

QUESTIONS RELATIVES A UN RELEVEMENT DE L'AGE MINIMUM DES ANIMAUX TESTES A L'ABATTOIR ET A L'EQUARRISSAGE.

ACTUALISATION DE L'AVIS DU 13/10/2003

1. OBJECTIF

Quelles seraient les conséquences d'un relèvement de l'âge minimum des animaux sains testés à l'abattoir sur le niveau d'exposition du consommateur au risque ESB ?

La question sur l'évolution du dispositif actuel de surveillance épidémiologique de l'ESB sera traitée dans un second temps.

2. CONTEXTE

En France, du 24 juillet 2001 au 30 juin 2004, tous les animaux de plus 24 mois destinés à la consommation ou envoyés à l'équarrissage ont été testés. Puis l'âge limite des tests des animaux destinés à la consommation est passé à 30 mois à partir du 1^{er} juillet 2004.

Ces tests permettent de détecter l'ensemble des cas cliniques et vraisemblablement des cas d'ESB en fin de période d'incubation sans signe clinique de l'ESB (nommés cas asymptomatiques ou précliniques). Jusqu'à présent la seule source connue de contamination des bovins est alimentaire et le vecteur de l'agent de l'ESB sont les farines de viande et d'os (FVO). En France, les FVO ont été interdites à l'ensemble des animaux de rente en novembre 2000. Depuis 2001 on constate une diminution régulière du nombre de cas d'ESB détectés :

- 274 cas en 2001,
- 239 en 2002,
- 137 en 2003,
- 54 en 2004,
- 28 en 2005, au 19 octobre 2005.

3. BILAN DE LA SITUATION DANS L'UNION EUROPEENNE

Depuis juillet 2001, dans tous les pays de l'Union européenne, l'âge limite des animaux testés à l'équarrissage est 24 mois, 30 mois pour l'abattoir et pas d'âge limite pour les suspects cliniques. L'Allemagne, l'Espagne et l'Italie testent aussi les animaux de 24 à 30 mois envoyés à l'abattoir. La France a aussi testé les animaux de 24 à 30 mois envoyés à l'abattoir jusqu'au 30 juin 2004.

Un bilan des cas de moins de 48 mois enregistrés au sein de l'Union européenne a été réalisé :

- **Cas de moins de 48 mois dépistés dans les pays de l'Union européenne en 2001, en 2002, en 2003 et en 2004 :**

Des études de pathogenèse chez le bovin (N = 30) ont montré que l'apparition des premiers signes cliniques pouvait avoir lieu dès 35 mois après une exposition orale à des quantités importantes (100 g de cerveau infecté prélevé au stade terminal) de l'agent de l'ESB, que le système nerveux central peut présenter de l'infectiosité dès 32 mois après l'exposition et l'iléon distal dès 6 mois après l'exposition¹. A ce jour, aucune étude expérimentale n'est venue remettre en question ces données.

Il faut aussi rappeler l'existence de 19 cas cliniques au Royaume-Uni âgés de 20 à 29 mois.

En ce qui concerne les périodes 2001, 2002, 2003, 2004 et en partie 2005, les données sont les suivantes :

En 2001, 10 animaux de moins de 48 mois ont été dépistés :

- 1 de 28 mois, Allemagne, abattu d'urgence
- 1 de 29 mois, Allemagne, abattu d'urgence
- 1 de 42 mois, Danemark, abattoir
- 1 de 42 mois, France, abattoir
- 2 de 43 mois, Espagne, abattu d'urgence
- 1 de 44 mois, Allemagne, équarrissage
- 1 de 45 mois, Royaume-Uni, abattu d'urgence
- 1 de 45 mois, Espagne, abattoir
- 1 de 47 mois, Espagne, équarrissage

En 2002, 7 animaux de moins de 48 mois ont été dépistés :

- 1 de 32 mois, Royaume-Uni, abattu d'urgence
- 1 de 34 mois, Portugal, abattoir
- 1 de 39 mois, Danemark, abattoir (abattu au Portugal)
- 1 de 41 mois, Espagne, équarrissage
- 1 de 45 mois, Irlande, cohorte
- 1 de 46 mois, Irlande, suspect clinique
- 1 de 47 mois, Danemark, équarrissage

En 2003, 7 animaux de moins de 48 mois ont été dépistés :

- 1 de 36 mois, Espagne, abattoir
- 1 de 42 mois, République Tchèque, abattoir
- 1 de 44 mois, Slovénie, équarrissage
- 1 de 45 mois, Allemagne, suspect clinique
- 1 de 46 mois, Allemagne, équarrissage
- 1 de 46 mois, République Tchèque, abattoir
- 1 de 46 mois, Royaume-Uni, abattu d'urgence

¹UE Scientific Steering Committee: Opinion on TSE infectivity distribution in ruminant tissues (state of knowledge, December 2001) (adopted on 10-11 January 2002).

En 2004, 7 animaux de moins de 48 mois ont été dépistés :

- 1 de 42 mois, Slovaquie, abattoir
- 1 de 44 mois, Slovaquie, abattoir
- 1 de 44 mois, Espagne, équarrissage
- 1 de 46 mois, Allemagne, équarrissage
- 1 de 46 mois, Allemagne, abattoir
- 1 de 47 mois, Portugal, abattoir
- 1 de 47 mois, Espagne, abattoir

En 2005 (incomplet), 5 animaux de moins de 48 mois ont été dépistés :

- 1 de 37 mois, Royaume-Uni, cohorte
- 1 de 40 mois, Royaume-Uni, accidenté
- 1 de 41 mois, Espagne
- 1 de 43 mois, Royaume-Uni, cohorte
- 1 de 46 mois, Allemagne

➤ **Cas nés après l'interdiction totale des farines de viande et d'os**

Le Portugal et le Royaume-Uni sont les deux pays de l'union européenne où le recul par rapport à la mesure d'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente est plus grand que dans les autres pays de l'UE. Au Portugal, l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente date de décembre 1998 et la date supposée d'application effective de la mesure est juin 1999. Au Royaume-Uni, l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente date d'avril 1996 et la date supposée d'application effective de la mesure est août 1996 (en France, la date d'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente date de novembre 2000 et la date supposée d'application effective de la mesure est décembre 2001²).

