, au nombre de 83 à la même date (AFSSA, 2004).

Depuis 2000, la mise en place de la surveillance active de l'ESB grâce aux tests réalisés à l'abattoir et à l'équarrissage complète la surveillance clinique et donne une mesure fidèle du nombre de cas d'ESB sur le territoire national (le dispositif est complet et national depuis juillet 2001). Ces données comparables entre régions et d'année en année permettent aujourd'hui d'analyser de manière précise et fiable l'évolution de l'épizootie d'ESB en France et la distribution spatiale de la maladie et, notamment, d'étudier l'efficacité des mesures de contrôle mises en place.

Concernant la décennie précédente, entre décembre 1990, date de mise en place du système d'épidémiosurveillance de l'ESB en France (Savey *et al.*, 1991), et juin 2000, date de début d'une phase expérimentale d'utilisation des tests rapides sur les animaux morts, abattus d'urgence et euthanasiés dans le Grand Ouest de la France (Basse Normandie, Bretagne, Pays de la Loire) (Morignat *et al.*, 2002), les données de surveillance ont reposé sur la seule surveillance clinique. Il n'existait pas alors d'autres moyens d'investigation à large échelle. Calavas et Ducrot (2003) ont montré qu'elle sous-estimait largement le nombre de cas et n'était pas homogène d'une région à l'autre et d'une période à l'autre (Cuenot *et al.*, 2003).

Différents modèles mathématiques ont été bâtis pour tâcher d'estimer quelle a dû être l'ampleur réelle de l'épizootie dans cette période, en l'absence de données fiables.

Nous verrons successivement les estimations sur l'ampleur de l'épizootie avant la mise en place des tests rapides, l'efficacité des mesures de contrôle mises en place en 1996, enfin les zones les plus à risque sur le territoire national. Les sources de contamination sont discutées à la lumière des connaissances et des résultats de ces travaux.

1. ESTIMATION DE L'AMPLEUR DE L'ÉPIZOOTIE AVANT LA MISE EN PLACE DES TESTS DE DÉPISTAGE

1.1. MODÈLES MATHÉMATIQUES

L'estimation du schéma général de l'épizootie d'ESB en France jusqu'en 2000, ne peut se faire que par une modélisation mathématique des données issues de la surveillance clinique (Donnelly, 2000 ; Supervie et Costagliola, 2004). Toutefois, la seule surveillance clinique ne permettant pas le dépistage exhaustif des cas, cette approche est entachée d'une forte incertitude, en particulier en ce qui concerne les premières années de l'épizootie, car elle est fondée sur un faible nombre de cas détectés au cours de cette période.

Les modèles réalisés sont fondés sur un certain nombre d'hypothèses relatives :

- aux distributions de l'âge à la contamination et de la durée d'incubation stables dans le temps,
- pour certains modèles, à la constance de la structure de la population bovine sur la période considérée,
- à l'homogénéité géographique de la surveillance clinique au cours de la période considérée (en pratique non vérifiée (Cuenot *et al.*, 2003)),
- à l'absence d'effet dose dans la contamination des animaux.

Les résultats des différents modèles de rétrocalcul (Donnelly, 2000 ; Supervie et Costagliola, 2004) convergent sur un certain nombre de points :

- un nombre total d'animaux infectés élevé ; quelques milliers à quelques centaines de milliers selon les hypothèses des modèles (les estimations hautes découlent de la prédiction par certains modèles de la présence d'une première vague d'infections qui aurait atteint le cheptel au début des années 1980 et dont l'existence réelle est la plus incertaine car fondée sur les rares cas détectés au début des années 1990. Notons que même avec un système de surveillance imparfait à cette époque, la plausibilité qu'une vague d'infections de cette ampleur soit passée totalement inaperçue paraît très faible) ;
- un niveau d'infection le plus élevé au cours des années 1980, en particulier vers les années 1988 et 1989, conduisant à une vague de cas cliniques non détectée au milieu des années 1990 ;
- un niveau d'infection qui a considérablement diminué à partir de 1990. Néanmoins, cette diminution relative pourrait être surestimée par les modèles, compte tenu de l'incertitude sur le niveau réel en 1988 et 1989 ;
- une seconde vague d'infections au cours de la période 1992 – 1996, de moindre ampleur que la première en terme de nombre de cas (alors que le nombre de cas détectés est considérablement plus important pour les animaux nés entre 1992 et 1996 par rapport aux animaux nés auparavant, en raison de la généralisation du dépistage) ;
- un niveau d'infection qui aurait par ailleurs également fortement diminué à partir des années 1995 - 1996, ce résultat présentant un niveau relativement élevé d'incertitude en raison d'un recul insuffisant. Les données récentes présentées plus loin confirment cette tendance.

