

Effets d'un changement d'aliment ou d'une restriction alimentaire de courte durée sur le comportement alimentaire ultérieur du porc en croissance finition

David MATHÉ (1), Viviane CONTAMIN (1*) David GUILLOU (2)

Union INVIVO - Division Nutrition et Santé Animales, UCAAB

(1) BP 19 - 02402 Château-Thierry Cedex (2) BP 96669 - 35766 Saint-Grégoire Cedex

* Adresse actuelle : AXONAL, 215 avenue Georges Clémenceau, 92024 Nanterre Cedex

Avec la collaboration technique du personnel du centre de recherche de l'UCAAB

Effets d'un changement d'aliment ou d'une restriction alimentaire de courte durée sur le comportement alimentaire ultérieur du porc en croissance finition.

Les courbes d'ingestion des porcs en croissance présentent une tendance qui croît avec l'âge de l'animal, mais il existe de forts écarts de consommation au sein d'une même courbe d'un jour sur l'autre. L'objectif de cet essai était de déterminer les causes de ces écarts. Trois traitements, Ad Libitum (AL), Pair Fed (PF, 100% AL) et Rationné (R, 85% AL) ont été comparés dans un cross over design sur les caractéristiques d'ingestion de porcs logés en groupe. Chacun des traitements était appliqué au cours de trois périodes de 23 jours, composées chacune de 2 phases. Les traitements appliqués au cours de la première phase (restriction) étaient une combinaison entre la nature de l'aliment (Standard vs Dilué) et le niveau d'alimentation (ad libitum vs rationné). Au cours de la seconde phase (récupération), tous les porcs étaient nourris à volonté avec l'aliment Standard. Pendant la phase de restriction, les porcs soumis au traitement R ont adapté leur comportement alimentaire de telle sorte qu'ils ont consommé plus que le protocole ne l'avait prévu (93% AL vs 85% prévu). Pour un aliment dilué en énergie (PF), les porcs ont ingéré 85% de AL, soit un rationnement énergétique de 72% de AL. Au cours de la seconde phase, les traitements PF et R ont entraîné des augmentations de consommation chez les animaux qui avaient été le moins restreints. Il est probable que ce soit le résultat d'un changement de comportement alimentaire lié au stress du nouveau mode d'alimentation, plutôt qu'au déficit nutritionnel.

Effects of a diet change or a short term feed restriction on the eating behaviour of the growing-finishing pig

The amount of feed ingested by growing pigs tends to increase with age, however, there are large daily variations in consumption for the same animal. The aim of this trial was to identify the causes of these differences. Three treatments, Ad Libitum (AL), Pair Fed (PF, 100 % AL) and Restricted (R, 85 % AL) were compared in a cross-over design to measure differences in eating behaviour using group housed pigs. Each of the treatments were used during three periods of 23 d, each period including 2 phases. The treatments used during the first phase (restriction) combined the nature of the feed (Standard vs. Diluted) and the feeding rate (ad libitum vs. restricted). During the second phase (recovery), all pigs were fed to satiety with the standard diet. Pigs receiving the R treatment in the first phase adapted their eating behaviour and consumed more than the level planned for by the protocol (93 % AL vs. 85 % planned). With the energy diluted diet (PF), pigs ingested 85 % of AL, resulting in an energy restriction of 72 %. During the second phase, the treatments PF and R resulted in increases in feed intake for the animals which had been the least restricted previously. It is likely that this increase is the result of a change in eating behaviour linked to stress caused by the introduction of a new feeding system rather than to a nutritional deficit.

INTRODUCTION

Pour satisfaire les enjeux de la production porcine, il est utile de mieux décrire l'ingestion spontanée afin, par exemple, de mieux gérer les apports nutritifs et ainsi maîtriser à la fois l'efficacité économique et les rejets. Or, la prédiction de l'ingéré est identifiée comme la première limite des modèles de simulation de la croissance des porcs (EMMANS, 1995 ; WHITTEMORE et al, 2001).

