

Analyse par modélisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'apport de lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation

Ludovic BROSSARD (1), Jean-Yves DOURMAD (1), Jaap VAN MILGEN (1), Nathalie QUINIOU (2)

(1) INRA, UMR1079, Systèmes d'élevage Nutrition animale et humaine, F-35590 Saint-Gilles

(2) IFIP - Institut du porc, La Motte au Vicomte, BP 35104, 35651 Le Rheu

ludovic.brossard@rennes.inra.fr

Analyse par modélisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'apport de lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation

A partir des données de performances d'une population de 192 porcs, le modèle InraPorc® a été utilisé pour déterminer les courbes individuelles de besoin en lysine. Les conséquences de l'utilisation de différentes stratégies alimentaires (c.a.d., 1, 2, 3 ou 10 régimes différents) et différents apports en lysine (compris entre 70 et 130 % du besoin moyen) ont été testées par simulation sur les performances entre 65 jours d'âge et l'abattage à 110 kg de poids vif. Pour les séquences multiphasées, le changement de régime était déterminé par le poids vif ou l'âge de l'animal. Pour chaque régime utilisé, la teneur en lysine dans le régime a été fixée pour couvrir le besoin moyen le plus élevé de la période. Le pourcentage d'animaux dont le besoin est couvert par le régime s'accroît avec l'augmentation du niveau d'apport en lysine mais diminue avec celle du nombre de régimes utilisés. Indépendamment de la règle de changement de régime, la croissance (GMQ) augmente et l'indice de consommation (IC) diminue avec l'augmentation de l'apport de lysine selon une relation curvilinéaire-plateau. Les performances maximales (GMQ = 1,072 kg/j, IC = 2,2 kg/kg) sont atteintes pour un apport de lysine correspondant à 110 % du besoin moyen de la population et sont identiques entre séquences. Pour des apports inférieurs, les performances diminuent avec l'augmentation du nombre de régimes. Cette étude montre que, en dehors de considérations économiques, les performances potentielles d'une population de porcs peuvent être largement exploitées quand l'apport en lysine correspond à 110 % du besoin moyen des individus. Elle montre aussi que la connaissance du besoin devient plus décisive (accompagnée par une réduction potentielle des performances) quand un plus grand nombre de régimes est utilisé.

Analysis of the variation of performance of a growing pigs population as affected by the lysine supply and number of diets in the feeding strategy.

Based on the performance data of a population of 192 pigs, the InraPorc® model was used to determine individual lysine requirement curves. The consequence of using different feeding strategies (i.e., 1, 2, 3 or 10 different diets) and lysine supply (ranging from 70 to 130 % of the average requirement) on performance from 65 days of age to slaughter at 110 kg live weight was tested by simulation modeling. For the multiphase feeding sequences, the change of diet was determined by live weight or age of the animal. For each diet used, the lysine content in the diet was set to meet the highest average requirement during the period. The percentage of pigs for which the lysine requirement was met increased concomitantly with increasing lysine supply, but decreased with the number of diets used. Independent of the mode of changing diet (i.e., BW or age), average daily gain (ADG) increased and feed conversion ratio (F:G) decreased with increasing lysine supply according to a curvilinear-plateau relationship. The optimal performance (ADG = 1.072 kg/d, F:G = 2.2 kg/kg) was reached with a supply corresponding to 110% of the average requirement and did not depend on the number of diets. At lower lysine supplies, performance decreased with an increasing number of diets used. This study showed that, without considering economic aspects, the performance potential of a population of pigs can be largely exploited when the lysine supply corresponds to 110% of the average lysine requirement of the individuals. It also shows that knowledge of the requirement becomes more critical (accompanied by a potential reduction in performance) when a greater number of diets is used.

INTRODUCTION

La formulation du ou des aliments que reçoit un lot de porcs en engraissement vise à optimiser au meilleur prix les performances de l'ensemble du lot. Ceci nécessite de connaître les besoins des animaux, notamment en lysine, pour mieux y répondre. Différentes études se sont intéressées encore récemment à la définition du besoin en lysine (Warnants et al., 2003 ; Quiniou et al., 2006). Ce besoin dépend de plusieurs facteurs animaux (génétique, poids, sexe, etc.), environnementaux et alimentaires (Noblet et Quiniou, 1999). Il existe également une variabilité du besoin entre animaux (Bertolo et al., 2005). Se baser sur le besoin moyen des animaux pour formuler un aliment implique que le besoin d'un certain nombre d'entre eux ne sera pas couvert et que par conséquent ils ne maximiseront pas leurs performances. Il en résultera que les performances moyennes de la population seront inférieures à celles de l'animal moyen « représentatif » de cette même population (Pomar et al., 2003).