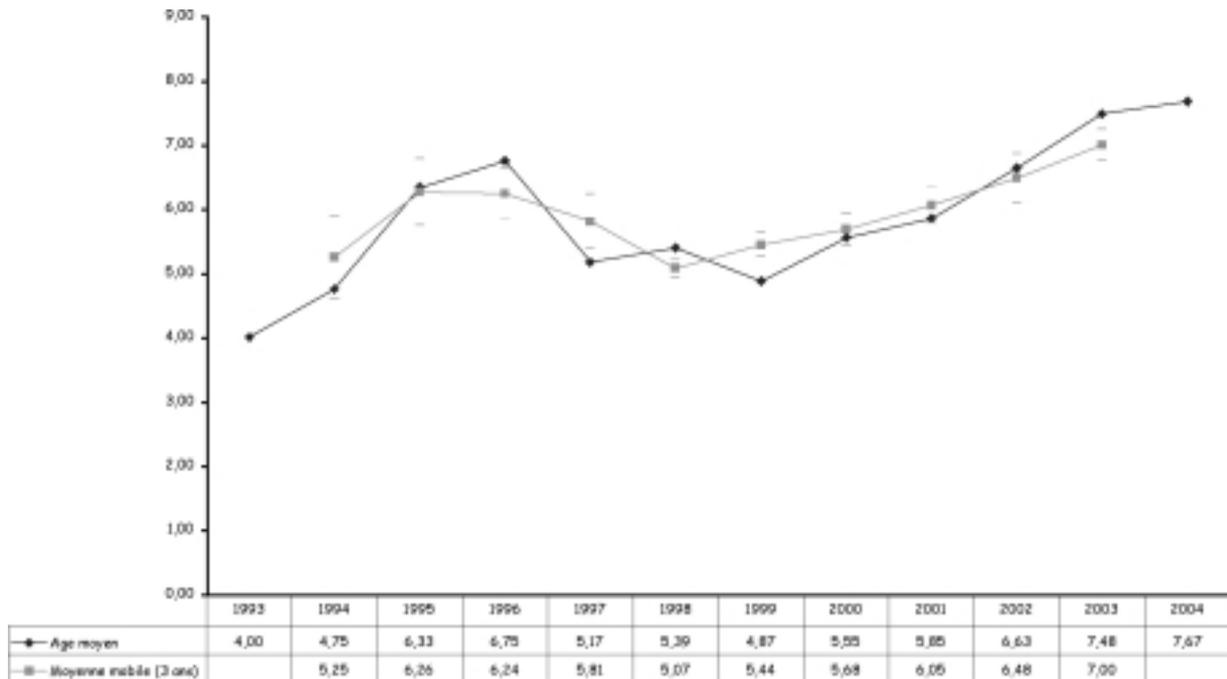


Figure 1 : âge moyen des cas d'ESB détectés en France tous programmes de surveillance confondus depuis 1993 (au 1^{er} juillet 2004). La moyenne mobile permet de lisser les fluctuations dues aux petits nombres de bovins positifs détectés annuellement.

1.2. AGE MOYEN DES CAS D'ESB

Les résultats de ces modèles sont confortés par l'analyse d'un indicateur de tendance de l'épizootie – l'âge moyen des cas détectés en fonction de l'année de détection (figure 1). En faisant les mêmes hypothèses que pour les modèles, on s'attend à trouver un âge moyen des cas, une année de dépistage donnée, en augmentation par rapport à l'année précédente si la fréquence des infections était à la baisse plusieurs années auparavant. La raison en est que dans ce contexte, les cohortes d'âge les plus anciennes étant les plus infectées, la part relative des animaux les plus âgés (par rapport aux plus jeunes), parvenus en fin d'incubation au cours d'une année donnée, augmente progressivement d'année en année.

