

Prévision de l'offre de bovins mâles : un modèle pour estimer la production à court terme

LELYON B.

Institut de l'élevage – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12 – France

RESUME

La production française de bovins mâles doit faire face à de fortes fluctuations de volume causées principalement par la volatilité des prix de la viande, des intrants et des céréales. Dans ce contexte, cette communication décrit l'élaboration d'un modèle économique permettant d'obtenir, à un horizon de trois mois, une estimation du nombre potentiel de mâles prêts à sortir des exploitations. Une méthode de type Logit multinomial a été utilisée pour déterminer le destin le plus probable d'un animal (abattu, exporté, mort, en vie) en fonction de son âge à un moment donné, de son type racial et du type de production de l'exploitation dans laquelle il se trouve. Pour le calibrer les données de la BDNI et de la base Normabev ont été mobilisées. Le calibrage du modèle est réalisé à partir des données observées en 2009. Les indices de qualité de l'ajustement sont satisfaisants. Appliqué à l'année 2010, les prévisions fournies par ce modèle sont cohérentes aux observations. Toutefois le niveau d'erreur du modèle (5,4 % pour les jeunes bovins et 8,2 % pour les broutards) est trop élevé pour pouvoir l'utiliser et faire de la prédiction de routine et fournir des indicateurs suffisamment précis aux acteurs de la filière bovins viande.

Predicting the supply of male cattle: a model to estimate the short term production

LELYON B.

Institut de l'élevage – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12 – France

SUMMARY

French production of male cattle (weanlings for export and young cattle for slaughter in France) is currently in a changing environment: farmers face high volatility of input prices, cereals and meat. Moreover, the Italian market, the main outlet of the French beef industry, is undergoing a major reorganization which could impact French weanling production. These elements encourage farmers to adapt their production system and cause large fluctuations in terms of production volume. In order to match supply and demand for beef, the industry must be able, in the short term, to estimate the number of animals that can potentially be slaughtered or exported. In this context, this paper describes the development of a model which can provide, in the next three months, an estimate of the potential number of male cattle ready to leave the farms. A multinomial logit model was used to determine the most likely fate of an animal, based on its age at a given time, its racial type and the share of production on the farm on which it is found. To do this data from the BDNI and Normabev were mobilized.

INTRODUCTION

Au sein d'une Europe dont le cheptel bovin est majoritairement à vocation laitière, la France fait figure d'originalité avec un troupeau national équilibré entre bovins laitiers et bovins allaitants. L'Hexagone détient en effet le premier cheptel bovin de l'UE à 27 : deuxième cheptel de vaches laitières derrière l'Allemagne, mais premier cheptel de vaches allaitantes loin devant l'Espagne. Toutefois, cet équilibre n'a pas toujours été de mise puisque le troupeau français était principalement orienté vers la production laitière au début des années 1980. La mise en place des quotas laitiers en 1984 a entraîné une forte modification de la structure de ce cheptel bovin. La production laitière étant contingentée, l'amélioration du niveau génétique des vaches laitières et sa diffusion via le recours à l'insémination artificielle a entraîné une réduction drastique de leurs effectifs, passant de plus de 7 millions de têtes en 1984 à 3,8 millions en 2011. Dans le même temps, le cheptel allaitant s'est fortement développé pour atteindre 4,1 millions de têtes en 2010 contre 2,2 millions en 1984.

La majorité de la production française de bovins mâles (hormis veau de boucherie) est assurée par deux systèmes d'élevage : le naissage qui produit des animaux maigres âgés en général de 8 à 14 mois (communément appelés broutards) et l'engraissement qui, à partir de ces broutard, produit des animaux finis destinés à être abattus. Les élevages bovins viande se sont donc spécialiser dans l'un ou l'autre de ces système de productions.