Augmenter l'apport en lysine pour satisfaire les besoins d'un plus grand nombre d'animaux peut s'avérer intéressant si le gain en termes de performances compense le surcoût de l'aliment. Le nombre d'aliments utilisés sur la période d'engraissement peut varier selon les possibilités et/ou objectifs de fréquence d'ajustement de l'apport au besoin, avec cependant des conséquences zootechniques à considérer. Une approche de modélisation sur l'effet du niveau d'apport de lysine sur les performances a été déjà utilisée chez le poulet (Leclercq et Beaumont, 2000).

L'objectif de l'étude que nous présentons ici est de quantifier l'effet sur les performances de porcs en croissance du niveau d'apport de lysine par rapport au besoin moyen de la population, avec des séquences alimentaires à un ou plusieurs aliments. Pour répondre à cette problématique, nous

avons modélisé l'effet d'un apport de lysine variant entre 70 et 130 % du besoin moyen sur la croissance et l'ingestion d'animaux recevant successivement 1, 2, 3 ou 10 régimes entre 65 jours d'âge et l'abattage à 110 kg de poids vif.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Description du jeu de données utilisé

Les données utilisées dans cette étude proviennent d'une population de 192 porcs en croissance (100 femelles et 92 mâles castrés issus de verrats terminaux P76 et de truies hybrides de type Large White × Landrace). Les cinétiques de croissance et d'ingestion à volonté de chaque individu de cette population ont été caractérisées entre 65 j et 110 kg (Brossard et al., 2006).

1.2. Démarche de modélisation

1.2.1. Détermination du besoin en lysine

La description des cinétiques individuelles permet de définir le profil de chaque animal dans le logiciel InraPorc®. A partir d'un profil, ce logiciel permet de simuler la croissance de l'animal pour des stratégies d'alimentation définies par l'utilisateur. Il permet également de calculer pour chaque jour de la simulation le besoin de l'animal en les différents acides aminés, en énergie, etc.

Dans cette étude, le besoin journalier en lysine digestible standardisée de chaque individu a été estimé en utilisant la séquence alimentaire décrite précédemment par Brossard et al. (2006) et conçue pour ne limiter la croissance par aucun nutriment.

Deux démarches ont ensuite été utilisées. Dans un premier temps, l'évolution du besoin moyen en lysine de la

Tableau 1 - Poids et âges de changements de phase et teneur en lysine digestible standardisée par phase

Type de séquence alimentaire	Phase	Changement de phase selon le poids		Changement de phase selon l'âge	
		Poids au changement (kg)	Besoin en lysine digestible (g/kg aliment)	Age au changement (j)	Besoin en lysine digestible (g/kg aliment)
Séquence monophasique	-	-	9,12	-	8,95
Séquence biphasique	1	65	9,12	101	8,95
	2	-	7,91	-	7,82
Séquence triphasique	1	50	9,12	87	8,95
	2	75	8,51	110	8,43
	3	-	7,48	-	7,36
Séquence décaphase	1	38	9,12	75	8,95
	2	46	8,80	83	8,80
	3	54	8,59	91	8,58
	4	62	8,31	98	8,32
	5	70	8,00	106	7,97
	6	78	7,63	113	7,62
	7	86	7,27	120	7,26
	8	94	6,87	127	6,83
	9	102	6,44	135	6,47
	10	-	5,98	-	6,24

population a été calculée en fonction du poids vif. Puis quatre séquences alimentaires ont été définies : une séquence monophasée (même aliment sur toute la période), une séquence biphasée (changement d'aliment à 65 kg), une séquence triphasée (changements d'aliment à 50 et 75 kg) et une séquence décaphasée (changements d'aliment tous les 8 kg à 38, 46, 54, 62, 70, 78, 86, 94 et 102 kg). Dans ces trois derniers cas, le changement d'aliment s'effectue lorsque l'animal atteint l'objectif de poids limite. Pour chaque gamme de poids couverte par chaque phase, la valeur la plus élevée des besoins moyens sur la phase est retenue comme valeur de besoin en lysine.

Dans un deuxième temps, les âges moyens auxquels les animaux atteignent les poids définis ci-dessus comme limite de phase ont été calculés et utilisés comme condition de changement d'aliment. Dans ce cas, c'est la durée d'engraissement et non plus le poids atteint par l'animal qui détermine le changement d'aliment. Etant donné que tous les animaux commencent à 65 j, la durée d'engraissement est décrite ici via l'âge. Le besoin moyen en lysine de la population a été calculé en fonction de l'âge entre 65 j et 110 kg. Comme précédemment, le besoin en lysine retenu pour chaque phase était la valeur la plus élevée des besoins moyens sur la période d'âge couverte par la phase considérée.