Le nombre d'années passées à considérer pour dater le changement de tendance peut varier en fonction de la vitesse de croissance et de décroissance de l'épizootie, mais pourrait être de l'ordre de 4 à 6 ans. L'analyse de la figure 1 montre les éléments suivants :

- l'augmentation de l'âge moyen lissé en 1994 et 1995 refléterait une diminution de l'exposition pour la période se situant vraisemblablement entre 1988 à 1991,
- la diminution de cet indicateur en 1997 et 1998 refléterait une augmentation de l'exposition dans une période située approximativement entre 1991 et 1994,
- depuis 2000, on constate une augmentation régulière et lente de cet indicateur, ce qui indiquerait une diminution de l'exposition de la population bovine qui aurait commencé approximativement entre 1994 et 1996.

1.3. SOUS-IDENTIFICATION DES CAS D'ESB

Les estimations sur la taille de l'épizootie issues des modèles mathématiques font état d'un niveau de sous-identification des cas d'ESB très important avec la seule surveillance clinique. Le niveau de 95 % de sous-identification a été avancé par Supervie et Costagliola (2004) pour juin 2000. Une façon approchée d'analyser la question est de calculer le pourcentage de cas dépistés grâce à la surveillance clinique par rapport à l'ensemble des cas dépistés avec le dispositif complet de surveillance, comprenant surveillance clinique et dépistage avec les tests. Ce pourcentage varie de 10 à 20 % selon les années depuis 2002, ce qui pourrait signifier un niveau de sous-identification des cas d'ESB de 80 à 90 % avec la surveillance clinique seule.

Néanmoins, ceci n'est qu'une approche incertaine de la question de la sous-identification car il a été montré que la découverte de cas avec les tests pouvait être associée avec une augmentation du niveau de vigilance des acteurs de terrain pour le repérage des suspects (Calavas et Ducrot, 2003). A l'inverse, les acteurs de terrain se reposent aussi dans certaines situations sur le dépistage par les tests en cas de doute sur une suspicion clinique. Enfin, le niveau de vigilance a varié considérablement au cours des années et d'un département à l'autre (Cuenot *et al.*, 2003).

Il ressort de ces résultats que le nombre de cas dépistés en France a considérablement augmenté à partir de 2000, suite à l'amélioration du dispositif de surveillance, au moment même où le nombre réel de cas d'ESB devait suivre une courbe inverse compte tenu de l'évolution à la baisse de l'épizootie.

