



**HAL**  
open science

## **BEEFBOX, un simulateur dynamique des performances de croissance et d'abattage de jeunes bovins selon le régime d'engraissement**

Alexis Férard, D. Bastien, Gildas Cabon, Didier Micol, Jacques Agabriel,  
Florence Garcia-Launay

### ► To cite this version:

Alexis Férard, D. Bastien, Gildas Cabon, Didier Micol, Jacques Agabriel, et al.. BEEFBOX, un simulateur dynamique des performances de croissance et d'abattage de jeunes bovins selon le régime d'engraissement. 19. Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, Dec 2012, Paris, France. Institut de l'Elevage, Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, 4 p., 2012, Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. hal-01210683

**HAL Id: hal-01210683**

**<https://hal.science/hal-01210683>**

Submitted on 3 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.

# **BEEFBOX, un simulateur dynamique des performances de croissance et d'abattage de jeunes bovins selon le régime d'engraissement**

FERARD A. (1), BASTIEN D. (4), CABON G. (1), MICOL D. (2,3) AGABRIEL J. (2,3) et GARCIA-LAUNAY F. (2,3)

(1) ARVALIS - Institut du végétal, Station Expérimentale de la Jaillière, F-44370 La Chapelle Saint-Sauveur

(2) INRA, UMR1213 Herbivores, Theix, F-63122 Saint-Genès-Champanelle.

(3) Clermont Université, VetAgro Sup, UMR Herbivores, BP 10448, F-63000, Clermont-Ferrand, France

(4) IDELE - Monvoisin – BP 85225 – F-35652 Le Rheu Cedex

## **RESUME**

Afin d'assurer la rentabilité de leurs ateliers d'engraissement, les éleveurs ont besoin de connaître l'impact d'une ration, via son apport en énergie métabolisable, sur les performances des jeunes bovins (JB) et sur les caractéristiques des carcasses produites. Le projet BEEFBOX se base sur l'intégration des données et des connaissances issues des expérimentations et de l'expertise acquise par 3 instituts pour concevoir un outil de conseil aux éleveurs. La construction du simulateur a nécessité la mise en place d'une base de données des essais de production de JB, puis l'ajustement d'un modèle d'ingestion et son couplage à un modèle mécaniste de croissance grâce à la variable énergie métabolisable de la ration. L'outil simule à partir d'une ration et d'un lot d'animaux, l'évolution quotidienne du poids vif, de la composition corporelle et du poids de carcasse froide (PCF). Pour la race charolaise (n=138 lots), le simulateur fournit des prédictions de bonne qualité, par exemple celles du PCF avec une erreur moyenne de prédiction (RMSE) de 3,2 kg et de 12,6 kg pour le poids vif d'abattage. Pour cette race, l'erreur moyenne sur la prédiction de la durée d'engraissement est de 4,9 j sur les 250 j et celle du bilan de l'ingestion totale de 156 kg sur les 2274 kg observés, ce qui apparaît satisfaisant. Le poids de viande nette commercialisable (VNC) peut être calculé en multipliant le poids estimé des muscles totaux par un facteur 1,04 dans une gamme entre 330 kg et 450 kg de poids carcasse. Les poids de filet, rond de gîte, macreuse et tende de tranche sont établis par relation linéaire avec la VNC.

## **BEEFBOX, a dynamic simulator of growth for young finishing bulls**

FERARD A. (1), BASTIEN D. (4), CABON G. (1), MICOL D. (2), AGABRIEL J. (2) et GARCIA-LAUNAY F. (2)

(1) ARVALIS - Institut du végétal, Station Expérimentale de la Jaillière, 44370 La Chapelle Saint-Sauveur

## **SUMMARY**

To ensure the profitability of beef finishing, farmers need to simulate the impact of a diet on performances of young bulls (YB) and carcass characteristics. The BEEFBOX project is based on the integration of data and knowledge from experiments and the expertise of three institutes to develop an advisory tool. The setting up of the simulator required the establishment of a database of YB production experiments, then fitting a model of intake and establishing the relation with a mechanistic model of growth. The tool simulates the daily changes of body weight, body composition and carcass weight (CCW) for a diet and group characteristics. For Charolais YB (n = 138 groups), the simulator provided a prediction of CCW with a mean prediction error (RMSE) of 3.2 kg and 12.6 kg for live weight at slaughter. With this breed, the predictive ability of the finishing period is 4.9 days on 250 d and the error on ingestion: 156 kg to 2274 kg. The net weight of purchase or saleable meat (MM) can be estimated by multiplying the total muscle weight by a factor of 1.042 in a range from 330kg to 450kg carcass weight. The net weight of chuck, eye of round, tenderloin and shoulder of beef, are determined by linear relationships with MM.