Les teneurs en lysine retenues ainsi que les âges au changement d'aliment selon la séquence alimentaire sont présentés dans le tableau 1. La différence de teneurs en lysine pour la séquence monophasée entre changement selon le poids ou l'âge est due au fait que les animaux n'ont pas le même poids vif au même âge et inversement. Les valeurs de besoin moyen sont donc légèrement différentes selon que l'on les calcule selon l'âge ou selon le poids.

1.2.2. Simulations et calculs

Pour chaque séquence, des régimes ont été formulés dans InraPorc® pour couvrir 70, 80, 90, 100, 110, 120 ou 130 % du besoin en lysine calculé précédemment pour chaque phase. Les régimes des différentes phases et séquences présentent des teneurs identiques en énergie nette (10,59 MJ/kg), matières azotées totales (19 %) et acides aminés digestibles autres que la lysine à un niveau tel qu'ils ne soient jamais limitants. Seule la teneur en lysine digestible varie entre les différents régimes.

Les cinétiques de croissance de chacun des animaux ont ensuite été simulées sous InraPorc® pour chaque règle de changement d'aliment, chaque séquence et chaque niveau de lysine. La vitesse de croissance moyenne (GMQ), la consommation moyenne et l'indice de consommation (IC) ont été calculés entre 65 j et 110 kg pour chaque animal à partir de ces simulations. Les moyennes et écarts-type de ces paramètres ont été ensuite calculés pour la population.

Dans chaque situation, le pourcentage d'animaux dont le besoin en lysine est couvert (%AC) par le régime a été calculé en début et en fin de chaque phase. Une moyenne sur l'ensemble des phases de la séquence a été ensuite calculée en début et en fin de phase.

2. RESULTATS

2.1. Evolution du besoin en lysine au cours de la croissance et pourcentage d'animaux dont le besoin est couvert par un régime donné

Le besoin moyen en lysine de la population diminue au cours de la croissance (Figure 1). La figure 2 présente le %AC en début (a) et en fin de phase (b) dans le cas d'un changement de régime basé sur le poids. Les résultats pour un changement basé sur l'âge sont similaires. Pour les quatre types de séquences alimentaires, le %AC est plus élevé en fin qu'en début de phase.

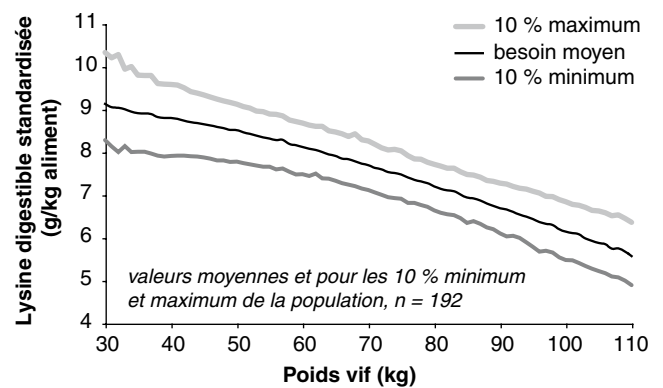


Figure 1 – Evolution du besoin en lysine digestible standardisée en fonction du poids vif au cours de la croissance chez des porcs suivis entre 65 j et 110 kg

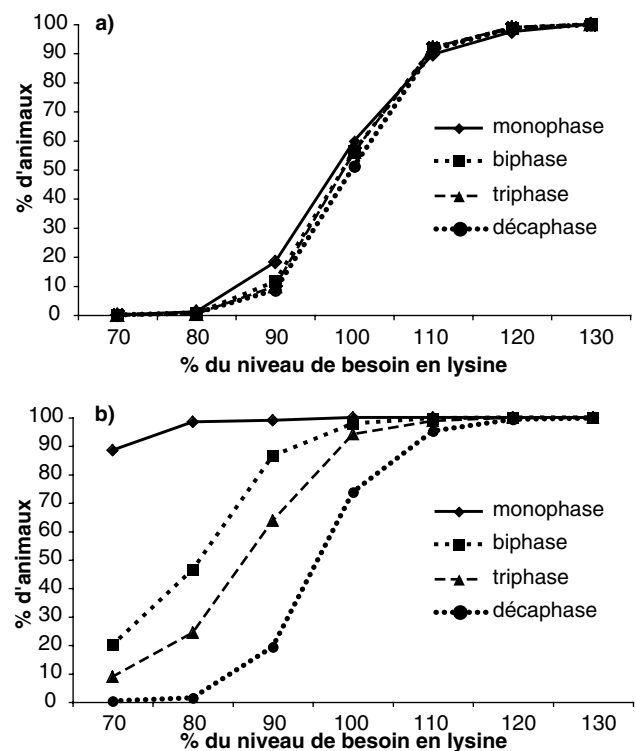


Figure 2 – Pourcentage d'animaux dont le besoin en lysine est couvert par le régime en début (a) et en fin (b) de phase, selon le niveau d'apport en lysine (% du besoin moyen de la population) et la séquence alimentaire, dans le cas d'un changement d'aliment selon le poids