Par conséquent, nous nous sommes concentrés sur l'analyse des données des cas nés après l'interdiction totale des farines de viande et d'os dans ces deux pays.

• Cas de moins de 48 mois nés après l'interdiction totale des farines de viande et d'os :

Au Portugal, l'application effective de l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente date de juin 1999. Deux animaux, nés après cette date ont été infectés par l'agent de l'ESB : un animal âgé de 34 mois, né en août 1999 (détecté en 2002) et un animal âgé de 47 mois, né en avril 2000 (détecté en 2004).

Au Royaume-Uni, l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente date d'avril 1996 et le rappel des stocks des farines a été achevé en août 1996. Six animaux, nés après cette date ont été infectés par l'agent de l'ESB : un animal âgé de 45 mois, né en février 1997 (détecté en 2001), un animal âgé de 46 mois, né en mars 1999 (détecté en 2003), un animal âgé de 32 mois, né en mai 1999 (détecté en 2002), un animal âgé de 43 mois, né en octobre 2001 (détecté en 2005), un animal âgé de 40 mois, né en octobre 2001 (détecté en 2005) et un animal âgé de 37 mois, né en mai 2002 (détecté en 2005).

• Cas nés après l'interdiction totale des farines de viande et d'os :

Au Royaume-Uni 106 cas nés après l'application effective de l'interdiction totale des farines de viande et d'os (août 1996) ont été détectés au 1^{er} septembre 2005 (14 nés en 1996, 40 en 1997, 32 en 1998, 16 en 1999, 1 en 2000, 2 en 2001).

Le nombre de cas nés après juin 1999 au Portugal n'est pas disponible.

➤ **L'évolution de l'épizootie en France**

² en fonction de la position du Ministère de l'Agriculture sur la maîtrise des sources alimentaires à partir du 1^{er} janvier 2002 (cité dans : Avis de l'Afssa sur un projet d'arrêté ministériel visant à modifier l'arrêté du 3 décembre 1990 relatif à la police sanitaire de l'ESB, p 3).

En France, on peut dénombrer 2 cas de moins de 48 mois. Le premier, diagnostiqué en 2000 dans le cadre du programme pilote dans le Grand Ouest, était âgé de 29 mois au moment du diagnostic. Ce cas n'a jamais été rendu public par la DGA car les enquêtes génétiques complémentaires ont conduit à un doute sur sa filiation et par conséquent sur son identification. Le second est un animal dépisté à l'abattoir en février 2001 à l'âge de 42 mois. Depuis, aucun cas de moins de 48 mois n'a été détecté en France (cf Tableau 1)

Tableau 1: Age en mois du plus jeune cas d'ESB détecté, pour chacun des systèmes de surveillance

Période de détection	Abattoir	Equarrissage	Surveillance passive
juillet 2001-juin 2002	49 mois	49 mois	53 mois
juillet 2002-juin 2003	49 mois	52 mois	64 mois
juillet 2003-juin 2004	63 mois	60 mois	72 mois
juillet 2004-juin 2005	64 mois	64 mois	117 mois

Par ailleurs, l'âge moyen des cas détectés est en augmentation depuis 1999. La moyenne mobile sur 3 ans, tous programmes confondus, était de 5,44 ans (5,25-5,62) en 1999, de 6,48 ans (6,10-6,86) en 2002 et de 7,82 ans (7,49-8,15) en 2004 (Tableau de bord Afssa au 1^{er} août 2005).

➤ Analyse de la situation française

Le cas de 29 mois peut être considéré comme douteux, encore que par précaution, il vaille mieux le prendre en compte (en effet, la filiation de tous les autres cas n'a pas été vérifiée systématiquement). Hormis ce cas, aucun animal positif de moins de 42 mois n'a été identifié en France, ni à l'abattoir ni à l'équarrissage, et, par ailleurs, une augmentation de l'âge moyen des cas est observée depuis 1999. Il faudrait donc un renversement de la tendance de l'épizootie pour observer à partir de maintenant des cas plus jeunes.

Sous l'hypothèse d'une absence de contamination par voie alimentaire après le 31 décembre 2001³ (un an après l'interdiction des farines de viandes et d'os à tous les animaux de rente), et en l'absence d'autres sources d'ESB (cas « sporadiques », autres voies d'acquisition de la maladie), alors logiquement, il n'y aura plus de cas de 24 à 30 mois à partir du deuxième semestre 2004, plus de cas de 30 à 36 mois à partir de 2005, plus de cas de 36 à 42 mois à partir du deuxième semestre 2005, plus de cas 42 à 48 mois à partir du premier semestre 2006 et ainsi de suite. Cette hypothèse d'absence de cas est à relativiser au vu des cas nés après la date supposée d'application effective de l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente la mesure au Portugal et au Royaume-Uni (cf. paragraphe « cas nés après l'interdiction totale des farines de viande et d'os »).

³ en fonction de la position du Ministère de l'Agriculture sur la maîtrise des sources alimentaires à partir du 1er janvier 2002 (cité dans : Avis de l'Afssa sur un projet d'arrêté ministériel visant à modifier l'arrêté du 3 décembre 1990 relatif à la police sanitaire de l'ESB, p 3).

4. MODELISATION DE LA SITUATION FRANCAISE

➤ Objectif

A partir de la modélisation de la dynamique de l'épidémie d'infection par l'agent de l'ESB, elle-même estimée à partir des cas détectés entre juillet 2001 et juin 2004, nous avons simulé la distribution d'âge des cas détectés par les tests à l'abattoir comme à l'équarrissage et par la surveillance clinique dans les exploitations, au cours des années de surveillance passées (de juillet 2001 à juin 2004) ou à venir (de juillet 2004 à juin 2010).