## **INTRODUCTION**

Troisième productrice de viande de jeunes bovins (JB) dans l'UE, la filière française est sensible aux prix des matières premières et aux cours de la viande bovine. L'engraissement des taurillons repose en grande partie sur l'utilisation de matières premières concentrées dont le contenu énergétique permet d'exprimer le potentiel de croissance de ces jeunes animaux. Dans ce contexte, la recherche-développement doit fournir aux producteurs de jeunes bovins des outils capables de simuler l'impact des pratiques d'élevage, et en particulier des rations, sur les performances zootechniques et les caractéristiques des carcasses, mais aussi sur les performances économiques de l'activité.

Les précédents travaux menés ont abouti à l'élaboration de fiches de références sur les itinéraires techniques de JB (Institut de l'Élevage, ARVALIS et CA Pays de La Loire – Bretagne, 2008) et au logiciel de rationnement INRAtion (INRA, 2007). Ces outils répondent aux questions de rationnement mais ne permettent cependant pas de simuler l'ingestion, la croissance, les résultats d'abattage et économiques pour un lot de JB selon les pratiques et les rations retenues.

Pour répondre à cette attente, ARVALIS, l'INRA et l'Institut de l'Élevage ont mis en commun leur expertise, basée sur

leurs essais d'engraissement de JB menés depuis 1985 (plus de 400 lots d'animaux) et sur le modèle mécaniste de la croissance MECSIC développé à l'INRA (Hoch et Agabriel, 2004). L'objectif du projet coopératif BEEFBOX est de développer un outil informatique d'aide à la décision pour l'engraissement de JB, capable de simuler l'impact des rations sur les performances de croissance et les résultats d'abattage selon les caractéristiques des animaux (race, poids en début d'engraissement...). Il simule conjointement l'ingestion d'aliments, la croissance et la composition de la carcasse ainsi que l'intérêt économique d'un lot d'animaux. L'objet de cet article est de présenter la construction et l'évaluation du simulateur BEEFBOX qui sera incorporé dans une application informatique à destination des conseillers et des éleveurs.

## **1. DESCRIPTION GENERALE DU SIMULATEUR**

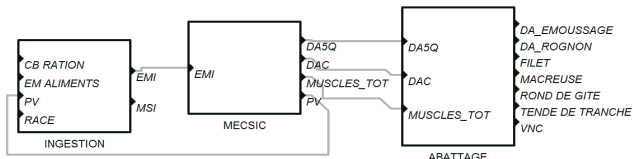
Le simulateur BEEFBOX est implémenté dans Vensim® (Vensim 5.1b version DSS, 2011). Il est constitué de 3 sous-modèles qui interagissent à chaque pas de temps journalier : le module d'ingestion, le module de croissance MECSIC et le module d'abattage (Figure 1). Le module d'ingestion calcule la quantité de matière sèche ingérée (QMSI) par animal et par jour en fonction des caractéristiques des animaux (poids vif, race,...) et des rations (cellulose brute). Il estime l'énergie métabolisable ingérée (EMI) par animal et par jour qui est ensuite utilisée comme entrée du module de croissance MECSIC. L'EMI résulte

du produit de la QMSI avec la concentration en énergie métabolisable de la ration, calculée selon les tables INRA (2007).

Le module de croissance MECSIC est un modèle dynamique à compartiments qui simule les flux de synthèse et de dégradation pour 4 variables d'états qui sont les protéines et les lipides dans la carcasse et dans le 5<sup>ème</sup> quartier. Des équations d'allométrie permettent ensuite de calculer à partir de cette composition biochimique les quantités de muscles et de dépôts adipeux dans la carcasse (Hoch et al. 2006), de même que le poids vif vide, le contenu digestif et enfin le poids vif.