En début de phase, le %AC est très peu variable selon la séquence. Il augmente par contre avec le niveau d'apport en lysine (Figure 2a). Ce pourcentage est compris entre 0 % des porcs pour un apport correspondant à 70 % du besoin, et 100 % des porcs, pour un apport correspondant à 130 % du besoin en lysine, avec environ 56 % d'animaux dont le besoin est couvert lorsque le régime couvre 100 % du besoin. En fin de phase, le %AC diffère selon la séquence alimentaire, cette différence se réduisant avec l'augmentation du niveau de lysine. Pour un apport correspondant à 70 % du besoin en lysine, il varie en effet entre 0 et 89 % des porcs respectivement pour les séquences décaphase et monophasé. Avec un apport couvrant 100 % du besoin moyen en lysine, le besoin de 74 % des animaux est couvert en fin de phase pour une séquence décaphase, contre plus de 94 % pour les autres types de séquence. Pour un apport couvrant 130 % du besoin en lysine, le besoin de la totalité des animaux est couvert quel que soit le type de séquence. Pour les trois séquences multiphasées, la forme des courbes d'évolution du %AC varie peu.

2.2. Effet du niveau de lysine et du type de séquence alimentaire sur les performances et la variabilité entre animaux

2.2.1. Performances

Les performances de GMQ, de consommation moyenne et d'IC sont présentées dans les figures 3a, 3b et 3c, en fonction du niveau d'apport en lysine et de la séquence alimentaire, et pour une règle de changement d'aliment basé sur l'âge. Les résultats obtenus pour des séquences alimentaires avec un changement d'aliment basé sur le poids sont similaires.

Pour des apports en lysine compris entre 70 et 100 % du besoin, le GMQ diminue et la consommation moyenne et l'IC augmentent avec le nombre de phases. Pour un apport au-delà de 100 % du besoin, les performances sont identiques quel que soit le type de séquence.

Le GMQ moyen de la population recevant un apport représentant 70 % du besoin moyen en lysine est compris entre 0,912 kg/j pour une séquence monophasé et 0,796 kg/j pour une séquence décaphase. Cet écart diminue avec l'augmentation de l'apport en lysine. Ainsi, pour un apport couvrant 100 % du besoin moyen en lysine, le GMQ moyen évolue entre 1,065 kg/j pour une séquence monophasé et 1,050 kg/j pour une séquence décaphase. Pour un apport en lysine supérieur, le GMQ atteint 1,072 kg/j pour les quatre types de séquence. L'augmentation de GMQ en réponse à celle de l'apport en lysine est donc d'autant plus forte que le nombre de phases est élevé.

La consommation moyenne varie assez peu entre les différentes séquences. A 70 % du besoin moyen en lysine, elle est respectivement de 2,33 - 2,35 - 2,35 et 2,37 kg/j pour les séquences à une, deux, trois et dix phases. Pour cette dernière, l'ingéré moyen reste identique quel que soit l'apport de lysine, alors qu'il augmente pour les autres types de séquences quand l'apport en lysine passe de 70 à 100 % du