➤ Données

Dans une précédente étude⁴, à partir des 575 cas d'ESB détectés entre juillet 2001 et juin 2004 par la surveillance passive et par les tests de dépistage systématique sur les animaux à risque et les animaux envoyés à l'abattoir de plus de 24 mois, nous avons reconstruit l'incidence de l'infection par l'agent de l'ESB par âge et par année jusqu'en juin 2001 en utilisant un modèle de rétrocalcul. La méthode du rétrocalcul repose sur le principe que le nombre de cas cliniques est la conséquence du nombre d'animaux infectés par l'agent de l'ESB et d'une période d'incubation connue, définie comme le temps entre l'infection et le début clinique. Nous avons généralisé ce modèle pour prendre en compte les données issues des tests de dépistage, la susceptibilité/exposition à l'agent de l'ESB dépendante de l'âge, la survie des bovins, le système de surveillance de l'ESB (surveillance active et passive) et la sensibilité des tests de dépistage.

Nous avons regroupé les données des cas d'ESB détectés à l'équarrissage et par la surveillance passive.

Comme la sensibilité préclinique des tests de dépistage de l'ESB n'est pas précisément connue, nous avons considéré 6 profils de sensibilité des tests de dépistage.

Tableau 2: profils de sensibilité des tests de dépistage de l'ESB

DéTECTABILITÉ avant le début des signes cliniques (mois)	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5	Profil 6
0	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
entre 0 et 3	0	0,50	0,99	0,91	0,96	0,99
entre 3 et 6	0	0,01	0	0,50	0,82	0,99
entre 6 et 9	0	0	0	0,09	0,50	0,99
entre 9 et 12	0	0	0	0,01	0,18	0,99

Quel que soit le profil du test, nous avons supposé une sensibilité égale à 99% à la survenue des signes cliniques et une sensibilité nulle au delà des 12 mois avant l'apparition des signes cliniques.

⁴ Supervie, V. & Costagliola, D. Modelling of the French BSE epidemic: use of the screening test data. *Proceedings of the 20th International Workshop on Statistical Modelling, Statistical Solutions to Modern Problem*, Sydney, Juillet 2005.

Voici les principaux résultats de cette étude :

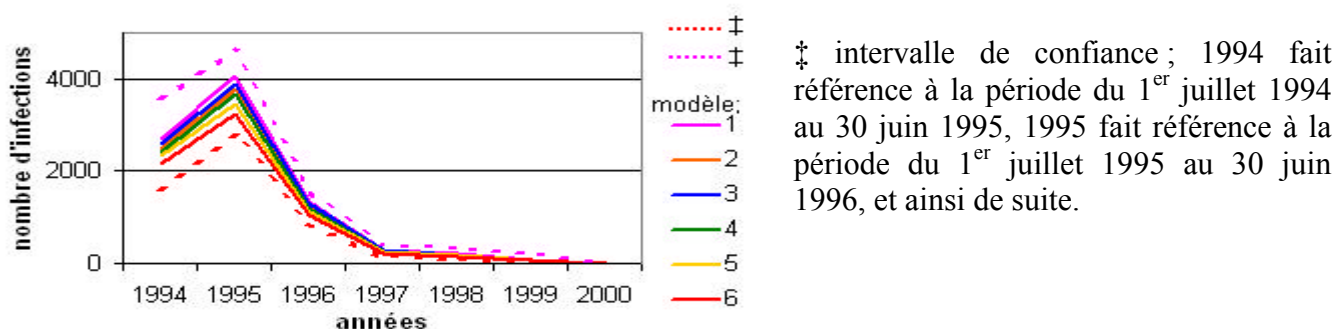
? Environ 7 500 bovins ont été infectés par l'agent de l'ESB entre juillet 1994 et juin 2001 (cf. Tableau 3). Entre 15 et 30 % de l'ensemble des cas cliniques sont envoyés à l'abattoir, ce qui est cohérent avec les enquêtes rétrospectives⁵ menées sur les cas positifs détectés à l'abattoir et à l'équarrissage (cf. Tableau 3).

Tableau 3 : Nombre d'infections par l'agent de l'ESB et proportion de cas cliniques envoyés à l'abattoir estimés selon chaque modèle (les modèles 1 à 6 sont construits à partir des profils de sensibilité 1 à 6)

Modèle	Nombre d'infections entre juillet 1994 et juin 2001 [intervalle de confiance à 95%]	Proportion de cas cliniques envoyés à l'abattoir
1	8 649 [6 833-10 705]	0,30
2	8 326 [6 549-10 165]	0,30
3	8 043 [6 439-9 874]	0,25
4	7 790 [6 212-9 551]	0,25
5	7 389 [5 853-9 039]	0,20
6	6 860 [5 409-8 383]	0,15

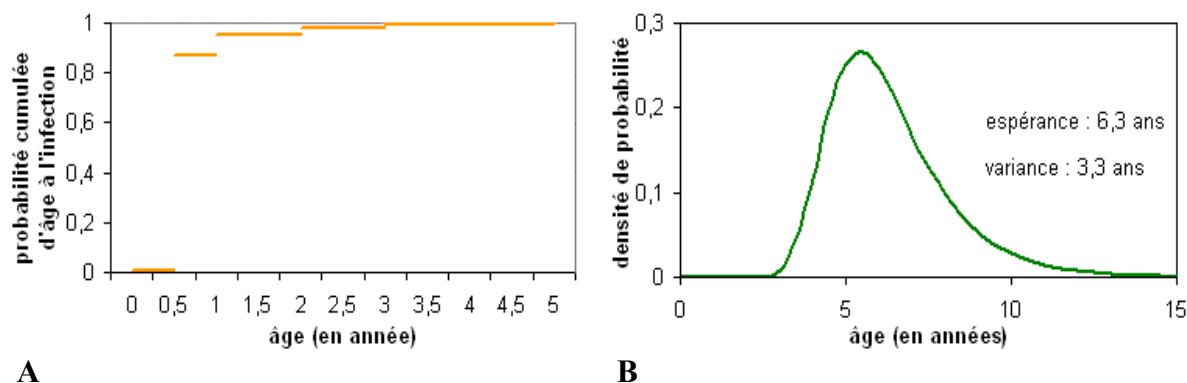
? Le nombre d'infections a diminué constamment depuis l'année juillet 1995 et a été nul pour la période du 1^{er} juillet 2000 au 30 juin 2001 (cf. Figure 1).