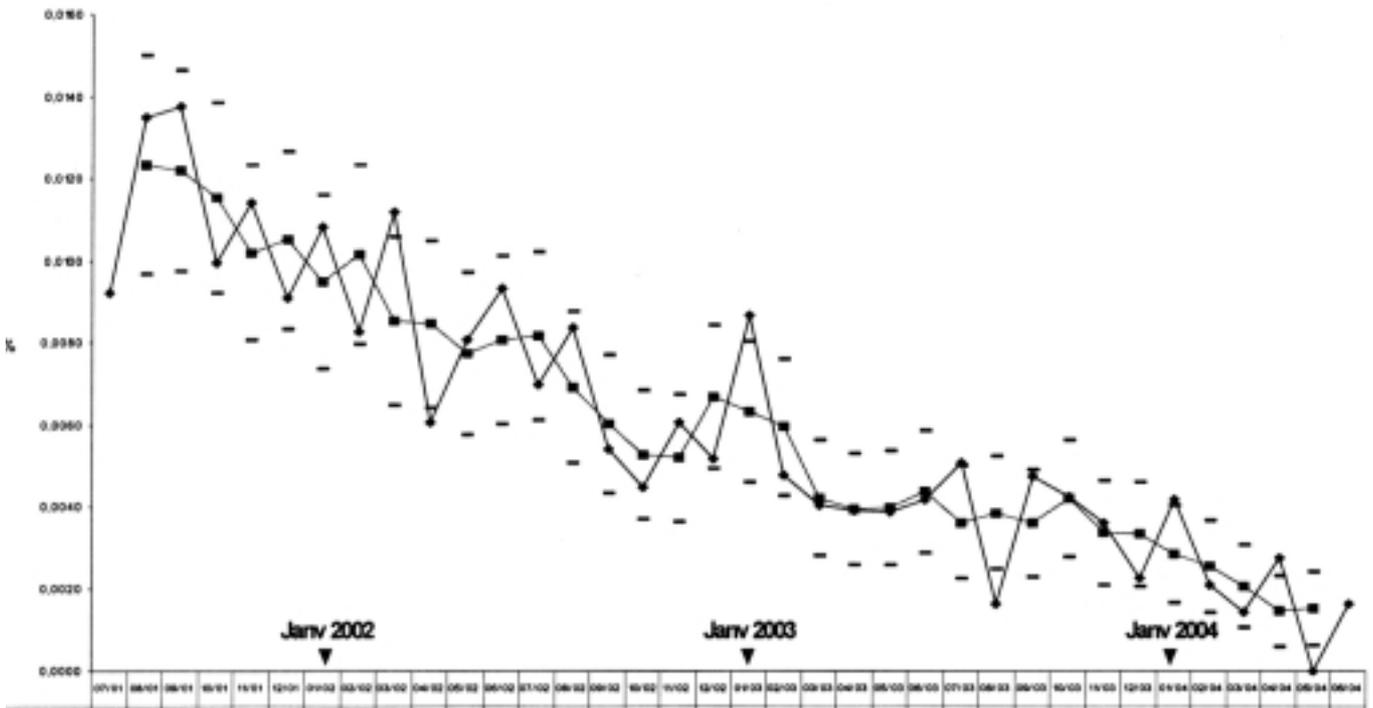


Figure 2 : taux de prévalence mensuel de l'ESB en France tous programmes de surveillance confondus, depuis 2001 (au 1^{er} juillet 2004) ; moyenne mensuelle (losanges) et moyenne mobile sur 3 mois (carrés et tirets pour l'intervalle de confiance) qui permet de lisser les fluctuations

2. EFFICACITE DES MESURES DE CONTROLE DE 1996 (RETRAIT DES CADAVRES ET ABATS A RISQUE DES FARINES ANIMALES DESTINEES A L'ALIMENTATION ANIMALE)

2.1. DONNEES BRUTES DE SURVEILLANCE

Les indicateurs globaux permettant de suivre précisément l'évolution de l'ESB en France (depuis la généralisation du dépistage en 2001) mettent en évidence une décroissance régulière du nombre de cas au cours des années passées. Ainsi le nombre d'animaux positifs rapporté à la population des animaux abattus d'une part, morts ou euthanasiés d'autre part, diminue régulièrement depuis trois ans. A l'abattoir, ce taux est passé de 37 cas par million en 2001, à 25 en 2002 et 13 en 2003 ; à l'équarrissage (en y associant les cas détectés par la surveillance clinique), ce taux est passé de 980 par million en 2001, à 641 en 2002 et 364 en 2003. Ceci se traduit par une baisse régulière depuis 2001 du taux de prévalence mensuel (lissé sur trois mois), tous programmes de surveillance confondus (figure 2). Par ailleurs, l'âge moyen des cas (figure 1) a régulièrement augmenté, passant de 5,4 ans en 1999 à 7 ans en 2003, ce qui signe une diminution globale de l'exposition de la population bovine.

2.2. COHORTES A RISQUE

Il est possible, dans une certaine mesure, de préciser à quelles dates ont eu lieu des inflexions dans l'exposition de la population bovine en analysant la prévalence de l'ESB en fonction des cohortes de naissance des animaux. Pour cela, on compare des cohortes de bovins nés deux années consécutives (par exemple les cohortes 94-95 et 95-96) et abattus ou morts au cours de deux années consécutives (par exemple 2001 et 2002), ayant donc en moyenne le même âge lors du test. Cela permet de prendre en compte la variabilité de la probabilité de détection de la maladie en fonction de l'âge des animaux, en comparant des cohortes ayant des distributions d'âge statistiquement non différentes. Cette approche a permis d'évaluer, à partir de seulement deux ou trois années de tests, l'évolution de l'épizootie sur plusieurs cohortes de naissance.