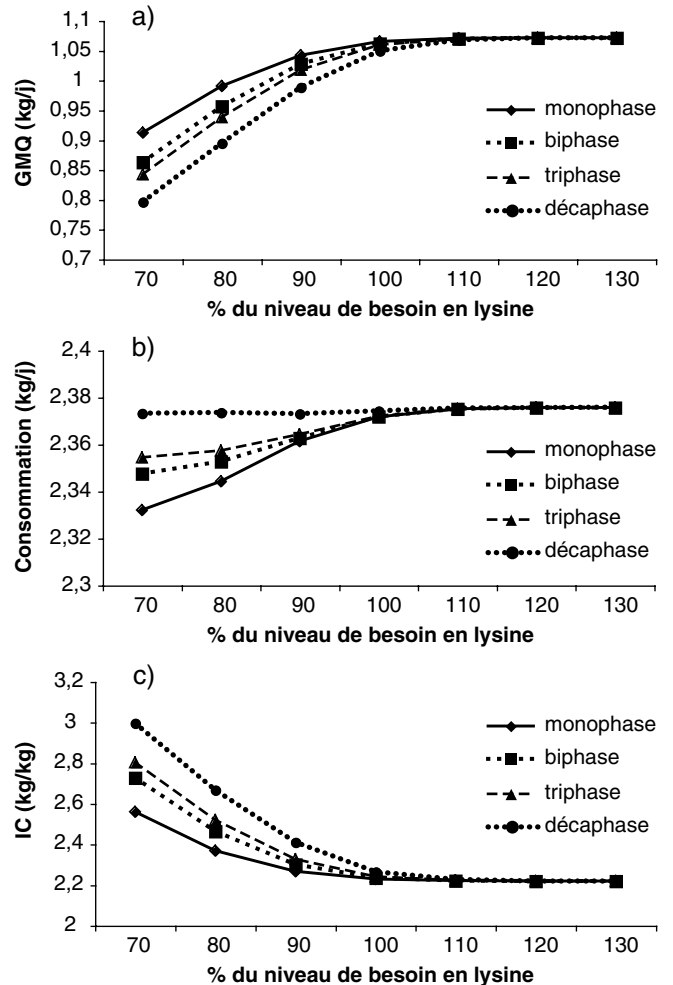


Figure 3 – Evolution du GMQ (a), de la consommation moyenne (b) et de l'IC (c) selon le niveau d'apport en lysine (% du besoin moyen de la population) et la séquence alimentaire, dans le cas d'un changement d'aliment selon l'âge

besoin. La consommation atteint en moyenne 2,37 kg/j pour 100 % du besoin en lysine et reste ensuite stable à 2,38 kg/j pour des apports supérieurs. Si l'on exprime l'ingestion en quantité totale de lysine digestible ingérée en moyenne sur l'ensemble de la séquence, elle varie, respectivement pour des séquences mono et décaphases, entre 1,31 et 1,23 kg pour un apport couvrant 70 % du besoin, 1,64 et 1,41 kg pour un apport correspondant à 100 %, et entre 2,12 et 1,80 kg pour un apport couvrant 130 % du besoin.

A 70 % du besoin en lysine, l'IC est respectivement de 2,56 - 2,73 - 2,80 et 3,00 kg/kg pour les séquences à une, deux, trois et dix phases. Compte-tenu des variations du GMQ et de la consommation décrites ci-dessus, l'IC diminue avec l'augmentation de l'apport en lysine pour se stabiliser à 2,22 kg/kg pour toutes les séquences au-delà de 100 % du besoin en lysine.

2.2.2. Variabilité entre animaux

La variabilité des performances entre animaux dans les différentes situations simulées est estimée par l'écart-type des critères calculés. Les écarts-type du GMQ et de l'IC sont présentés pour un changement d'aliment selon le poids