Figure 1 : Nombre d'infections par année en fonction de chaque modèle



? La plupart des animaux sont infectés entre 6 et 12 mois, et la durée d'incubation moyenne est 6,3 ans (cf. Figure 2).

Figure 2 : (A) distribution d'âge à l'infection et (B) densité de la durée d'incubation :



⁵ Cazeau, G. et al. (2004). Questionnaire analysis of BSE cases in France detected by active surveillance and the reasons for non-notification. *Veterinary Record* **154**, 133-136

➤ Méthodes

? Prédiction du nombre de cas d'ESB

A partir de chaque dynamique d'infection par l'agent de l'ESB et de son intervalle de confiance (Figure 1) estimée jusqu'en juin 2001, à partir des cas détectés entre juillet 2001 et juin 2004, nous avons simulé le devenir de chaque animal infecté. Nous avons supposé qu'au delà de juin 2001, le nombre d'infections était nul puisque dans notre précédente étude nous avons estimé que le nombre d'infections entre juillet 2000 et juin 2001 était nul. Cette hypothèse est aussi cohérente avec le fait que les farines de viandes et d'os, le vecteur de l'agent de l'ESB, ont été interdites à tous les animaux de rente en novembre 2000.

Nous avons attribué aléatoirement à chaque animal, un âge à l'infection, à partir de la distribution de la figure 2A, une durée d'incubation, à partir de la distribution de la figure 2B, une durée de vie, à partir des données démographiques fournies par la direction générale de l'alimentation, et si l'animal était envoyé à l'abattoir ou à l'équarrissage. Cela nous a permis de déterminer le nombre de cas d'ESB envoyés dans chaque système de surveillance. Puis en utilisant les profils de sensibilité des tests, nous avons pu en déduire le nombre de cas d'ESB détectés dans chaque système de surveillance. Pour chaque dynamique et pour chaque intervalle de confiance, nous avons fait 1000 simulations et nous avons retenu la valeur moyenne. Nous avons nommé modèle 1, le modèle utilisant notamment le profil 1 de sensibilité des tests, modèle 2, le modèle utilisant notamment le profil 2 de sensibilité des tests, et ainsi de suite jusqu'au modèle 6.

? Critère de comparaison des simulations aux cas d'ESB observés

Nous avons comparé nos simulations de l'incidence de l'ESB par âge et par année à l'incidence de l'ESB réellement observée pour les périodes juillet 2001-juin 2002, juillet 2002-juin 2003, juillet 2003-juin 2004 et juillet 2004-juin 2005. La comparaison a été faite pour chaque système de surveillance, abattoir et « équarrissage+surveillance passive ». Nous rappelons que ces simulations ont été réalisées à partir de la dynamique de l'incidence de l'infection par l'agent de l'ESB, elle-même estimée à partir des cas détectés entre juillet 2001 et juin 2004. Pour mesurer l'ajustement de nos simulations à l'incidence de l'ESB réellement observée, nous avons utilisé le critère des moindres carrés, c'est-à-dire la somme des différences au carré entre les estimations et les observations, divisée par le nombre d'estimations. Le modèle qui s'ajuste le mieux aux données observées est celui qui minimise ce critère.

➤ Résultats

? Comparaison des simulations aux cas d'ESB observés

Les simulations s'ajustent assez bien aux cas d'ESB observés quel que soit le système de surveillance (cf. Tableaux 5 et 6). **Quel que soit le modèle, nos simulations sous-estiment le nombre d'animaux observés dans les tranches d'âge minimale et maximale.** Les simulations qui s'ajustent le mieux aux cas d'ESB observés à l'abattoir ont été obtenues à partir de la dynamique d'infection estimée avec le modèle 3 (cf. Tableau 4). Les simulations qui s'ajustent le mieux aux cas d'ESB observés à l'équarrissage et par la surveillance passive ont été obtenues à partir du modèle 2 (cf. Tableau 4). Les simulations qui s'ajustent le mieux aux cas d'ESB observés à l'abattoir et aux cas d'ESB observés à l'équarrissage et par la surveillance passive ont été obtenues à partir de la dynamique d'infection estimée avec le modèle 2 (cf. Tableau 4).

Tableau 4: Critères des moindres carrés selon le modèle utilisé (le modèle qui s'ajuste le mieux aux données observées est celui qui minimise ce critère)

Modèle	Critère des moindres carrés		
	Equarrissage +surveillance passive	Abattoir	Total
1	12,24	3,32	15,56
2	10,59	4,28	14,87
3	12,50	3,17	15,67
4	10,94	4,10	15,04
5	11,90	3,64	15,54
6	11,44	4,33	15,78

? **Tableau 5:** Cas d'ESB réellement observés à l'équarrissage et par la surveillance clinique par année et par tranche d'âge de 6 mois à la détection et simulations des cas d'ESB détectés à l'équarrissage et par la surveillance clinique pour chaque modèle. [] : simulations obtenues à partir des intervalles de confiance des dynamiques d'infections.