Ceci a été réalisé à ce jour sur les données d'équarrissage provenant du Grand Ouest (seconds semestres de 2000, 2001 et 2002) (Morignat *et al.*, 2004) et sur les données d'abattoir pour le territoire français dans son ensemble (2001 et 2002) (Labonnardière *et al.*, 2004), à partir de modèles de régression logistique prenant en considération le type de production et le test rapide utilisé (avant confirmation).

Les résultats schématisés sur la figure 3 montrent que l'évolution du risque ESB entre les cohortes 93-94 et 94-95, sans être contradictoire, n'est pas homogène entre ces deux populations (Ducrot *et al.*, 2004) (pas de différence de risque pour les données d'équarrissage dans le Grand Ouest, augmentation du risque pour les données d'abattoir France entière).

En revanche, l'évolution est homogène et fortement à la baisse pour les deux cohortes suivantes (risque divisé par plus de deux pour la cohorte 95-96 par rapport à la cohorte 94-95, puis divisé par cinq pour la cohorte 96-97 par rapport à la cohorte 95-96). Le pic de l'épizootie concerne la cohorte de naissance 94-95. En se basant sur un âge moyen à l'infection dans le deuxième semestre après la naissance (résultats des modèles mathématiques de rétrocalcul (Supervie et Costagliola, 2004), le début de la forte diminution du risque ESB correspondrait de fait à la mise en place des mesures de retrait des cadavres et abats à risque de la fabrication des farines de viande et d'os en juin 1996 (les animaux de la cohorte 94-95, ayant plus d'un an à cette date, n'ont pas bénéficié de ces mesures).

L'analyse en cours des données de surveillance de 2003 permettra de confirmer ou non cette tendance.

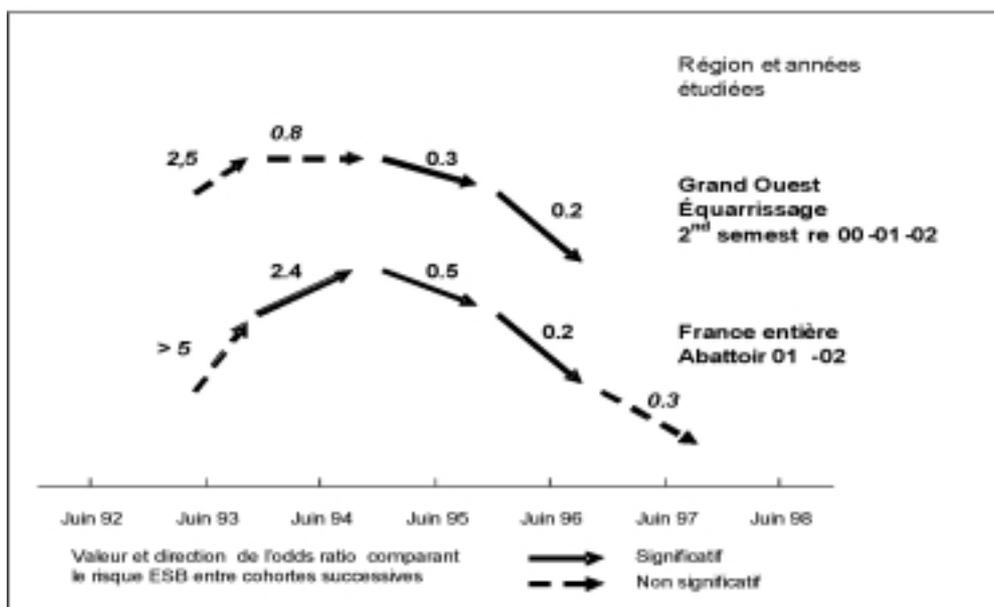


Figure 3 : schéma synthétique de la tendance de l'épizootie d'ESB selon les cohortes de naissance (la valeur de l'odds ratio reflète la variation du risque d'une cohorte de naissance sur l'autre ; par ex. le odds ratio de 0,5 entre les cohortes 94-95 et 95-96 abattues sur la France entière indique que le risque a été divisé par deux entre ces deux cohortes).