Les courbes individuelles d'ingestion des porcs à l'engrais présentent une tendance croissante avec l'âge de l'animal jusqu'à un plateau dont le niveau est variable d'un animal à l'autre. Le niveau de ce plateau, sous la dépendance partielle du sexe est atteint à un poids vif de 85 kg (TULLIS, 1982 cité par WHITTEMORE et al, 2001). Cependant, il existe au sein de chaque courbe de forts écarts de consommation d'un jour à l'autre. Ce deuxième niveau de variation est peu décrit dans la littérature.

Les prédictions actuelles de l'ingestion (exemple : NRC, 1987) sont généralement des fonctions croissantes continues, ce qui ne reflète pas la réalité de l'évolution journalière des consommations à l'échelle individuelle, ou à l'échelle de la case et de la salle. Or, certaines variations d'ingestion peuvent être objectivement associées à des événements facilement identifiables (qualité de l'ambiance, pathologie, changement d'aliment).

L'analyse des courbes d'ingestion issues des essais réalisés ces dernières années dans notre centre de recherche nous a permis de remarquer que les fortes diminutions d'ingestion observées ponctuellement étaient généralement suivies d'un rétablissement, voire d'une augmentation de l'ingestion le jour suivant. En accord avec une régulation métabolique, on peut supposer que si un porc ne peut satisfaire un jour donné ses besoins nutritionnels, il tendra à compenser ultérieurement en accroissant sa consommation.

Un certain nombre d'essais comportant une phase de restriction alimentaire longue suivie d'une phase de récupération *ad libitum* ont déjà été menés. Plusieurs ont d'ailleurs permis de mettre en évidence le phénomène de croissance compensatrice, résultant principalement d'une amélioration de l'indice de consommation (PRINCE et al, 1983 ; CHIBA, 1994 ; LOVATTO et al, 2000). Cependant, d'autres ont obtenu une tendance à l'augmentation de l'ingestion sur la phase de récupération (RATCLIFFE et FOWLER, 1980 ; KYRIAZAKIS et EMMANS, 1991 ; STAMATARIS et al, 1991).

Dans le cadre de cet essai, nous avons souhaité étudier l'effet d'une restriction de très courte durée, supposée ne pas affecter la croissance des animaux, sur l'ingestion au jour le jour au cours de la phase de récupération.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cet essai a été réalisé au cours des mois de mai à août 2000 au Centre de Recherches Zootechniques Appliquées de l'UCAAB (CRZA, Montfaucon, Aisne).

1.1. Animaux et logement

Les 60 porcs utilisés dans cet essai étaient nés sur l'élevage et issus de truies Alfa+ et de verrats Défi+ (schéma génétique GENE+). Le jour de la mise en lots, les porcs âgés de 70 jours en moyenne, ont été répartis dans 6 cases de la salle. Les cases ont été constituées de manière identique et comprenaient chacune 5 mâles castrés et 5 femelles. Le poids moyen de chaque case était de 30,5 kg et leur écart-type variait de 2 à 3 kg selon la case.

La salle où l'essai a été réalisé comprend 8 cases d'une superficie de 11 m² (3,86 x 2,70m). Ces dernières sont équipées d'un distributeur automatique d'aliment permettant d'enregistrer individuellement les quantités consommées par les animaux au cours de chaque visite. Tous les distributeurs automatiques d'aliment sont reliés au même ordinateur par l'intermédiaire de boîtiers électroniques. Le fonctionnement des stations d'alimentation IVOG® (Individual Voluntary food intake recording in Group housing, INSENTEC, NL) a été décrit par DE HAER et al. (1992). Par différence avec d'autres types de matériel utilisé, les stations IVOG® ne disposent que d'une protection au niveau de la tête de l'animal, ce qui rend la compétition plus intense qu'avec des systèmes disposant d'une protection plus étendue de l'animal (NIELSEN et al., 1995).

La salle est équipée d'un caillebotis acier intégral avec vidange et rinçage régulier des déjections par un système de flushing. Une température de 21-22°C a été maintenue dans la salle tout au long de l'essai par un système de ventilation par extraction haute contrôlé par une mesure en continu du débit d'air (Hexavent, Fancom, NL).