Le module d'abattage calcule les quantités de viande nette commercialisable, de différents dépôts adipeux (rognon, émoussage,...) et le poids de certaines pièces bouchères (filet, macreuse à bifteck,...) à partir des caractéristiques de la carcasse et du 5<sup>ème</sup> quartier.

**Figure 1** Schéma global du simulateur Beefbox (formalisme graphique d'après Quesnel et al., 2009).



## 2. CONSTRUCTION DU SIMULATEUR

La construction du simulateur BEEFBOX a nécessité le développement des modules d'ingestion et d'abattage, réalisés par méta-analyses, et le couplage de ces modules avec le modèle existant de croissance MECSIC.

Les méta-analyses réalisées reposent sur trois bases de données : 1) La base de données inter-instituts (base BEEFBOX : BDBB) regroupe 447 lots de JB de différentes races ; elle contient les valeurs des aliments et des rations, les données d'ingestion et de poids vif par période (en général 28 jours), ainsi que les caractéristiques d'abattage dont le poids carcasse ; 2) La base de données de l'abattoir expérimental INRA de Theix (base INRA) rassemble les résultats d'abattage de 65 essais expérimentaux ; 3) La base de données de découpe de l'Institut de l'Élevage (base IDELE) rassemble les résultats de 4 essais en race Charolaise.

### 2.1 ELABORATION ET VALIDATION DU MODÈLE D'INGESTION

Les équations de prédiction de l'ingestion ont été établies par méta-analyse, avec les données d'ingestion moyennes par lot et par période de la BDBB avec SAS (STAT/SAS v9.22, 2010) au moyen d'un modèle mixte avec effet aléatoire « expérimentation » (lot d'animaux). Les mesures répétées du poids vif des animaux ont été prises en compte avec l'instruction REPEATED et une structure de matrice de covariance de type auto-régressive d'ordre 1 pour prendre en compte les corrélations intra-animal décroissantes et les variances différentes au cours des pesées successives d'une même expérimentation. Les données de QMSI ont été pondérées par le nombre d'animaux contenus dans chaque lot. La correspondance avec les équations INRA 2007 a été recherchée en ajustant un premier modèle d'allométrie entre la matière sèche ingérée et le poids vif :  $QMSI = a \cdot PV^b$ . Cette nouvelle variable  $PV^b$  a été utilisée avec les variables disponibles dans la BDBB caractérisant les lots (poids, âge), la composition de la ration et leurs interactions pour ajuster le meilleur modèle.

La méta-analyse a révélé des profils d'ingestion différents en fonction de la typologie de la race : allaitante ou laitière. Néanmoins, le manque de données pour les diverses races laitières a conduit à ajuster un modèle par typologie. Une attention particulière a été portée sur la détection et

l'analyse des valeurs aberrantes et influentes avec l'option INFLUENCE de SAS. Enfin, les hypothèses de normalité, d'homoscédasticité et d'indépendance des résidus ont été vérifiées par l'analyse des résultats de la PROC UNIVARIATE. Pour évaluer ce sous-modèle d'ingestion, une procédure de validation croisée (McMeniman et al., 2010) a été réalisée sous SAS en partageant la BDBB en 10 sous-échantillons (10 ajustements, à chaque fois sur 9 sous-échantillons et évaluation sur le 10<sup>ème</sup>). Cette procédure a permis d'obtenir une estimation de l'erreur de prédiction en calculant la racine de la moyenne des carrés des écarts de prédiction (RMSEP). Les résultats ont été exploités pour étudier les biais de prédiction (Gauch et al., 2003).

### 2.2. CALIBRATION DU SOUS-MODELE DE CROISSANCE MECSIC

Le sous-modèle de croissance MECSIC, développé sous le logiciel de simulation dynamique Vensim® a été complété par un module de prédiction du contenu digestif basé sur les équations d'allométrie INRA 2007 ajustées par races sur la masse délipidée des animaux. Une étape d'analyse de sensibilité du simulateur (sous-modèle d'ingestion + croissance MECSIC) a permis de confirmer les paramètres hautement sensibles du sous-modèle MECSIC (Hoch et Agabriel, 2004) et de lancer la procédure d'ajustement sur ces paramètres avec la fonction d'optimisation de Vensim. A partir des données observées d'ingestion, une première étape de calibration du coefficient d'efficacité de transformation de l'énergie métabolisable ingérée (aMW) a permis un ajustement du poids vif moyen par race. Le paramètre aMW fixé, le poids de carcasse et le rendement commercial ont été ajustés par répartition de la masse dans les différents compartiments. Cela a nécessité la calibration des paramètres alphaC et alphaNC caractérisant respectivement les vitesses de synthèse des protéines de la carcasse et du 5<sup>ème</sup> quartier.