Sur le total de la valorisation commerciale des bovins de race à viande de 8 à 24 mois, ce sont un peu plus de 50 % d'entre eux qui sont exportés à l'étranger, principalement en tant que broutard pour y être engraisé (voir tableau 2), issus dans leur très grande majorité d'élevages naisseurs. La principale destination de ces animaux est l'Italie, qui absorbe 85 % des broutards français. Toutefois, cette filière doit faire face à

plusieurs enjeux (concurrence du biogaz et des céréales, uniformisation à l'hectare des aides PAC) qui pourraient fortement impacter l'activité de naissage française (Institut de l'Elevage, 2011a).

L'activité d'engraissement est elle aussi fragilisée. L'augmentation sensible du prix des intrants depuis 2005 incite de nombreux éleveurs à adapter leurs systèmes de productions. Dans les zones à fort potentiel agronomique, nombreux sont ceux qui choisissent d'arrêter l'activité d'engraissement au profit de la production de grandes cultures.

Tableau 1 Elevages produisant des Jeunes Bovins en 2010

Type d'élevage	Nb élevage	Nb JB produit par élevage	Production totale
Naisseur ¹	7 744	3,4	26 552
Naisseur-engraisseur	16 407	20,2	331 991
Laitier sans engrais ²	4 376	3,1	13 760
Laitier engraisseur	9 054	26,5	239 675
Mixte sans engrais ³	2 453	3,7	9 051
Mixte engraisseur	7 688	29,0	222 738
Engraisseur spécialisé	1 531	71,0	108 738
Autre engraisseur	3 132	3,6	11 212

Source : BDNI – Traitement Institut de l'Elevage.

¹ Naisseur : doit avoir au minimum 5 vaches de race à viande et moins de 5 vaches de race laitière

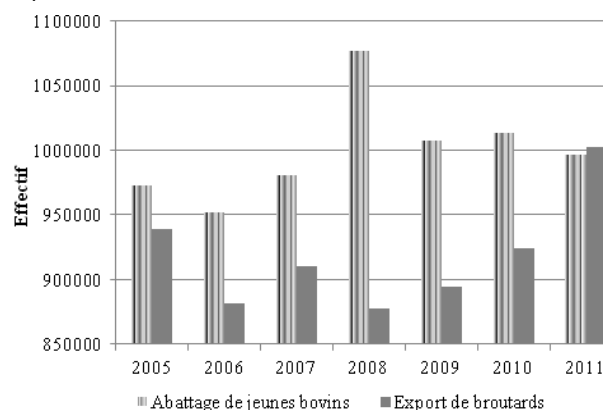
² Laitier : doit avoir au minimum 5 vaches de race laitière et moins de 5 vaches de race à viande

³ Mixte : doit avoir au minimum 5 vaches de race laitière et au minimum de 5 vaches de race à viande

Enfin, il est également important de préciser que la moitié des jeunes bovins abattus en France sont produits par des éleveurs ayant une activité laitière (voir tableau 1). Ce lien fort entre production laitière et engraissement de jeunes bovins s'explique principalement par le mode de gestion particulier des quotas laitiers en France et notamment à cause du lien entre quota et foncier. De ce fait, lors d'un agrandissement d'une exploitation laitière, la surface

disponible augmente proportionnellement plus vite que le quota et les éleveurs ont donc développé des activités complémentaires pour valoriser ces terres, parmi lesquelles la production de granivores, les grandes cultures et l'engraissement de veaux de boucherie ou de taurillons (Institut de l'Elevage, 2011b). Ces dernières permettent également d'augmenter la valorisation des veaux mâles laitiers. Ces jeunes bovins de race laitière représentent d'ailleurs 26 % du total des jeunes bovins abattus (Institut de l'Elevage, 2011c). Toutefois, l'engraissement chez les éleveurs laitier pourrait être fortement remis en cause suite à la suppression des quotas laitiers en 2015. Compte tenu de l'ensemble de ces facteurs, les filières de valorisation des bovins mâles ont dû faire face à de fortes variations de production au cours des dernières années (figure 1). La fièvre catarrhale ovine a fortement perturbé le commerce de brouards en 2008, entraînant une hausse de l'engraissement des mâles sur le territoire, alors que l'ouverture de marchés sur le pourtour méditerranéen a provoqué une hausse importante des exportations de mâles vers ces pays, au détriment parfois de la valorisation dans les outils d'abattage nationaux.