1.2. Schéma expérimental

A la suite de deux semaines d'adaptation au matériel, les animaux ont été soumis à trois traitements, *Ad Libitum* (AL), *Pair Fed* (PF) et Rationné (R) au sein d'un *cross over design* (COCHRAN et COX, 1968). Tout comme dans un carré latin, les animaux sont successivement soumis à tous les traitements au cours de 3 périodes. Ce plan d'expérience permet de diminuer la variabilité expérimentale puisque tous les traitements sont comparés sur un même animal. Il suppose toutefois que l'effet des traitements soit rapide et qu'il ne modifie la réponse de l'animal aux traitements ultérieurs.

Chacun des traitements comportait 2 phases de 5 et 18 jours constituant une période (23 jours). Les traitements appliqués au cours de la première phase, dite de restriction étaient une combinaison entre la nature de l'aliment (Standard vs Dilué) et le niveau d'alimentation (*ad libitum* vs rationné). Le traitement AL correspondait à un traitement témoin et les traitements PF et R correspondaient à la distribution rationnée d'aliment sur la base des consommations du traitement AL. Le traitement PF correspondait à la distribution de l'aliment Dilué à un niveau de rationnement de 100% de l'AL attendu et le traitement R à la distribution de l'aliment Standard à un niveau de rationnement de 85%. Ces deux derniers traitements avaient pour but d'observer une éventuelle ingestion compensatrice suite à une restriction alimentaire et de déterminer si elle était la conséquence d'un moindre encombre-

Tableau 1 - Présentation du schéma expérimental

		Traitement		
		Ad libitum (AL)	Rationné (R)	Pair fed (PF)
Phase 1 : Restriction 5 jours	Aliment Distribution	Standard ad libitum	Standard rationné (85%)	Dilué rationné (100%)
	Ingestion attendue	Q	0,85 x Q	Q
	Ingéré énergétique attendu	E	0,85 x E	0,85 x E
Phase 2 : Récupération 18 jours	Aliment	Standard	Standard	Standard
	Distribution	Ad libitum	Ad libitum	Ad libitum

ment digestif et/ou d'une réduction des apports énergétiques.

Les stations d'alimentation IVOG® peuvent être programmées afin d'imposer un rationnement individuel journalier aux animaux. Dans ce cas, une fois qu'un animal a consommé la quantité d'aliment qui lui était attribuée, le clapet de la trémie reste bloqué, ce qui ne lui permet plus de faire tomber de l'aliment. En revanche, il peut terminer l'aliment déjà descendu dans l'auge.

Au cours de la seconde phase dite de récupération, tous les porcs recevaient l'aliment Standard à volonté. Le schéma expérimental est présenté dans le tableau 1.

1.3. Régimes expérimentaux et alimentation (tableau 2)

L'aliment Standard a été formulé pour contenir 10,2 MJ d'Énergie Nette Porc par kg d'aliment et 0,82% de lysine digestible. Il était principalement composé de blé, de pois, de tourteaux de soja et de colza. Les niveaux de nutriments de l'aliment Dilué ont été établis selon le type de nutriment considéré : tout d'abord les niveaux d'énergie nette, protéine, lysine, méthionine, cystine, thréonine, tryptophane et acides aminés neutres digestibles ont été fixés à 85% de ceux de l'aliment Standard. Ensuite, les teneurs en minéraux (Ca, P, Na et K) et le rapport tryptophane sur acides aminés neutres étaient équivalents à ceux de l'aliment Standard. De la pulpe de betterave (20%) et du son de blé (13%) ont été utilisés pour atteindre les objectifs nutritionnels.

Les aliments ont été fabriqués à l'atelier expérimental de l'UCAAB. Après mélange et broyage sur une grille de 4 mm, les aliments ont été granulés avec une filière de 50 mm d'épaisseur dont les trous faisaient 5 mm de diamètre.