Dans une deuxième étape, la stabilité des paramètres ajustés dans le simulateur complet a été vérifiée. Enfin, la variabilité inter-lots d'animaux du coefficient aMW a été appréciée en ajustant un coefficient de modulation de l'efficacité de l'énergie (cMEU) (Férard et al. 2012).

### 2.3. ELABORATION ET EVALUATION DU SOUS-MODELE D'ABATTAGE

Les équations de prédiction des quantités de viande nette commercialisable (VNC), de gras d'émoussage, de gras de rognons, de filet, de macreuse, de tendre de tranche et de rond de gîte ont été établies par méta-analyse avec la base INRA (Charolais, Limousin, Salers, Blond d'Aquitaine, Aubrac, Prim'Holstein, Angus) et la base IDELE (Charolais). Une analyse graphique des relations intra-expériences entre les variables à estimer et les variables explicatives (VNC, Gras 5<sup>ème</sup> quartier, Gras Carcasse, Poids Carcasse Froide, en kg) a été réalisée de façon à choisir une variable explicative continue et la forme de la relation (linéaire ou allométrique). Les équations ont été ajustées avec la PROC MIXED de SAS en quantifiant l'expérimentation comme facteur aléatoire sur l'ordonnée à l'origine et sur la pente et en pondérant les observations par le nombre d'animaux dans chaque lot. Pour chaque modèle ajusté, la normalité des résidus a été vérifiée par le test de Shapiro-Wilks et une recherche des valeurs aberrantes et influentes a été réalisée sur la base des résidus studentisés externes (Rstud), distances de Cook, effets de leviers et Covratio (Viechtbauer et Cheung, 2010).

Les équations de gras d'émoussage et de gras de rognons ont fait l'objet d'une validation croisée régulière avec sept sous-échantillons de la base de données INRA. Le carré moyen de l'erreur de prédiction a été décomposé en biais d'ordonnée à l'origine, de rotation et de dispersion selon Gauch et al. (2003).

### 2.4. EVALUATION DU SIMULATEUR

A partir des caractéristiques des animaux en début d'engraissement et de la ration des différents lots d'animaux de la BDBB, le simulateur fournit des prédictions des différentes variables mesurées par ailleurs en essais. Après ajustement du

coefficient cMEU par lot, la validation interne des résultats des simulations a été réalisée par comparaison des valeurs d'abattage observées et prédites ; le poids de carcasse froide (PCF), le poids vif, le rendement carcasse, la durée d'engraissement ainsi que le bilan de consommation des aliments. Les écarts de prédiction sur le poids de carcasse ont été calculés à même durée d'engraissement. Les écarts pour les autres variables ont été calculés avec  $PCF_{obs}=PCF_{prédit}$ . Sur ces variables d'intérêt pour les professionnels, le coefficient de détermination ajusté et la racine de la moyenne des carrés des écarts (RMSE) ont été calculés pour la race charolaise.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. PREDICTION DE L'INGESTION

L'ajustement du coefficient d'allométrie de l'équation liant la QMSI au PV est de 0,59 (non significativement différent de 0,6, INRA 2007). Il a permis la construction de deux modèles d'ingestion ajustés par type racial :

- 1) Races laitières, mixtes et croisées allaitantes x laitières. Exemple: race Prim'Holstein

$$QMSI_{Holst}(kgMS/j) = 0,22 * pv^{0,6} + 0,041 * cb - 0,645$$

- 2) Races allaitantes. Exemple : race Charolaise

$$QMSI_{Char}(kgMS/j) = 0,240 * pv^{0,6} - 0,417 * cb + 0,020 * \text{âge} - 0,0006 * pv^{0,6} * \text{âge} + 0,011 * pv^{0,6} * cb - 2,018$$