Figure 1 : Evolution des abattages de jeunes bovins et des exportations de brouard entre 2005 et 2011



Source : BDNI – Traitement Institut de l'Elevage.

Ce contexte de volatilité incite les différents acteurs de la filière viande bovine, membres de l'interprofession Interbev, (représentants des éleveurs, des abatteurs, des commerçants de bestiaux et des groupements de producteurs) à demander la construction d'outils leur permettant d'obtenir des prévisions des sorties de bovins mâles à court terme (1 à 4 mois) afin d'anticiper les variations de volume et ainsi d'adapter la gestion des outils industriels d'abattage en fonction des flux d'animaux. L'objectif est ainsi

Tableau 2 : Devenir en 2010 des animaux nés en 2007

Type racial	Sexe	Naissance	Mort ²	Valorisation ³	Abattage	Export
Lait	Mâle	1 311 772	248 301	Veaux	517 045	216 368
				Bovins jeunes	2 690	1 449
				Jeunes bovins	251 789	17 836
	Femelle	1 219 008	229 201	Génisses	44 420	13 531
				Bœufs	119 863	11 479
				Vaches	69 445	8 974
Viande et assimilé ¹	Mâle	2 746 588	310 511	Veaux	728 823	379 078
				Bovins jeunes	104 235	600 328
				Jeunes bovins	741 859	259 029
	Femelle	2 552 359	286 626	Génisses	405 816	134 737
				Bœufs	85 485	7 657
				Vaches	80 238	1 744

Source : BDNI – Traitement Institut de l'Elevage.

¹ : Les animaux croisés lait x viande sont classés dans le type racial viande

² : Les animaux morts ne sont pas valorisés, ils prennent la direction de l'équarrissage. Il s'agit ici du nombre d'animaux nés en 2007 et morts au cours de la période 2007-2010. Sur un total de 1 074 639, 808 275 sont morts lors de la première année.

³ : Les valorisations commerciales sont définies par l'âge des animaux. Les veaux : les bovins âgés de moins de 8 mois ; les bovins jeunes : les bovins de 8 à 12 mois ; les jeunes bovins : les mâles de 12 à 24 mois ; les génisses : les femelles de plus de 12 mois n'ayant pas vêlées ; les vaches : les femelles ayant vêlées ; les bœufs : les mâles castrés.

d'obtenir une meilleure adéquation entre l'offre et la demande.

1. MATERIEL ET METHODES

Un modèle de type Logit multinomial a été élaboré pour identifier, à un moment donné, le destin le plus probable d'un animal en fonction de ses différentes caractéristiques. Les données utilisées pour ajuster ce modèle proviennent de la Base de Données Nationale d'Identification bovine (BDNI) qui recense l'ensemble des mouvements des bovins sur le territoire, et de la base Normabev qui fournit les informations relatives aux bovins abattus. La BDNI fournit des informations de façon exhaustive sur des animaux ayant eu une activité à partir 2005 (Monniot et al, 2009).

Nous cherchons à déterminer l'influence de plusieurs variables définies ultérieurement sur le destin possible d'un animal. Quatre destins j ont été identifiés : abattu, exporté, mort (non valorisé, l'animal va à l'équarrissage), et vivant. Ces quatre alternatives sont exclusives, puisqu'un animal ne peut être que dans l'un ou l'autre de ces états à un moment donné.