Des analyses chimiques (matière sèche, matière minérale, protéine, cellulose brute, matière grasse, calcium et phosphore), effectuées au laboratoire de l'UCAAB sur un échantillon d'aliment représentatif de la consommation des porcs, ont permis de valider la conformité des aliments.

1.4. Mesures et enregistrements réalisés

Les animaux ont été pesés à 4 reprises au cours de l'essai, le jour de la mise en lots et deux jours avant chaque phase de restriction.

Tableau 2 - Composition et caractéristiques chimiques des régimes expérimentaux

Traitement	Standard	Dilué
Matières premières		
Composition (% brut)		
Blé	44,00	27,00
Pois	29,50	21,00
Maïs	-	4,00
T, Soja	9,00	5,00
T, Colza	8,50	6,00
Son de blé	3,00	13,00
Pulpes de betterave	-	20,00
Graisse 15	3,50	2,00
Carbonate de chaux	1,00	0,22
Phosphate bicalcique	0,50	0,60
Sel	0,50	0,40
Ucx Lysine 200	-	0,28
COV	0,50	0,50
Valeurs nutritionnelles calculées		
Énergie Nette, MJ/kg	10,25	8,80
MAT, %	18,16	15,41
Lysine Digestible, %	0,82	0,69
Analyses chimiques (%)		
Humidité, %	11,76	12,01
MAT, %	18,05	15,60
Matières Minérales, %	4,65	5,38
Cellulose Brute, %	5,02	7,57
Matières Grasses, %	5,13	3,99
Calcium, %	0,85	0,94
Phosphore, %	0,51	0,52

1.5. Traitement des données et analyses statistiques

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel SAS (Version 6.12, SAS Institute Inc.).

En accord avec LABROUE (1996), nous avons considéré que deux visites successives d'un même animal étaient regroupées au sein du même repas si l'intervalle de temps qui les sépare était inférieur à 2 minutes.

Les consommations (CMJ), la durée consacrée à une activité alimentaire (DMJA), le nombre de repas (NRJ), la consommation moyenne par repas (CMR), la durée moyenne des repas (DMR), la vitesse moyenne d'ingestion (VMI) et le

nombre de visites non alimentaires (NVNA) ont été calculés jour par jour à partir des données enregistrées par l'automate IVOG pour chaque individu.

1.5.1. Prédiction des consommations *ad libitum*

Les traitements R et PF nécessitent de prévoir a priori les niveaux de consommation *ad libitum* individuels que les porcs auraient eu avec l'aliment standard. Ils ont été calculés par extrapolation de régressions entre les consommations et le poids vif (PV), comme l'avaient fait POMAR et MATTE (1995) dans une expérience similaire. Ces régressions ont été réalisées sur les données des 10 jours précédant la programmation de la station IVOG (de 1 à 4 jours avant le début de la restriction). Le poids journalier de l'animal a été obtenu par interpolation et extrapolation linéaire.

Pour la première période, la fonction utilisée pour la régression était la suivante : $CMJ = A + B \times PV + C \times PV^2$

La fonction quadratique s'ajustait assez bien en raison de la forte augmentation de la consommation pendant l'adaptation des animaux au matériel.

Pour la deuxième période, nous avons préféré utiliser la fonction ci-dessous, car à poids égal, les animaux n'avaient pas toujours le même niveau de consommation.

$$CMJ_i = A + B \times PV + C_i, C_i \text{ étant l'effet de l'animal}$$

Par simplification, les quantités d'aliment attribuées à un animal étaient constantes pendant les 5 jours de la phase 1 de chaque période expérimentale.