Cas observés à l'équarrissage + par la surveillance clinique par année et par tranche d'âge (en mois) à la détection																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	55_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2001*	0	0	0	0	0	4	1	9	29	49	47	38	17	12	11	1	0	2
2002*	0	0	0	0	0	2	0	3	7	9	16	31	18	10	10	5	2	8
2003*	0	0	0	0	0	0	0	3	3	5	4	5	8	9	7	7	2	7
2004*	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1	0	0	1	5	2	17
Simulation des cas détectés à l'équarrissage + par la surveillance clinique par année et par tranche d'âge (en mois) à la détection																		
Modèle 1																		
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-1]	3 [2-5]	13 [10-16]	27 [22-32]	47 [40-54]	57 [49-65]	41 [34-49]	25 [19-32]	11 [9-14]	4 [3-5]	2 [1-2]	1 [1-1]	2 [1-2]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	4 [2-6]	6 [4-9]	14 [11-18]	21 [17-25]	29 [24-34]	30 [26-35]	19 [16-23]	11 [9-14]	5 [4-6]	2 [1-2]	2 [2-2]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [1-4]	4 [2-6]	4 [3-7]	5 [3-7]	9 [7-11]	11 [9-13]	13 [11-15]	13 [11-15]	8 [6-10]	4 [3-6]	3 [3-4]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [0-4]	3 [1-5]	3 [2-5]	3 [2-4]	3 [2-4]	4 [3-5]	5 [4-5]	5 [4-6]	5 [4-6]	6 [5-7]
Modèle 2																		
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-1]	3 [2-5]	12 [10-15]	26 [21-30]	47 [39-53]	55 [49-64]	40 [32-48]	24 [18-30]	11 [8-14]	4 [3-4]	2 [1-2]	1 [1-1]	1 [1-2]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	4 [2-5]	6 [4-9]	13 [10-17]	20 [16-24]	28 [23-32]	29 [25-34]	19 [15-22]	11 [8-23]	5 [4-6]	2 [1-2]	2 [2-2]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [1-4]	4 [2-6]	4 [3-6]	5 [3-7]	8 [6-10]	10 [8-12]	13 [11-15]	12 [10-14]	8 [6-9]	4 [3-5]	3 [3-4]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [0-4]	2 [1-4]	3 [1-4]	3 [2-4]	3 [2-4]	4 [3-5]	4 [3-5]	5 [4-6]	5 [4-5]	6 [4-7]
Modèle 3																		
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-1]	3 [2-5]	13 [10-16]	26 [22-31]	48 [40-54]	58 [51-66]	41 [34-50]	25 [20-31]	11 [9-14]	4 [3-5]	2 [2-2]	1 [1-1]	2 [1-2]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	4 [2-6]	7 [4-9]	14 [11-17]	21 [17-24]	29 [24-33]	30 [26-34]	19 [16-23]	11 [9-14]	5 [4-6]	2 [1-2]	2 [2-3]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [1-4]	4 [2-9]	4 [2-7]	5 [3-7]	9 [7-11]	11 [9-13]	13 [11-15]	13 [11-15]	8 [7-9]	4 [3-5]	3 [3-4]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [0-4]	2 [1-5]	3 [1-5]	3 [1-4]	3 [2-4]	4 [3-5]	5 [4-5]	5 [4-6]	5 [4-6]	6 [5-7]
Modèle 4																		
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-1]	3 [2-4]	12 [10-15]	26 [21-31]	48 [39-54]	57 [50-65]	40 [33-48]	24 [19-30]	11 [8-14]	4 [3-4]	2 [1-2]	1 [1-1]	1 [1-2]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	4 [2-5]	6 [4-8]	13 [11-17]	20 [16-24]	28 [24-32]	29 [25-30]	19 [15-23]	11 [8-13]	5 [4-6]	2 [1-2]	2 [2-2]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [1-4]	4 [2-5]	4 [2-6]	5 [3-7]	8 [6-10]	10 [9-12]	13 [11-15]	12 [11-14]	8 [6-9]	4 [3-5]	3 [3-4]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [0-3]	2 [1-4]	3 [1-4]	3 [2-4]	3 [2-4]	4 [3-5]	4 [4-5]	5 [4-6]	5 [4-5]	6 [4-7]
Modèle 5																		
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	3 [2-4]	12 [10-15]	26 [21-31]	48 [40-56]	59 [50-57]	41 [34-48]	25 [19-31]	11 [9-14]	4 [3-5]	2 [1-2]	1 [1-1]	1 [1-2]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	4 [2-5]	6 [4-9]	14 [11-17]	20 [17-24]	28 [24-33]	29 [25-34]	19 [16-22]	11 [8-14]	5 [4-6]	2 [1-2]	2 [2-2]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [1-4]	3 [2-6]	4 [2-6]	5 [3-7]	8 [6-10]	10 [8-12]	13 [11-15]	12 [10-14]	8 [6-9]	4 [3-5]	3 [3-4]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [0-3]	2 [1-4]	3 [1-4]	3 [1-4]	2 [2-4]	4 [3-5]	4 [4-5]	5 [4-6]	5 [4-6]	6 [4-7]
Modèle 6																		
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	3 [2-4]	12 [9-15]	25 [21-30]	46 [39-54]	58 [50-68]	40 [33-48]	25 [18-31]	11 [8-14]	4 [3-5]	2 [1-2]	1 [1-1]	1 [1-2]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	3 [2-5]	6 [4-8]	13 [10-16]	20 [16-23]	28 [23-33]	29 [25-33]	19 [15-22]	11 [8-13]	5 [4-6]	2 [1-2]	2 [2-2]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	3 [2-5]	4 [2-6]	5 [3-6]	8 [6-10]	10 [8-12]	12 [11-14]	12 [10-14]	8 [6-9]	4 [3-5]	3 [3-4]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [0-3]	2 [1-4]	3 [1-4]	2 [1-4]	2 [2-3]	4 [3-4]	4 [3-5]	5 [4-6]	5 [4-5]	6 [4-7]
Nombre de bovins testés par tranche d'âge à l'équarrissage en 2003																		
	792555	25199	25199	25467	25467	19343	19344	16326	16327	14055	14055	11294	11295	8766	8767	6662	6663	44677

Intervalle de valeurs inférieures à la valeur observée ; intervalle de valeur supérieure à la valeur observée ; intervalle de valeurs comprenant la valeur observée. * 2001 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2001 au 30 juin 2002, 2002 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2002 au 30 juin 2003, et ainsi de suite.

? Tableau 6 : Cas d'ESB réellement observés à l'abattoir par année et par tranche d'âge de 6 mois à la détection et simulations des cas d'ESB détectés à l'abattoir pour chaque modèle. [] : simulations obtenues à partir des intervalles de confiance des dynamiques d'infections.