Un même élevage peut produire différents types d'animaux au cours de l'année : une exploitation naisseur-engraisseur peut par exemple commercialiser la moitié de ses mâles en maigre comme brouards à 9 mois et engraisser le reste comme jeunes bovins abattus à 18 mois. Un éleveur laitier ayant un atelier d'engraissement peut conduire des lots de jeunes bovins de façon différenciés en fonction de leur race (taurillons laitiers issus de l'exploitation abattus à 23 mois et taurillons charolais issus de brouards achetés et abattus à 19 mois). Afin de prendre en compte ces différences de conduites d'ateliers, les variables retenues seront dépendante de l'exploitation 'e', de la race 'r' et de la catégorie 'c'. Trois catégories d'animaux sont identifiées : 8-12 mois, 12-16 mois et 16-24 mois.

Les variables retenues pour expliquer le destin d'un animal i sont : α_i son âge à un instant t , μ_{ercj} l'âge moyen d'occurrence des différents destins j , σ_{ercj} l'écart type de cet âge d'occurrence et θ_{ercj} la part de chaque destin (nombre d'animaux par destin dans la production totale annuelle).

Ces quatre variables sont ensuite combinées entre elles pour établir un indicateur synthétique X_{iercj} (voir équation 1) intégrant à la fois la conduite d'un atelier de production de viande bovine (μ_{ercj} et θ_{ercj}) ainsi que sa variabilité (σ_{ercj}). Cet indicateur synthétique X_{iercj} augmente tant que l'âge de l'animal à un instant t (α_i) se rapproche de l'âge moyen de référence pour chacun des destins (μ_{ercj}).

La forme mathématique retenue correspond au calcul de la probabilité cumulée d'une loi normale entre $-\infty$ et $(\mu_{ercj} - |\mu_{ercj} - \alpha_j|)$ et d'écart type σ_{ercj} . Cette valeur est multipliée par 2 puis multiplié par la proportion de chaque destin θ_{ercj} . Ainsi, seule la première moitié de la loi normale est prise en compte et les animaux dont l'âge a dépassé μ_{ercj} auront un indicateur X_{iercj} qui décroît.

$$X_{iercj} = 2\theta_{ercj} \frac{1}{\sigma_{ercj}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{(\mu_{ercj} - |\mu_{ercj} - \alpha_j|)} \exp\left(-\frac{(\alpha_j - \mu_{ercj})^2}{2\sigma_{ercj}^2}\right) d\alpha_j$$

Equation 1

Cet indicateur X_{iercj} est donc calculé par animal, pour les trois destins *abattage*, *export* et *mort*. Il n'est pas calculé pour le destin *vivant* car l'âge moyen des animaux vivant μ_{ercj} n'a pas réellement de signification en termes de conduite de production. Pour les animaux vivant l'indicateur X_{iercj} est égal à 1 moins la somme des X_{iercj} abattus, exporté et mort.

Tableau 3 : Exemple de calcul des indicateurs X_{iercj} . Probabilité des 4 destins possibles d'un jeune animal de 544 jours.

	μ_{ercj} (jours)	σ_{ercj} (jours)	θ_{ercj} (%)	X_{iercj}
Abattu	560	38	65 %	0,438
Exporté	397	42	22 %	0,008
Mort	383	112	2 %	0,002
Vivant				0,552

Le tableau 3 présente un exemple de calcul de X_{iercj} pour un animal âgé de 544 jours (catégorie 16-24 mois) présent dans une exploitation de type naisseur-engraisseur produisant 65% de JB (abattus à 560 jours en moyenne) et 22 % de broutard (exportés en moyenne à 397 jours). Le taux de mortalité pour cette catégorie d'animaux est de 2%. Les 11 % d'animaux restant sont vivants et atteignent l'âge de 24 mois sans sortir de l'exploitation. Ils peuvent ensuite être valorisés en tant que bœufs par exemple.

L'indicateur X_{iercj} est ensuite utilisé comme variable explicative au sein d'un modèle Logit Multinominal pour déterminer le destin probable des animaux. L'équation 2 décrit la probabilité qu'un animal i choisisse l'alternative j parmi l'ensemble des m alternatives en fonction de la variable X_{iercj} et de son coefficient d'influence β .