1.5.2. Analyse des phases de restriction

Afin d'évaluer le niveau individuel de restriction réel (NR) au cours de la première phase de chaque période expérimentale, nous avons dû estimer le niveau de consommation à volonté sur cette période (CMJP). Ce niveau a été calculé individuellement pour chaque période par extrapolation d'une régression linéaire effectuée sur les 10 jours précédant le début de la période expérimentale. Nous avons choisi de maintenir la pente de la régression identique pour tous les individus et de ne faire varier que l'ordonnée à l'origine (A+C_i). L'écriture du modèle est la suivante :

$$CMJ_i = A + B \times j + C_i, j \text{ étant le jour de départ de la régression et } C_i \text{ l'effet de l'animal}$$

Le niveau de restriction réel au jour j pour la première phase de chaque période a été évalué de la manière suivante :

$$NR_j = CMJ_j / CMJP$$

L'analyse du NR au cours des premières phases des trois périodes expérimentales a intégré l'effet du Traitement (T), du Jour (J), de la Période (P), du Sexe (S) et des interactions Traitement x Jour (TJ) et Traitement x Sexe (TS) dans un modèle linéaire mixte en analyses répétées (procédure MIXED) dont l'écriture est la suivante :

$NR_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + S_k + (TS)_{ik} + J_l + (TJ)_{il} + A_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$, où A représente l'effet aléatoire de l'animal au sein du traitement et du sexe considéré, μ la moyenne générale et ε , l'erreur résiduelle.

L'influence du traitement sur les critères de comportement alimentaire a été étudié jour par jour au cours de la première phase de chaque période à l'aide du modèle suivant :

$C_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + J_k + (TJ)_{ik} + A_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, où C représente le critère étudié.

1.5.3. Analyse de la consommation pendant les phases de récupération

Compte tenu de l'augmentation de l'ingestion avec l'âge du porc, l'étude des phases de récupération a été réalisée sur le différentiel entre la consommation moyenne journalière estimée sur la phase de restriction et la consommation observée au cours de la seconde phase de la période expérimentale, pour chaque jour j succédant à la phase de restriction : $\Delta CONSO_j = CMJ_j - CMJP$.

L'influence du traitement sur les consommations de la phase de récupération a été évaluée par analyse de la variance (procédure GLM) avec le modèle suivant : $\Delta CONSO_{ik} = \mu + T_i + P_k + \varepsilon_{ik}$ où T représente l'effet du traitement et P l'effet de la période.

L'effet du niveau de restriction réel moyen

$$(NR_m = [\sum_{i=1}^5 NR_i] / 5)$$

sur les différentiels de consommation et leurs cumuls en période de récupération, a été étudié en entrant l'effet du traitement dans le modèle (β) car à niveau égal de restriction, la restriction en nutriments a été plus forte avec l'aliment Dilué : $\Delta CONSO_{ik} = \mu + T_i + P_k + (\alpha + \beta_i) \times NR_m + \varepsilon_{ik}$.

Si l'hypothèse : « une variation de consommation à un moment affecte l'ingestion des jours suivants, par une régulation métabolique » est vérifiée, alors, le coefficient $\alpha + \beta_i$ ne devrait dépendre que de la concentration énergétique de l'aliment. Si sa valeur est k pour les traitements AL et R, elle devrait être de $k' = 0,85 \times k$ pour le traitement PF.

2. RÉSULTATS

2.1. Effet du traitement sur la phase de restriction

2.1.1. Niveaux de restriction alimentaire obtenus

Les porcs soumis au traitement R ont plus consommé que le protocole ne l'avait prévu alors que ceux soumis au traitement PF ont été rationnés plus que prévu (tableau 3 et figure 1) pendant la phase de restriction. Les résultats permettent toutefois de vérifier que la méthode de régression pour prévoir les consommations *ad libitum* est satisfaisante, puisque le « niveau de restriction » pour le traitement AL est de 1,01. La restriction supérieure aux prévisions ne peut donc pas être attribuée à

Tableau 3 - Effet des traitements sur le niveau de restriction réel et les critères de comportement alimentaire au cours de la première phase expérimentale