Cas observés à l'abattoir par année et par tranche d'âge (en mois) à la détection																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	55_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2001*	0	0	0	0	2	1	3	15	23	17	16	8	6	0	1	0	1
2002*	0	0	0	0	1	2	2	4	2	9	9	9	6	3	2	4	3
2003*	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	4	2	6	2	1	4	2
2004*	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	4	2	0	0	0	1	3
Simulation des cas détectés à l'abattoir par année et par tranche d'âge (en mois) à la détection																	
Modèle 1																	
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [1-2]	5 [4-7]	11 [9-14]	20 [17-24]	25 [21-28]	18 [14-21]	11 [8-14]	5 [4-6]	2 [1-2]	1 [1-1]	0 [0-1]	1 [1-1]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	3 [2-4]	6 [5-8]	9 [7-11]	12 [10-14]	13 [11-15]	8 [7-10]	5 [4-6]	2 [2-3]	1 [1-1]	1 [1-1]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-2]	2 [1-3]	2 [1-3]	2 [1-3]	4 [3-5]	5 [4-5]	6 [5-7]	5 [5-6]	3 [3-4]	2 [1-2]	1 [1-2]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-2]	1 [0-2]	1 [1-2]	1 [1-2]	1 [1-2]	2 [1-2]	2 [2-2]	2 [2-3]	2 [2-2]	3 [2-3]
Modèle 2																	
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-3]	6 [5-7]	13 [10-15]	22 [19-26]	27 [23-31]	19 [16-22]	11 [9-15]	6 [5-7]	2 [1-2]	1 [1-1]	0 [0-1]	1 [1-1]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	2 [1-3]	4 [2-5]	7 [5-7]	9 [8-12]	13 [11-16]	14 [12-16]	9 [7-11]	6 [4-7]	2 [2-3]	1 [1-1]	1 [1-1]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-2]	2 [1-3]	2 [1-4]	3 [1-4]	5 [4-5]	5 [5-6]	6 [6-7]	6 [5-7]	4 [4-5]	2 [1-3]	1 [1-2]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-2]	1 [0-2]	1 [1-2]	1 [1-2]	1 [1-2]	2 [1-2]	2 [1-3]	2 [2-4]	2 [2-3]	3 [2-4]
Modèle 3																	
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-3]	5 [4-6]	12 [9-13]	20 [16-23]	25 [22-28]	17 [14-20]	10 [9-13]	5 [4-6]	1 [1-2]	1 [1-1]	0 [0-0]	1 [0-1]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [1-3]	3 [1-4]	6 [5-8]	9 [8-10]	12 [10-14]	13 [11-14]	8 [6-10]	5 [4-6]	2 [1-3]	1 [0-1]	1 [1-1]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-1]	1 [1-3]	1 [1-3]	2 [1-3]	4 [3-5]	5 [4-5]	5 [5-6]	5 [5-6]	4 [3-4]	1 [1-3]	1 [1-1]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-1]	1 [0-2]	1 [0-2]	1 [0-1]	1 [1-1]	1 [1-2]	2 [1-3]	2 [1-2]	2 [1-3]	3 [2-3]
Modèle 4																	
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	2 [1-3]	6 [5-7]	14 [10-15]	21 [18-24]	27 [23-29]	18 [15-22]	11 [9-15]	6 [5-7]	1 [1-1]	1 [0-1]	0 [0-0]	0 [0-1]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [1-4]	4 [1-5]	6 [6-8]	10 [8-11]	12 [11-15]	14 [11-16]	9 [7-11]	6 [5-6]	2 [1-2]	1 [0-1]	1 [1-1]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [1-4]	1 [1-4]	2 [1-4]	5 [3-5]	5 [5-6]	6 [6-7]	6 [6-7]	5 [3-5]	1 [1-3]	1 [1-1]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [0-1]	1 [0-1]	1 [1-1]	1 [1-1]	1 [1-2]	1 [1-2]	2 [1-3]	2 [1-3]	3 [1-4]
Modèle 5																	
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	2 [1-4]	6 [5-8]	13 [10-16]	22 [18-24]	26 [22-30]	17 [13-21]	11 [10-14]	6 [5-6]	1 [1-1]	0 [0-1]	0 [0-0]	0 [0-0]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [1-3]	5 [1-5]	6 [6-7]	10 [7-11]	12 [11-14]	12 [11-14]	8 [7-10]	6 [5-6]	1 [1-1]	0 [0-1]	1 [0-1]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	1 [0-1]	1 [0-4]	1 [1-2]	1 [1-5]	5 [3-6]	6 [5-6]	6 [6-7]	6 [6-7]	3 [2-5]	1 [1-1]	1 [1-1]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-1]	1 [0-1]	1 [0-1]	1 [0-1]	1 [1-1]	1 [1-1]	1 [1-2]	1 [1-1]	1 [1-3]
Modèle 6																	
2001*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	3 [0-5]	6 [6-9]	12 [12-17]	20 [18-24]	27 [22-30]	17 [14-21]	11 [8-14]	6 [3-6]	1 [1-1]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]
2002*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-4]	5 [1-5]	6 [6-7]	8 [7-11]	12 [9-14]	13 [11-15]	7 [7-9]	6 [3-6]	1 [1-1]	0 [0-0]	0 [0-0]
2003*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	1 [0-2]	1 [0-1]	1 [1-3]	3 [1-5]	6 [4-6]	6 [5-7]	6 [6-6]	2 [1-4]	1 [1-1]	1 [0-2]
2004*	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-0]	0 [0-1]	0 [0-1]	0 [0-1]	0 [0-1]	1 [1-1]	1 [1-1]	1 [1-1]	1 [1-1]	1 [1-2]
Nombre d'animaux testés à l'abattoir par tranche d'âge en 2003																	
	3280171	303134	294037	294038	175283	1752834	143905	143906	122493	122493	100999	101000	78579	78579	60119	60120	312708

Intervalle de valeurs inférieures à la valeur observée ; intervalle de valeur supérieure à la valeur observée ; intervalle de valeurs comprenant la valeur observée. * 2001 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2001 au 30 juin 2002, 2002 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2002 au 30 juin 2003, et ainsi de suite.

? Age minimal des cas d'ESB au cours des prochaines années

Ci-dessous, le tableau récapitulatif des simulations concernant les cas d'ESB qui seront détectés lors des prochaines années. Il s'agit des plus jeunes cas d'ESB qui seront détectés à l'abattoir et à l'équarrissage/surveillance passive (SP) par année et selon chaque modèle. Les incidences de l'ESB détaillées sont présentées dans les tableaux 8 et 9.