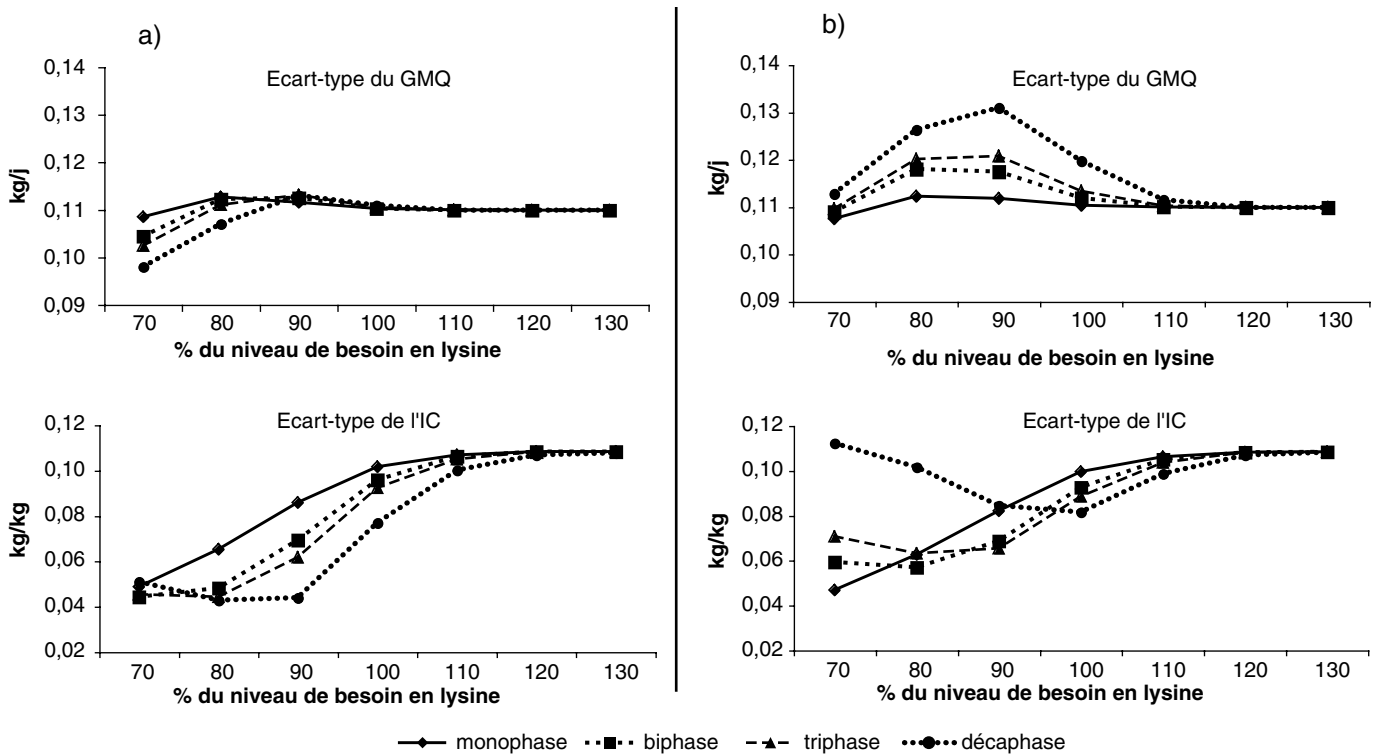


Figure 4 – Evolution de l'écart-type du GMQ et de l'IC selon le niveau d'apport en lysine (% du besoin moyen de la population) et la séquence alimentaire, avec un changement d'aliment selon le poids (a) ou selon l'âge (b)

(Figure 4a) ou l'âge (Figure 4b), en fonction du niveau de lysine apportée et de la séquence alimentaire.

Dans le cas d'une séquence alimentaire monophase, l'écart-type du GMQ est quasiment constant à 0,11 kg/j quelque soit l'apport de lysine. En revanche, l'écart-type de l'IC augmente avec l'apport de lysine pour se stabiliser lorsque cet apport atteint 110 % du besoin en lysine. Pour les autres types de séquences, cette absence d'influence de la règle de changement d'aliment sur les valeurs des écarts-type n'est observée que pour des apports de lysine égaux ou supérieurs à 110 % du besoin.

L'écart-type du GMQ diminue avec l'augmentation du nombre de phases lorsque l'apport en lysine est compris entre 70 et 100 % du besoin si le changement d'aliment intervient selon le poids. Par contre, il augmente lorsque ce changement se fait en fonction de l'âge. Pour des apports de lysine entre 70 et 100 % du besoin, les écarts-type sont également plus élevés avec un changement selon l'âge que selon le poids. L'évolution de l'écart-type en fonction de l'apport de lysine est par contre similaire pour les deux règles de changement d'aliment, à savoir une augmentation plus ou moins marquée entre 70 et 90 % d'apport puis une diminution entre 90 et 110 % et enfin une stabilisation pour les niveaux d'apports supérieurs.

L'écart-type de l'IC diminue avec le nombre de phases entre 70 et 100 % du besoin en lysine, si le changement d'aliment intervient selon le poids. Pour un changement en fonction de l'âge, l'effet du nombre de phases est variable selon l'apport. Pour un apport correspondant à 70 % du besoin, l'écart-type augmente avec le nombre de phases puis, entre

80 et 100 % du besoin, l'effet du nombre de phases s'inverse. L'évolution de l'écart-type en fonction de l'apport de lysine est relativement similaire pour les deux règles de changement d'aliment, et pour des séquences de deux à dix phases, avec une diminution faible à marquée entre 70 et 80-90 % du besoin puis une augmentation.

3. DISCUSSION

Pour définir le niveau de lysine apporté par l'aliment pour chacune des phases, nous avons choisi de prendre le besoin moyen le plus élevé au cours de cette phase comme point de départ. En faisant ce choix, nous avons pour objectif de couvrir au mieux les besoins de la population durant la phase considérée. Le besoin en lysine diminuant au cours de la croissance, l'apport de lysine par l'aliment reste donc toujours supérieur au besoin moyen de la population et le pourcentage de la population dont le besoin est couvert augmente avec le temps. En accroissant le nombre de phases afin d'ajuster au mieux l'apport de lysine au besoin moyen de la population, le %AC s'accroît moins fortement en cours de phase. Ceci est plus particulièrement vrai lorsque l'apport en lysine est compris entre 70 et 100 % du besoin. En augmentant l'apport de lysine à 110 % du besoin moyen ou plus, les animaux présentant un fort potentiel de croissance voient leurs besoins progressivement couverts et le %AC est logiquement supérieur en début de phase (90 % et plus), et dépasse les 95 % en fin de phase, quel que soit le type de séquence.