Les modèles de type Logit sont le plus souvent utilisés pour expliquer l'influence d'une ou plusieurs variables sur le choix d'alternatives distinctes (discrètes). Le résultat de ce modèle varie de 0 à 1 est représente la probabilité d'occurrence d'une des alternatives. Le modèle Logit, très utilisé en économie pour analyser le choix des acteurs, a été popularisé par les travaux de McFadden (1974).

$$Prob(y_i = j) = \frac{\exp(X_{iercj}\beta)}{\sum_{k=1}^m \exp(X_{ierck}\beta)}$$

Equation 2

Pour calibrer le modèle et obtenir le coefficient β , les données observées de l'année 2009 ont été utilisées.

Tableau 4 : Résultat du calibrage du modèle Logit multinomial et ajustement du coefficient β pour calculer la probabilité de l'alternative de destin j d'un animal i

	Valeur	Ecart type résiduel	Significativité
Mc Fadden's LRI	0,6346		
β	3,5225	0,0024	<0,0001

L'indice de Mc Fadden donne une indication de la robustesse et de la précision du modèle et peut se lire de la même façon qu'un R^2 (tableau 4). Cet indicateur montre que le modèle permet d'expliquer une grande partie de la production de bovins mâles en estimant correctement leur destin potentiel.

De même, l'indice composite choisi pour expliquer le destin des animaux apparaît comme très significatif et ayant un écart-type résiduel faible. Ces valeurs permettent donc de justifier la forme retenue du modèle.

Toutefois, afin d'évaluer le comportement du modèle en situation réelle de prédiction des sorties potentiels des bovins mâles, ces résultats sont confrontés aux sorties réellement observées l'année 2010. Pour cela, l'inventaire de l'ensemble des mâles vivants est réalisé pour chaque mois de 2010 et leur âge est ensuite augmenté de trois mois. En revanche, les références pour μ_{ercj} , σ_{ercj} , θ_{ercj} et β sont celles de 2009. Le coefficient β du modèle et la structure de production des élevages ne sont donc pas ajustés chaque mois, ces éléments restent fixes d'une année sur l'autre. Avec les équations 1 et 2 il est ensuite possible de prévoir, chaque mois, le destin des mâles vivants à un horizon de trois mois et de cumuler ces probabilités pour obtenir un effectif de bovin par destin. Cet horizon de trois mois a été choisi car il procure aux acteurs de la filière bovins viande un délai suffisamment long pour adapter leur activité aux variations de volume.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 2 et la figure 3 montrent les différences entre les abattages de jeunes bovins et les exportations de broutards observés en 2010 et les prévisions réalisées par le modèle à un horizon de trois mois.

Figure 2 : Comparaison entre les abattages de jeunes bovins observés en 2010 et ceux estimés par le modèle (à 3 mois).

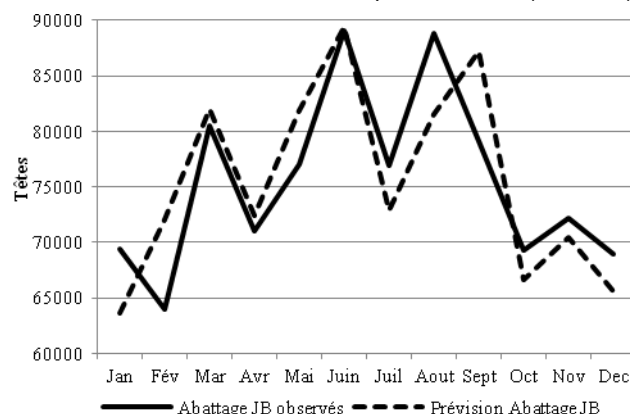
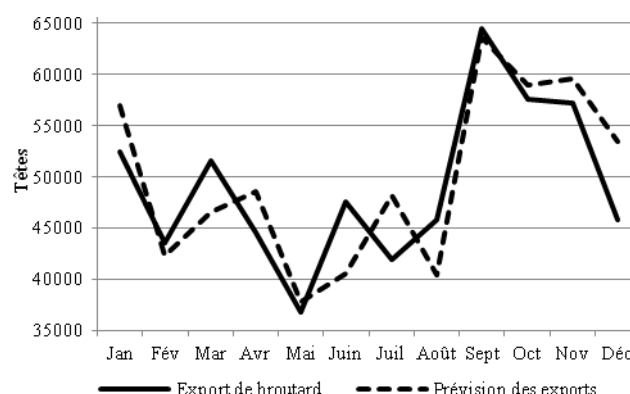


Figure 3 : Comparaison entre les exports de broutards en 2010 et ceux estimés par le modèle (à 3 mois).