**Tableau 1** : Prédiction du modèle d'ingestion en validation externe :  $adjR^2$  et écarts de la prédiction.

Génotype (type)	N lots	adjR <sup>2</sup>	RMSEP (kg)
Blond d'Aquitaine (2)	19	40	0,83
Charolais (2)	151	72	0,75
Limousin (2)	29	73	0,60
Croisé allaitant x laitier (1)	9	90	0,46
Mixtes (1)	44	84	0,59
Prim'Holstein (1)	19	87	0,70

Ce modèle est complet (tableau 1). Il intègre les effets positifs du poids et de l'âge, un effet négatif de la fibrosité de la ration (cb) et une interaction positive poids-fibrosité ( $pv^{0,6} * cb$ ) délicate à interpréter. La décomposition de l'erreur de prédiction indique majoritairement une forte dispersion résiduelle (plus de 90% de l'erreur observée) et ne montre pas de biais particulier. Cela montre que la structure du modèle est satisfaisante mais que d'autres facteurs (non actuellement disponibles) permettront de réduire à l'avenir ce qui apparaît encore comme des variations aléatoires.

**Tableau 3** : Equations de prédiction des caractéristiques d'abattage, VNC = Viande Nette Commercialisable (kg), Gras5èmeQuartier (kg), GrasCarcasse (kg)

Variable	Nexp	Nlots	Equation <sup>1</sup>	AdjR <sup>2</sup>	Ecart-type résiduel (kg)
Gras rognons <sup>2</sup> (kg)	31	177	= -1,12 + 0,37 x Gras5èmeQuartier	0,97	0,52
Gras d'émoussage (kg)	33	186	= [0,0013 x (GrasCarcasse+1) <sup>1,90</sup> ]-1	0,80	1,70
Filet (kg)	4	23	= -0,076 + 0,012 x VNC	0,53	0,26
Rond de Gîte (kg)	4	23	= -0,080 + 0,040 x VNC	0,90	0,33
Macreuse <sup>3</sup> (kg)	4	23	= -1,73 + 0,020 x VNC	0,98	0,38
Tende de Tranche <sup>3</sup> (kg)	4	23	= 1,95 + 0,021 x VNC	0,98	0,29

<sup>1</sup>Equation générale pour gras rognons et gras d'émoussage, et en race Charolaise pour les autres variables.

<sup>2</sup>Valeurs des paramètres pour races allaitantes uniquement (hors Salers et Limousin).

<sup>3</sup>Découpe avec parage complet et groupe de deux muscles

#### 3.2. PREDICTION DE LA CROISSANCE

Le poids de carcasse à l'abattage est estimé avec une RMSE de 3,2 kg soit moins de 1% du PCF moyen prédit (tableau 2). La durée d'engraissement nécessaire pour obtenir le poids de carcasse observé est prédite avec un R<sup>2</sup> de 0,98 et une RMSE de 4,9j. Les autres variables d'abattage, poids vif et rendement commercial sont estimés respectivement avec des R<sup>2</sup> de 0,80 et 0,02 et des RMSE de 12,6 kg et 1,1%.

**Tableau 2** : Prédiction des principales variables du simulateur pour la race charolaise (N lots=138)

Variables	Moy. pred.	R <sup>2</sup>	RMSE	RMSE/ Moy. pred. (%)
PV abattage (kg)	715,7	0,80	12,6	1,8
PCF (kg)	416,8	0,97	3,2	0,8
Rdt commercial (%)	58,0	0,02	1,1	1,9
Durée engr. (j)	249,5	0,98	4,9	2,0
Bilan ingestion (kg)	2274	0,82	156	6,8