Les différences de GMQ, de consommation ou d'IC entre séquences, à chaque niveau d'apport de lysine, suivent celles observées pour le %AC. Les performances augmentent et

l'écart de performances entre séquences diminue avec l'accroissement de l'apport de lysine. Les performances maximales sont atteintes pour un apport correspondant à 110 % du besoin moyen, niveau pour lequel les performances sont identiques entre les séquences. Ceci correspond à des pourcentages d'animaux dont le besoin est couvert supérieurs à 90 % en début ou fin de phase. Leclercq et Beaumont (2000) observent la même forme de réponse curvilinéaire plateau du GMQ et de l'IC à l'augmentation de l'apport en lysine digestible lors d'une étude par modélisation de la croissance d'une population de volailles. De même, Pomar et al. (2003) observent, par modélisation d'une population de porcs, le même type de réponse du dépôt corporel de protéines à la quantité de protéines ingérées.

Pour un même niveau relatif d'apport de lysine, inférieur à 110 %, le GMQ moyen, comme le %AC, diminue quand le nombre de phases augmente. Cette relation entre GMQ et %AC s'explique par le fait que plus ce pourcentage est faible (lié à la diminution de l'apport de lysine ou au type de séquence), plus la proportion d'animaux exprimant leur plein potentiel de croissance diminue. Par conséquent, le GMQ moyen de la population diminue également. Concernant l'ingestion, il faut noter que le logiciel InraPorc® ne prévoit pas de surconsommation en cas de déficit en lysine. Une augmentation de l'ingestion avec celle du nombre de phases ou de l'apport en lysine peut être la conséquence, d'une part, d'une durée de croissances plus longue et, d'autre part, d'une augmentation de la contribution de l'entretien quand la croissance est réduite et à une augmentation de l'adiposité.

La règle de changement de phase n'influence pas le %AC ni les performances. Elle influence par contre la variabilité des performances dans la population pour les séquences multiphases avec des apports de lysine inférieurs à 110 % du besoin. L'écart-type du GMQ est en effet plus élevé avec un changement selon l'âge. Avec un changement d'aliment selon le poids, tous les animaux de poids égal reçoivent le même régime. En cas d'apport trop faible de lysine, la majorité des animaux est carencée et la croissance de l'ensemble de la population est faible. Le GMQ est donc moins variable. Avec l'augmentation de l'apport en lysine, les différences de GMQ potentiel s'expriment et l'écart-type augmente également pour se rapprocher d'une valeur de ± 110 g/j.

Avec un changement d'aliment selon l'âge, l'effet du niveau d'apport en lysine sur l'écart-type du GMQ est basé sur le même principe mais se traduit en plus par une variabilité supérieure liée au fait que le changement d'aliment ne se fait plus au même poids pour tous les animaux. En effet, avec cette conduite, un animal avec un potentiel de croissance faible sera plus léger au moment du changement d'aliment et se verra donc pénalisé du fait de la distribution d'un aliment moins riche. La variabilité des performances est ainsi plus élevée dans la population. La plus grande augmentation de la variabilité est obtenue pour 90 % d'apport du besoin. Pour les deux règles de changement d'aliment et pour des apports en lysine supérieurs ou égaux à 110 %, la majorité de la population peut exprimer son potentiel (%AC supérieur à 90 %) et l'écart-

type se rapproche de la valeur qui peut être attendue dans des conditions d'apport en lysine non limitantes pour l'ensemble de la population. Ceci amène à penser qu'en cas d'utilisation d'une séquence multiphase avec une règle de changement basée sur la durée d'engraissement, il est important que l'apport en lysine couvre au mieux le besoin de chaque animal au risque de voir augmenter la variabilité des performances au-delà de la valeur inhérente à chaque population.

La comparaison des stratégies de changements d'aliments selon l'âge ou le poids permet de comparer les différentes pratiques d'élevages qui consistent à changer l'aliment d'un lot de porcs en fonction du poids moyen ou de la durée de l'engraissement. Cependant, dans notre démarche de modélisation, si le changement selon l'âge est représentatif de la pratique, le changement selon le poids diffère légèrement puisque c'est ici le poids individuel et non celui du groupe qui est pris en compte. Les conséquences sur les performances et leur variabilité pourraient alors être différentes. De même, en pratique, les animaux suivant le même programme d'alimentation sont parfois d'âges différents, mais la variabilité est faible du fait de la conduite en bandes des troupeaux. Ce type de gestion pourrait faire l'objet de modélisations ultérieures. D'autres approches de modélisation pourraient également être envisagées pour par exemple prendre en compte les allotements possibles de la population en loges homogènes qui seraient conduites avec des règles spécifiques. Par ailleurs, nous avons utilisé ici des aliments qui diffèrent par leur teneur en lysine pour un niveau d'énergie nette donné. Une autre approche pourrait consister à considérer le besoin en lysine digestible relativement à l'énergie nette.