3. ETUDE SPATIALE DU RISQUE ESB

La localisation géographique de l'exploitation dans laquelle les animaux atteints d'ESB ont été élevés au cours de la première année de leur vie a été étudiée pour l'ensemble des cas détectés entre juillet 2001 et juillet 2003 (période à partir de laquelle les tests ESB étaient systématiques sur animaux morts et abattus à l'échelle du territoire national), en distinguant les cas NAIF (nés entre janvier 1991 et juin 1996) et super NAIF (nés entre juillet 1996 et décembre 2000). Le risque relatif de contamination dans chaque zone géographique a été calculé par rapport à la moyenne nationale pendant la même période, en tenant compte à la fois de la population bovine (en particulier la démographie des races laitières et allaitantes) et de la structure de voisinage des zones géographiques. Les cartes de risque ont été établies avec la méthode du risque relatif standardisé estimé avec une méthode de Monte Carlo par chaînes de Markov. Les résultats (Abrial *et al.*, 2004) montrent qu'il existe une hétérogénéité spatiale statistiquement significative du risque de contamination par l'ESB sur le territoire français, que ce soit pour les cas NAIF ou pour les cas Super NAIF. Cela signifie que les cas d'ESB ne sont pas répartis au hasard sur le territoire français.

La comparaison des deux cartes (figure 4) tend à montrer que les zones à risque (risque relatif supérieur à un, couleurs gris sombre et noire sur la carte) pour les cas d'ESB super

NAIF sont aussi des zones à risque pour les cas NAIF (Grand Ouest, Sud Ouest) ; ceci suggère que les sources de contamination pourraient être de même localisation et peut-être de même nature. Par ailleurs, on observe que la zone avec le plus fort risque (couleur noire sur la carte) est la Bretagne pour les cas NAIF, alors que ces ont les Pays de la Loire pour les cas super NAIF. Le risque ESB aurait ainsi été maîtrisé plus précocement et / ou plus efficacement en Bretagne par rapport à d'autres régions.

L'enjeu de ce travail est de comprendre les causes du risque ESB après l'interdiction des FVO dans l'alimentation des bovins. Aussi, la suite de l'analyse consistera à mettre en relation les zones géographiques avec un sur-risque ESB avec la distribution spatiale des sources potentielles de contamination étudiées, à savoir les contaminations croisées entre aliments pour animaux monogastriques et aliments pour bovins d'une part, l'usage de dérivés d'abattoir (graisses animales et phosphates bicalciques précipités d'os) dans l'alimentation animale d'autre part.

La réalisation de cette partie de l'étude est entièrement dépendante des données qui pourront être obtenues sur la production (types d'aliments, volumes de production) et les pratiques (utilisation de graisses animales, poudres d'os et FVO, risques de contaminations croisées) des fabricants d'aliments du bétail (enquête en cours *via* les DDSV).