#### 3.3. PREDICTION DES CARACTERISTIQUES D'ABATTAGE

Les quantités de gras de rognons et de gras d'émoussage sont estimées respectivement à l'aide d'équations linéaire et d'allométrie qui permettent d'expliquer 98 et 80% de la variabilité observée (tableau 3). Si la découpe à l'abattage est faite de manière anatomique, le poids des muscles totaux est la donnée dont on peut disposer (MTOT en kg base INRA), si elle est industrielle on obtient la quantité de viande nette commercialisable (VNC en kg base IDELE). Nous avons donc choisi d'ajuster l'équation de prédiction d'une seule variable dépendante avec comme facteur explicatif le type de découpe (anatomique ou industriel) et le poids de carcasse froide (PCF en kg) comme variable explicative continue. Les équations obtenues sont les suivantes :

$$\ln(VNC) = -0,38 + 1,01 \times \ln(PCF)$$

$$\ln(MTOT) = -0,34 + 1,01 \times \ln(PCF)$$

$$AdjR^2=0,98 ; ETR=5,44$$

Par soustraction des deux équations, on obtient :

$$VNC = 1,04 \times MTOT$$

Cette équation de prédiction de la quantité de Viande Nette Commercialisable (VNC) a été établie en race Charolaise uniquement, tout comme la prédiction des pièces bouchères à partir de la VNC (Tableau 3). Les poids des muscles sont alors prédits très correctement, moins précisément pour le filet, mais le nombre de données est limité.

## 4. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

### 4.1. CAPACITE DE PREDICTION ET LIMITES DU MODELE

La capacité de prédiction du modèle d'ingestion apparaît satisfaisante en races Charolaise, Limousine, races laitières et races mixtes. La précision est un peu plus faible pour les autres races. Nos résultats montrent néanmoins que les équations établies reproduisent bien la dynamique d'évolution de l'ingestion au cours de la période analysée, de la transition à la fin d'engraissement, sans biais particulier. La sensibilité de l'ingestion à la composition de la ration apparaît modérée. Nous n'avons finalement retenu que la variable cellulose brute et son interaction avec le poids, uniquement pour les races allaitantes. Nous avons cependant testé la composition en amidon qui au final n'améliore pas la prédiction. La structure de notre base de données contient uniquement des rations d'engraissement, qui sont de niveau énergétique élevé et de fibrosité faible et peu variable. Ce résultat est d'ailleurs en accord avec ceux de McMeniman et al. (2010) sur bœufs en feedlots où l'impact de la composition de la ration sur l'ingestion était non significatif. Les valeurs de RMSEP obtenues en validation croisée sont légèrement supérieures à celles de McMeniman et al. (2010) mais leurs équations de prédiction visaient seulement à prédire l'ingestion moyenne et non pas son évolution au cours de l'engraissement.

Dans le simulateur actuel, le modèle de croissance régule le modèle d'ingestion par le poids. Pour améliorer la prédiction de l'ingestion quotidienne, on peut envisager d'utiliser d'autres variables d'intérêt comme la quantité de dépôts adipeux du tissu splanchnique. La difficulté de ce travail viendra de la disponibilité du jeu de données à mobiliser pour valider les sorties modélisées.

Les équations de prédiction des quantités de gras de rognons et de gras d'émoussage présentent une précision satisfaisante traduite par les valeurs de AdjR<sup>2</sup> et d'écart-type résiduel. Les résultats de validation croisée confirment par ailleurs la justesse et la robustesse de ces équations. Les équations de prédiction du gras sous-cutané à partir de l'épaisseur de gras dorsal (12<sup>ème</sup> côte) et du gras viscéral à partir des 3 gras (rognons, pelvien, cœur) développées par McPhee et al. (2008) sur des bœufs présentent des performances de prédiction comparables, illustrant également la régulation de la composition corporelle et le lien étroit entre les différents dépôts de gras. La VNC apparaît comme un bon prédicteur des différentes pièces bouchères. Les autres études visant à prédire le poids des pièces bouchères reposent plutôt sur des mesures à l'abattage réalisées par échographie, rayons X ou ultra-sons (Navajas et al. 2010). Les équations établies ici en race Charolaise permettent d'avoir une vision plus précise de la valorisation des différents morceaux de la carcasse. De nombreuses données sont encore nécessaires pour valider ces équations, prendre en compte différentes découpes et ajuster les paramètres pour toutes les autres races. Un élargissement du partenariat du projet à l'industrie de la viande pourrait, dans ce cadre, apporter des développements intéressants.