Ces remarques faites, les simulations réalisées ont plusieurs implications pratiques. Si le besoin moyen en lysine de la population est pris comme base pour formuler les régimes, il apparaît qu'ajuster l'apport en lysine plus souvent (en augmentant le nombre de phases dans la séquence) ne permet pas de couvrir les besoins d'une proportion plus élevée d'animaux. Cependant, cela permet de réduire les excès d'apport ce qui vraisemblablement affecte également le coût alimentaire. Un aliment unique distribué durant toute la croissance permet de répondre aux besoins de plus d'animaux mais peut coûter plus cher (du fait d'une quantité de lysine consommée plus élevée) qu'une stratégie à deux ou trois aliments qui permet de satisfaire aux besoins de plus de 90 % des animaux. Il serait alors intéressant de conduire des travaux sur l'optimisation simultanée du coût de l'aliment et des performances.

Concernant le niveau d'apport de lysine, nos résultats montrent qu'un apport correspondant à 110 % du besoin (tel qu'estimé pour la moyenne de la population) permet d'obtenir des performances et un %AC élevés. Là encore, le choix d'utiliser le besoin moyen ou une teneur supérieure comme base de formulation peut résulter d'un choix économique entre le gain de performances que cela peut engendrer et le coût alimentaire associé. Les simulations économiques n'ont pas été réalisées dans le cadre de ce travail mais sont envisagées afin d'apporter un éclairage pratique sur ce choix.

CONCLUSION

Cette étude montre que, quel que soit le nombre d'aliments utilisés pendant l'engraissement, des niveaux d'apport en lysine basés sur 110 % du besoin moyen de la population permettent d'obtenir des performances moyennes équivalentes à 99 % de la valeur maximale pour la croissance et de couvrir le besoin d'un pourcentage élevé d'animaux. Il faut noter qu'il s'agit d'une étude de modélisation et que les animaux peuvent répondre différemment, notamment par une surconsommation qui n'est pas prise en compte dans la version actuelle du modèle. Nos résultats posent également la question du choix pratique et économique à faire entre

l'objectif de performances, le pourcentage d'animaux dont le besoin est couvert que l'on souhaite atteindre, le nombre d'aliments composant la séquence alimentaire et la quantité de lysine employée. Notre démarche sera poursuivie afin de mieux appréhender les différentes pratiques d'élevage comme des décalages de 7 j d'âge à l'entrée des animaux en engraissement ou des changements d'aliments selon un poids moyen du lot.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Alain Valancogne pour son aide technique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bertolo R., Moehn S., Pencharz P., Ball R., 2005. Estimate of the variability of the lysine requirement of growing pigs using the indicator amino acid oxidation technique. *J. Anim. Sci.*, 83, 2535-2542.
- Brossard L., Van Milgen J., Lannuzel P.-Y., Bertinotti R., Rivest J., 2006. Analyse des relations entre croissance et ingestion à partir de cinétiques individuelles : implications dans la définition de profils animaux pour la modélisation. *Journées Rech. Porcine*, 38, 217-224.
- InraPorc® 2006. Un outil pour évaluer des stratégies alimentaires chez le porc. Version 1.0.4.0 INRA-UMR SENAH.
- Leclercq B., Beaumont C., 2000. Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéines. *INRA Prod. Animales*, 13, 47-59.
- Noblet J., Quiniou N., 1999. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du porc en croissance. *Techni-Porc*, 22(4), 9-16.
- Pomar C., Kyriazakis I., Emmans G.C., Knap P.W., 2003. Modeling stochasticity: dealing with populations rather than individual pigs. *J. Anim. Sci.*, 81 (E. Suppl. 2), E178-E186.
- Quiniou N., Hamelin E., Noblet J., 2006. Le besoin en lysine digestible relativement à l'énergie nette des porcs rationnés est-il plus élevé que celui des porcs alimentés à volonté ? *Journées Rech. Porcine*, 38, 149-156.
- Warnants N., Oeckel M., Paepe M., 2003. Response of growing pigs to different levels of ileal standardised digestible lysine using diets balanced in threonine, methionine and tryptophan. *Livest. Prod. Sci.*, 82, 201-209.