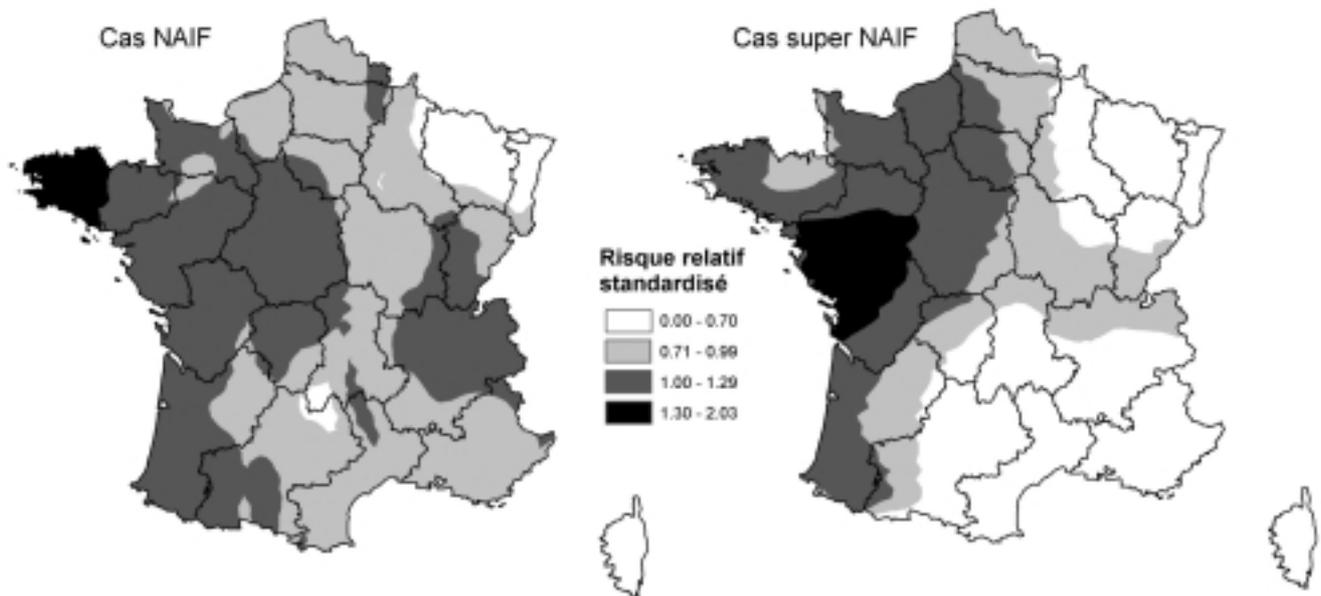


Figure 4 : cartographie du risque ESB en France, pour les cas NAIF (n = 445) et super NAIF (n = 58) (période de détection juillet 2001-juillet 2003 ; les grisés indiquent l'intensité de ce risque exprimé par le risque relatif de contamination de chaque zone par rapport au risque national moyen).

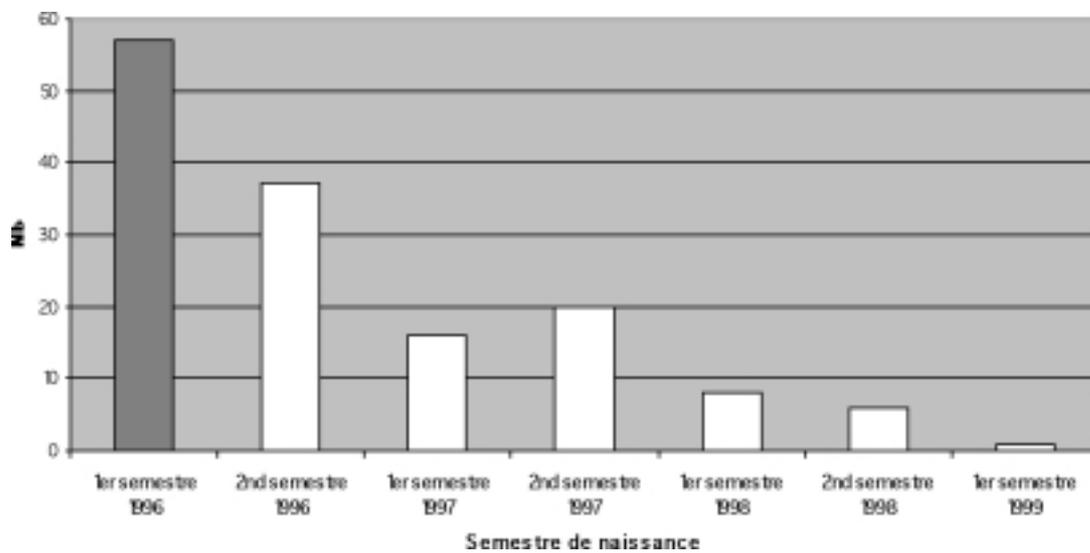


Figure 5 : distribution, en fonction de leur semestre de naissance, des bovins atteints d'ESB détectés au 1^{er} juillet 2004 et nés à partir du 1^{er} janvier 1996 (Super NAIF en blanc)

CONCLUSION

Si l'on met en parallèle les résultats de ces différentes analyses avec les mesures successives de contrôle, les interprétations suivantes peuvent être proposées :