La capacité de prédiction du simulateur apparaît satisfaisante en race Charolaise avec des erreurs de prédictions faibles (environ 2%) sur les variables PCF et durée d'engraissement. La seule variable qui n'est pas bien prédite est le rendement carcasse, qui cumule les erreurs faites sur le poids de carcasse et le poids vif. Le simulateur reproduit néanmoins les rendements carcasse moyens de la race. La bonne qualité de prédiction a été atteinte ici après un ajustement précis par lot du coefficient cMEU. Dans l'outil final l'utilisateur devra donc prêter une attention particulière au paramétrage du cMEU selon le potentiel des animaux dont il

dispose. Des éléments permettant de positionner ce curseur seront fournis dans l'outil.

L'évaluation du simulateur doit être complétée par une étude de la propagation de l'erreur avec une quantification de la part de l'erreur due à l'ingestion et de celle due au modèle de croissance. Cette étude permettra notamment de proposer des intervalles de confiance sur les valeurs prédites par le simulateur dans l'outil final. Développé dans la gamme des données disponibles, le simulateur qui associe modélisation empirique et mécaniste nécessite en effet une grande prudence quant à ses limites de validité.

### 4.2. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES : L'UTILISATION DE L'OUTIL

Grâce au couplage de différents modèles, le simulateur BEEFBOX peut fournir une estimation fiable de diverses variables d'intérêt pour les professionnels. L'outil informatique final intègrera ce travail pour simuler en dynamique les coûts d'alimentation et l'efficacité des lots d'animaux afin de répondre aux multiples interrogations de la filière d'engraissement de JB. Les simulations réalisées par les utilisateurs pourront comparer les performances de croissance et d'abattage de différents types d'animaux (races, efficacité alimentaire, âge et poids de départ) mais aussi selon l'alimentation (intérêt de nouveaux aliments, niveau de complémentation, gestion des stocks...) pour optimiser la rentabilité technico-économique de leur élevage. L'interface homme-machine de cet outil est à construire avec les utilisateurs. L'outil est en cours d'implémentation et après une phase de tests fin 2012, sera disponible mi 2013. Nous continuons cependant à tester la capacité de prédiction du simulateur sur l'ensemble des races de la base de données, et par validation croisée, pour des variables telles que les consommations quotidiennes par aliment et caractéristiques détaillées d'abattage (poids de carcasse, poids de gras, poids de pièces bouchères).

Ce triple partenariat entre ARVALIS, l'INRA et l'Institut de l'Élevage permet de garantir que les modèles sous-jacents à l'outil seront régulièrement testés (assurance qualité) et réactualisés si nécessaire grâce à de nouvelles données et de nouveaux facteurs explicatifs introduits dans les expérimentations conduites.

*Remerciements : Les auteurs remercient B. Sepchat, T. Delcros et E. Boiziot ainsi que l'ensemble des personnels des stations expérimentales ayant participé à la réalisation et au traitement des essais. Ce projet a reçu la contribution financière du compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural » (projet BEEFBOX).*

**Férard A., Garcia-Launay F., Cabon G., Bastien D. Agabriel J., 2012.** Renc. Rech. Rum. 19

**Gauch H.G., Gene Hwang J.T., Gary W.F., 2003.** Agronomy Journal, 95 1442-1446

**Hoch et Agabriel, 2004.** Agricultural Systems, 81, 1-15

**Hoch T., Pradel P., Champciaux P., Agabriel J., 2006.** In: (E. Kebreab, J. Dijkstra, A. Bannink, W.J.J. Gerrits et J. France Eds), Nutrient digestion and utilization in farm animals – Modelling approaches, 135-143.

**INRA (ed.), 2007.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Tables INRA 2007. Quae (ed.), 307 pp.

**Navajas E.A., Richardson R.I. Fisher A.V., Hyslop J.J., Ross D.W., Prieto N., Simm G., Roehe R., 2010.** Animal, 4 (11), 1810-1817

**McMeniman J.P., Tedeschi L.O., Defoor P.J., Galyean M.L., 2010.** Journal of Animal Science, 88, 3009-3017.

**McPhee M.J., Oltjen J.W., Fadel J.G., Perry D., Sainz R.D., 2008.** Journal of Animal Science, 86, 1984-1995.

**Quesnel G., Duboz R., Ramat É., 2009.** Simulation Modelling Practice and Theory, 17, 641-653.