Dans les deux cas, le modèle donne des résultats cohérents et reproduit correctement les mouvements saisonniers. Les totaux annuels des effectifs observés et prévus sont proches (écart de 0,2 % pour les taurillons et de 1,3 % pour les broutards). En revanche, la précisions mensuelle des sorties est globalement trop faible pour pouvoir être utilisé en routine et fournir des indications pour les acteurs de la filière viande bovine. Les valeurs prédites divergent en moyenne de 5,4 % des valeurs observées pour les abattages de taurillons et de

8,2 % pour les exportations de brouards (somme des valeurs absolues des écarts / somme des effectifs observés).

Ce biais, relativement important, peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Tout d'abord, l'âge de sortie des animaux n'est pas identique d'une année sur l'autre : en 2010 par rapport à 2009, l'âge à l'abattage des jeunes bovins a augmenté d'une semaine alors qu'à l'inverse l'âge de sortie des brouards a diminué de presque 15 jours. Cette évolution observée des pratiques provoque un biais de prévision puisque les âges de référence (μ_{ij}) sont calculés en fonction des caractéristiques des animaux produits l'année précédente.

Ces changements de pratiques sont sans doute principalement motivés par la forte variabilité de la conjoncture sur les marchés agricoles : une hausse du prix des céréales entraîne mécaniquement une augmentation du coût d'alimentation des animaux et peut inciter les éleveurs à raccourcir la période d'engraissement des jeunes bovins pour limiter les charges supplémentaires. Le même raisonnement peut-être appliqué aux fluctuations du prix des animaux qui peuvent inciter les éleveurs à avancer ou reculer la vente de leurs produits. De ce fait, les références μ_{eraj} vont évoluer pour une très grande majorité d'éleveurs et même si cette évolution des âges moyens de sortie des animaux est faible d'une année sur l'autre, les âges en hausse ne compenseront pas les âges en baisse, mais au contraire, ces erreurs vont se cumuler et causer ainsi une grande partie du biais. Ainsi, l'échelle exploitation apparaît comme trop fine pour la construction d'un modèle de ce type et est source d'instabilité.

Les changements d'activités des éleveurs d'une année sur l'autre sont un autre éléments pouvant augmenter le biais de prévision du modèle. Entre 2009 et 2010, un peu plus de 500 élevages sont passés d'une activité de simple Naisseur à Naisseur-engraisseur, alors que dans le même temps, 450 producteurs ont eux fait le choix inverse et supprimé l'activité d'engraissement de jeunes bovins. Toutefois, si les effectifs des éleveurs changeant d'activités sont proches, là encore, les effets ne vont pas se compenser, mais s'accumuler. En effet, comme pour les âges moyens, la part de chaque type de production dans la production totale (θ_{eraj}) est déterminée en fonction des observations de l'année n-1.

Enfin, l'utilisation finale des animaux de boucherie n'est pas connue pour l'ensemble des animaux. Ceux-ci, une fois engraisés, peuvent être abattus en France ou exportés à l'étranger pour y être directement abattus. Le nombre d'animaux finis puis exportés est faible comparativement à l'effectif des animaux finis et valorisés dans la filière d'abattage française (5% en 2009) mais il est en forte augmentation depuis 3 ans : 49 000 JB en 2009 contre 57 000 en 2010 et 87 000 en 2011. Cette utilisation différente est comptabilisée comme deux destins différents dans le modèle (abattage et export) alors qu'il s'agit en réalité d'une même catégorie d'animaux. Toutefois, il est difficile d'intégrer cette distinction puisque la décision d'abattage en France ou à l'export n'est pas forcément du fait de l'éleveur (qui adopte la même conduite technique pour ces animaux), mais d'un acteur plus en aval dans la filière.