- Forte diminution de l'exposition en fin des années quatre vingt, contemporaine des premières mesures de contrôle de 1989 (interdiction d'importation des FVO depuis le Royaume Uni) et 1990 (pour l'essentiel fondé sur l'interdiction des FVO dans l'alimentation des bovins) ; les résultats des modèles mathématiques nous renseignent à ce sujet.
- Recyclage de cas non détectés de la première vague de cas d'ESB, qui a contribué vraisemblablement à la seconde vague de cas nés après l'interdiction des FVO chez les bovins (cas NAIF) ; les matériaux à risque spécifié (MRS) et les cadavres étaient légalement réincorporés aux FVO jusqu'en 1996, produit qui continuait à être incorporé aux aliments pour volailles et porcs. L'origine de la contamination des cas NAIF n'est cependant pas à ce jour scientifiquement établie : contaminations croisées par des aliments destinés à des animaux monogastriques, et / ou rôle des graisses animales et des phosphates bicalciques précipités d'os, d'où l'importance des études en cours.
- Diminution de l'exposition à l'agent de l'ESB des bovins nés à partir de 1995 attribuable aux mesures de 1996 de retrait des MRS et des cadavres de la fabrication des FVO. Cette diminution de l'épizootie a vraisemblablement été plus précoce dans certaines régions (notamment la Bretagne) que dans d'autres, peut-être grâce à une meilleure prise en compte du problème dans les zones les plus anciennement et fortement touchées.
- Persistance de sources de contamination après 1996. Malgré ces mesures et une diminution forte du risque d'année en année, il a persisté un risque ESB après 1996 qui s'est traduit par l'apparition de cas Super NAIF (figure 5). Les investigations menées sur ces cas tendent à montrer qu'on peut exclure une transmission maternelle pour la plupart d'entre eux, leur mère ayant vécu suffisamment longtemps après leur naissance (Calavas et Ducrot, 2004). Compte tenu de leur dynamique d'apparition et de leur répartition géographique et avec toute la réserve qu'il convient en raison de la nature et de la qualité des données disponibles, il semble que l'apparition des cas Super NAIF soit davantage à imputer à une application partielle des mesures de 1996 qu'à une source alternative de contamination. Cela n'exclut néanmoins pas l'existence d'autres sources qui auraient la même distribution géographique que les sources de contamination des cas NAIF.

Les données existantes sont encore fragmentaires pour avoir des assurances quant aux sources d'infection à l'origine des cas résiduels d'ESB. Par ailleurs, nous n'avons pas à ce jour le recul suffisant pour juger de l'impact des mesures d'interdiction totale de l'utilisation des FVO et de certaines graisses animales en alimentation animale datant de fin 2000. L'analyse de cet impact devrait nous éclairer sur les sources résiduelles d'infection. En effet, la persistance de cas d'ESB nés après 2000 et dont la mère n'aurait pas été détectée positive serait l'indicateur de sources probables d'infection ni alimentaires ni maternelles. Aussi le suivi précis de l'évolution de l'épizootie d'ESB en France reste-t-il encore à l'ordre du jour.

Les auteurs remercient la Direction Générale de l'Alimentation pour l'accès aux données de surveillance de l'ESB.

- Abrial D., Calavas D., Jarrige N., Ducrot C., 2004.** Prev. Vet. Med., accepté
- Afssa Lyon, 2004.** Tableau de bord Afssa, 1^{er} juillet 2004, <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/25471-25472.pdf>.
- Calavas D., Ducrot C., 2003.** Rapport AFSSA- mai 2003 ; 16pp. <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/RapportESB040203.pdf>
- Calavas D, Ducrot C., 2004.** Bull. Epi. Afssa-Dgal, soumis
- Cuenot, M, Calavas D., Abrial D., Gasqui P., Cazeau G., Ducrot C., 2003.** Vet. Res., 34, 261-272
- Donnelly C.A., 2000.** Nature, 408, 787-788
- Ducrot C., Calavas D., Abrial D., Morignat E., Labonnardière C., Jarrige N., 2004.** Prion 2004, 24-28 mai 2004; Paris, 84
- La Bonnardière C., Calavas D., Abrial D., Morignat E., Ducrot C., 2004.** Vet. Res., 35, 299-308
- Morignat E., Ducrot C., Roy P., Baron T., Vinard J.-L., Biacabe A. G., Madec J.-Y., Bencsik A., Debeer S., Eliazsewicz M., Calavas D., 2002.** Vet. Rec., 151, 73-77
- Morignat E., Ducrot C., Roy P., Cohen C., Calavas D., 2004.** Vet. Rec. , sous presse
- Savey M., Belli P., Coudert M., 1991.** Epi. San. An., 19, 49-61
- Supervie, V. , Costagliola D. 2004.** Vet. Res., 35, 349-362