Tableau 7 : Tranche d'âge minimale des cas d'ESB qui seront détectés à l'équarrissage/SP ou à l'abattoir par année et selon le modèle

Modèle	Système de surveillance	Tranche d'âge (en mois) minimale des cas d'ESB qui seront détectés				
		juillet 2005- juin 2006	juillet 2006- juin 2007	juillet 2007- juin 2008	juillet 2008- juin 2009	juillet 2009- juin 2010
1	Equarrissage/SP	73-78	85-90	103-108	>120	aucun cas
	Abattoir	73-78	91-96	>120	aucun cas	aucun cas
2	Equarrissage/SP	73-78	85-90	103-108	>120	aucun cas
	Abattoir	73-78	91-96	>120	aucun cas	aucun cas
3	Equarrissage/SP	73-78	85-90	103-108	>120	aucun cas
	Abattoir	73-78	>120	>120	aucun cas	aucun cas
4	Equarrissage/SP	73-78	85-90	103-108	>120	aucun cas
	Abattoir	73-78	>120	>120	aucun cas	aucun cas
5	Equarrissage/SP	73-78	85-90	103-108	>120	aucun cas
	Abattoir	79-84	>120	aucun cas	aucun cas	aucun cas
6	Equarrissage/SP	73-78	85-90	>120	>120	aucun cas
	Abattoir	>120	>120	aucun cas	aucun cas	aucun cas

Par exemple, les simulations réalisées à partir du modèle 3 montrent qu'en 2005 l'âge des plus jeunes animaux envoyés à l'abattoir et à l'équarrissage/SP sera dans la tranche d'âge 73-78 mois, en 2006 dans la tranche d'âge 85-90 mois et 91-96 mois à l'abattoir, en 2007 dans la tranche d'âge 103-108 mois et >120 mois à l'abattoir, en 2008 dans la tranche d'âge >120 mois et aucun cas d'ESB ne sera envoyé à l'abattoir, et à partir de 2009 il n'y aura plus de cas d'ESB.

Ces résultats sont à relativiser en raison du fait que les modèles ont tendance à sous-estimer ce qui se passe dans la première tranche d'âge où les plus jeunes cas d'ESB étaient observés. Par conséquent, il convient de prendre une marge de sécurité en décalant d'un an la tranche d'âge minimale des cas d'ESB qui seront détectés à l'abattoir ou à l'équarrissage et par la surveillance passive.

Par ailleurs, ces résultats ne sont valables que sous les trois hypothèses suivantes :

- absence d'une contamination d'origine alimentaire après l'interdiction des FVO à l'ensemble des animaux de rente en novembre 2000 ;
- absence d'autres sources de contamination ;
- absence de formes sporadiques de l'ESB.

En décalant d'un an la tranche d'âge minimale des cas d'ESB qui seraient détectés à l'abattoir ou à l'équarrissage et par la surveillance passive, nous ne détecterions alors plus de cas de moins de 60 mois à partir de juillet 2005 quel que soit le système de surveillance, de moins de 72 mois à partir de juillet 2006, de moins de 90 mois à partir de juillet 2007, à partir de 108 mois à partir de juillet 2008 et plus aucun cas à partir de juillet 2009.

Par ailleurs, on peut observer dans les tableaux 8 et 9 que le nombre de cas d'ESB détecté à l'abattoir sera inférieur au nombre de cas d'ESB détectés à l'équarrissage et par la surveillance passive. Cela repose sur une des hypothèses de notre modèle, à savoir que la grande majorité des cas cliniques de l'ESB sont envoyés à l'équarrissage ou bien sont détectés par la surveillance passive. Un relèvement de

l'âge limite des tests sur les bovins envoyés à l'abattoir et pas à l'équarrissage pourrait modifier ce phénomène, et ainsi modifier la proportion des cas d'ESB qui seraient détectés à l'équarrissage et par la surveillance passive par rapport à ceux qui seraient détectés à l'abattoir.

? Tableau 8 : Simulations des cas d'ESB qui seront détectés à l'équarrissage et par la surveillance clinique par année et par tranche d'âge de 6 mois à la détection pour chaque modèle. [] : simulations obtenues à partir des intervalles de confiance des dynamiques d'infections. **Intervalle de valeurs non nul**

Modèle 1																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-2]	1[0-3]	2[1-3]	2[1-3]	1[1-2]	1[1-2]	2[1-2]	2[1-2]	6[5-7]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	3[3-4]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-0]	1[1-2]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 2																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-2]	1[0-3]	2[0-3]	2[1-3]	1[1-2]	1[1-2]	2[1-2]	2[1-2]	6[5-7]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	3[3-4]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-0]	1[1-2]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 3																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-2]	1[0-3]	1[0-3]	2[1-2]	1[1-2]	1[1-2]	2[1-2]	2[1-2]	6[5-6]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	3[2-4]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-0]	1[1-2]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 4																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-2]	1[0-3]	1[0-3]	1[1-2]	1[1-2]	1[1-2]	1[1-2]	2[1-2]	5[5-7]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	3[2-4]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-2]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 5																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-2]	1[0-3]	1[0-3]	1[1-2]	1[1-2]	1[1-2]	2[1-2]	2[1-2]	6[5-7]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	3[2-4]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-2]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 6																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]	1[0-2]	1[0-2]	1[1-2]	1[1-2]	1[1-1]	1[1-2]	2[1-2]	6[4-6]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	3[2-4]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-2]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-1]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Nombre de bovins testés par tranche d'âge à l'équarrissage en 2003																		
	<=24	25_30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
	792555	25199	25199	25467	25467	19343	19344	16326	16327	14055	14055	11294	11295	8766	8767	6662	6663	44677

* 2005 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2005 au 30 juin 2006, 2006 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2006 au 30 juin 2007, et ainsi de suite.