CONCLUSION

La méthode développée, même si elle donne des résultats cohérents, ne permet pas, dans l'état actuel, de prédire à court terme l'évolution de la production de bovins mâles. Le niveau de précision des estimations à trois mois est en effet trop faible pour pouvoir donner des indications pertinentes aux acteurs de la filière bovins viande. En effet, l'utilisation des seules informations concernant les mouvements des animaux n'apparaît pas suffisante pour expliquer les choix des éleveurs. Ce même constat avait été réalisé par Doutart et al (2011) concernant l'élaboration d'un modèle

démographique visant à estimer l'évolution à court terme de la collecte laitière française. Toutefois, ce travail a permis d'identifier les éléments causant le biais de prédiction et plusieurs améliorations de la méthode peuvent être envisagées pour améliorer le niveau de précision d'un outil potentiel.

Tout d'abord, il apparaît nécessaire de ne pas raisonner les sorties des animaux selon leurs valorisation commerciale (abattage ou export) mais plutôt en terme de sorties potentielles totales par catégorie. Cela impliquera de ne plus distinguer les jeunes bovins finis abattus en France de ceux exportés. Cela permettra ainsi de fournir un indicateur estimant à un moment donné le nombre d'animaux prêt à sortir des exploitations sans préciser leur destination finale, et donc de s'abstraire de la forte variabilité observée depuis 2009 concernant les exportations d'animaux vivants prêts à abattre.

De même, l'échelle de l'exploitation choisie pour calculer l'ensemble des variables du modèle n'apparaît pas comme adaptée. Si elle permet d'obtenir des informations précises sur les caractéristiques de chaque élevage, ce niveau de précision se révèle comme étant une source d'instabilité importante pour le modèle : tous les éleveurs modifient légèrement leurs pratiques d'une année sur l'autre alors que les références utilisées dans le modèle sont basées sur l'année n-1. Utiliser un niveau plus agrégé pour calculer l'ensemble des variables, comme la petite région agricole, permettrait probablement de stabiliser les résultats du modèle.

Enfin, le modèle n'intègre pas les éléments de conduite d'exploitation qui permettent aux éleveurs de s'adapter, mois par mois, aux fluctuations de marché. En outre, la sortie programmée des quotas laitiers et l'instauration de contrats entre producteurs et transformateurs auront une répercussion importante sur la production française de jeunes bovins, car les éleveurs adapteront de plus en plus rapidement leur système de production en fonction de l'évolution du marché de la viande, mais également ceux des intrants et des céréales. Il apparaît désormais indispensable de prendre en compte des éléments de conjoncture dans une démarche de prévision de la production bovine. L'ajout de variables telles que le prix de la viande, des brouards, des aliments concentrés et des céréales permettrait probablement de capter une partie des ajustement réalisés par les éleveurs sur leurs exploitations.

Ce travail a bénéficié du soutien financier d'Interbev et du soutien technique des services Systèmes d'Information, Identification et Traçabilité Animale et Biométrie de l'Institut de l'Élevage.

Doutart E., Lelyon B., Lopez C., You G., 2011. Rencontres recherches ruminant, 18, 285-288.

Institut de l'Élevage, 2011a. Les Dossiers Economie de l'Élevage, 414, p 52.

Institut de l'Élevage, 2011b. Les Dossiers Economie de l'Élevage, 415, p 56.

Institut de l'Élevage, 2011c. Les Dossiers Economie de l'Élevage, 417, p64.

McFadden D., 1974. Frontiers in Econometrics, 105-142.

Monriot C., Devun J., Pascal M., Piednoir B., Perrot C., 2007. Rencontres recherches ruminant, 14, 449-452.