? Tableau 9 : Simulations des cas d'ESB qui seront détectés à l'abattoir par année et par tranche d'âge de 6 mois à la détection pour chaque modèle. [] : simulations obtenues à partir des intervalles de confiance des dynamiques d'infections. **Intervalle de valeurs non nul**

Modèle 1																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	2[2-2]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-1]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-0]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 2																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	3[2-2]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-1]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 3																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	1[0-1]	0[0-1]	1[0-1]	1[1-1]	3[2-2]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-1]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-0]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 4																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	1[0-1]	2[2-2]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-1]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 5																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-1]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-1]	2[1-1]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-1]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Modèle 6																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
2005*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[1-1]
2006*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	1[0-0]
2007*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2008*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
2009*	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]	0[0-0]
Nombre d'animaux testés à l'abattoir par tranche d'âge en 2003																	
	<=30	31_36	37_42	43_48	49_54	54_60	61_66	67_72	73_78	79_84	85_90	91_96	97_102	103_108	109_114	115_120	>120
	3280171	303134	294037	294038	175283	1752834	143905	143906	122493	122493	100999	101000	78579	78579	60119	60120	3127

* 2005 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2005 au 30 juin 2006, 2006 fait référence à la période du 1^{er} juillet 2006 au 30 juin 2007, et ainsi de suite.

5. DISCUSSION & CONCLUSION

➤ Prévisions sur la tendance de l'épizootie

En France, si on suppose qu'il n'y a plus eu de contamination d'origine alimentaire par l'agent de l'ESB à partir de décembre 2001 (un an après l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente en novembre 2000), qu'il n'y a pas d'autres sources de contamination et qu'il n'y a pas de formes « sporadiques » de l'ESB, alors théoriquement on ne devrait plus observer de cas d'ESB de moins de 48 mois à partir du premier semestre 2006.

Cette hypothèse est à relativiser au vu des cas nés après la date supposée d'application effective de l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente au Portugal et au Royaume-Uni, pays où le recul par rapport à cette mesure est le plus grand. Le recul par rapport à l'application effective de l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente est de 4 ans en France, 5 ans au Portugal et 9 ans au Royaume-Uni. Au Royaume-Uni, les premiers cas nés après l'application effective de l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente (août 1996) ont été détectés en juin 2000, soit 4 ans après l'application effective de cette mesure. Plus récemment, au Royaume-Uni, un cas né en mai 2002 a été détecté, soit presque 6 ans après l'application effective de cette mesure. Au Portugal, les premiers cas nés après l'application effective de cette mesure (juin 1999), ont été détectés en 2002, soit 3 ans après. Plus récemment un cas né en avril 2000 a été détecté, soit 10 mois après l'application effective de cette mesure. A ce jour, en France, aucun cas d'ESB détecté n'est né après l'application effective de l'interdiction totale des farines pour tous les animaux de rente (décembre 2001), soit 4 ans après l'application de cette mesure. Dans l'absolu, il faudrait cependant relativiser cette comparaison à l'aune de l'efficacité des mesures de contrôle prises dans les différents pays.

Par ailleurs, en France, aucun animal positif de moins de 42 mois n'a été identifié en France, ni à l'abattoir ni à l'équarrissage, depuis février 2001 et une augmentation de l'âge moyen des cas est observée depuis 1999. Il faudrait donc un renversement de la tendance de l'épizootie pour observer à partir de maintenant des cas plus jeunes. Par ailleurs, selon les résultats des simulations de l'épizootie, nous ne détecterons plus de cas de moins de 60 mois à partir de juillet 2005 quel que soit le canal de surveillance, de moins de 72 mois à partir de juillet 2006, de moins de 90 mois à partir de juillet 2007, à partir de 108 mois à partir de juillet 2008 et plus aucun cas à partir de juillet 2009.

➤ Conditions au relèvement de l'âge des animaux soumis au test à l'abattoir

Sur le fondement de cette analyse et en prenant une marge de sécurité conséquente, il est désormais possible d'envisager un relèvement à partir de début 2006 de 30 à 48 mois de l'âge des animaux soumis à un test de dépistage de l'ESB en abattoir. De plus, selon les résultats des simulations, cet âge limite pourra être augmenté ensuite d'année en année. Néanmoins, cette analyse est le résultat de simulations prospectives à partir de données rétrospectives. La pertinence de ces estimations devra être réévaluée périodiquement à la lumière des données les plus récentes. Par exemple, toute inflexion significative dans l'augmentation de l'âge moyen des cas détectés (un simple arrêt de l'augmentation de l'âge moyen) devra inciter à reconsidérer le schéma de l'épizootie. Toute augmentation de l'incidence dans les tranches d'âge les plus jeunes devra également conduire à une réévaluation.

Par ailleurs, tout relèvement de l'âge minimal auquel les bovins doivent être testés vis-à-vis de l'ESB se fonde d'une part sur l'évolution de l'épizootie jusqu'à une certaine date, et d'autre part sur des hypothèses sur l'efficacité des mesures de contrôle de l'exposition. Cela a pour conséquence qu'il est de toute première importance de conserver, à un niveau satisfaisant, les moyens d'évaluation de la tendance de l'épizootie d'ESB.

De la même manière, on pourrait aussi envisager de relever l'âge minimum des tests à l'équarrissage, puisque les conclusions précédentes sont valables pour les deux populations (abattoir et équarrissage). Ceci n'apparaît

pas pertinent compte tenu de la nécessité argumentée précédemment de conserver des moyens satisfaisants d'évaluation de la tendance de l'épizootie dans les différentes tranches d'âge. Ne pas relever l'âge des tests à l'équarrissage pourrait en effet permettre de détecter des cas de moins de 48 mois. Cela à condition que les animaux atteints soient envoyés à l'équarrissage. Or, la différence de surveillance entre les deux populations pourrait conduire à ce que des animaux à risque soient dirigés vers l'abattoir (où ils ne seraient pas testés), l'inspection ante mortem n'étant en tout état de cause pas un filtre absolu vis-à-vis de l'ESB. Une solution pour pallier ce problème ~~pourrait être~~ est de continuer à tester systématiquement tout animal de 24 mois et plus écarté de l'abattage normal lors de l'inspection ante mortem.

Enfin, les résultats de cette analyse ne concernent que les bovins nés et élevés en France et en aucun cas les animaux importés de pays dans lesquels la dynamique de l'épizootie, le calendrier des mesures de contrôle et le niveau d'application de ces mesures seraient différents. En tout état de cause une analyse similaire à celle présentée ici devrait être appliquée aux pays depuis lesquels la France importe des bovins.