	Traitement			σ ² (2)	Période
	AL (1)	R (1)	PF (1)		
Niveau de restriction (kg/kg)	1,01 a	0,93 b	0,85 c <i>j</i> ₁ < <i>j</i> ₄ & <i>j</i> ₅ ; <i>j</i> ₂ & <i>j</i> ₃ < <i>j</i> ₅	0,032	
Critères de Comportement alimentaire					
DA, min/ <i>j</i>	59 a	53 b	53 b <i>j</i> ₁ & <i>j</i> ₂ < <i>j</i> ₄ & <i>j</i> ₅	172	***
CMR, kg	0,16 a	0,16 a <i>J</i> ₁ < <i>j</i> ₄	0,13 b <i>j</i> ₁ < <i>j</i> ₄	5.10 ⁻³	***
VMI, g/min	38 a <i>J</i> ₁ & <i>j</i> ₂ < <i>j</i> ₅	39 a	34 b <i>J</i> ₁ < <i>j</i> ₄ & <i>j</i> ₅	9,7.10 ⁻²	***
DMVNA, min/ <i>j</i>	0,68 ab	0,63 b	0,81 a	0,34	N.S.

(1) : AL = *ad libitum*, PF = *pair fed*, R = *rationné*.

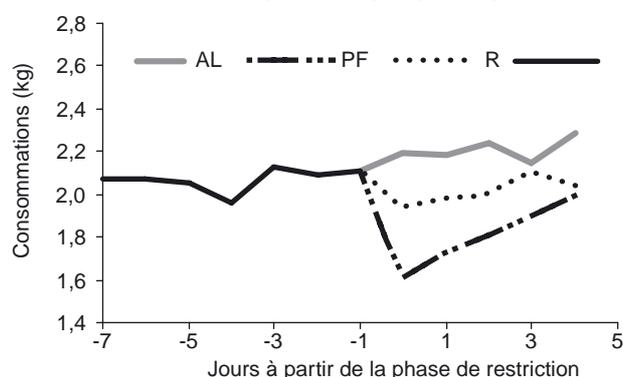
(2) : σ² est l'estimation de la variance des erreurs résiduelles du modèle.

*J*_{*x*} < *j*_{*y*} signifie que le niveau de restriction du *x*-ième jour de la première phase expérimentale est significativement différent de celui du *y*-ième jour, pour le traitement considéré.

a, b, c : Sur une même ligne, les moyennes portant une lettre différente sont significativement différentes (*P* < 0,05) deux à deux.

Signification statistique : *** *P* < 0,0001, N.S. non significatif au seuil de 10%.

Figure 1 - Niveaux de restriction observés - Moyenne des consommations des trois périodes, par jour et par traitement



une sous-estimation de l'ingestion *ad libitum*. Les effets de la période et du sexe ne sont pas significatifs.

Plusieurs explications permettent d'interpréter les surconsommations. Pour la première période, les prévisions des ingestions *ad libitum* avaient été surestimées, car la croissance des consommations, observée pendant la période d'adaptation, s'est ralentie ensuite. Cependant, à chaque période, des animaux ont mangé plus que ce qui leur avait été attribué par la station IVOG. D'une part, ils ont pu dépasser leur « quota » pendant la dernière visite, car le clapet de la trémie ne peut pas se bloquer au milieu d'une visite. D'autre part, ils ont pu terminer ce qui restait dans l'auge, après le passage d'un animal qui n'avait pas mangé tout ce qui lui était alloué. Ils ont pu aussi développer des comportements pour maximiser l'ingéré : agressions des autres porcs, opportunisme à l'auge, etc...

Pour le traitement PF, il n'y a pas eu la régulation métabolique attendue avec un aliment moins concentré en énergie.

La quantité d'énergie consommée est de 0,85 x 0,85, soit 0,72 fois le niveau en *ad libitum*. Le changement d'aliment a provoqué une baisse des consommations. L'animal s'adapte peu à peu à ce nouvel aliment. Les consommations vont en croissant entre le premier jour (niveau de restriction de 0,75) et le cinquième jour (niveau de restriction de 0,94). Au bout du 4^{ème} jour, les niveaux de consommation ne sont pas significativement différents de l'*ad libitum*. Cependant, tous les animaux ne sont pas sensibles de la même manière au changement. Il existe également des « voleurs », qui ne sont pas les mêmes que pour le traitement R.

2.1.2. Effet du traitement sur le comportement alimentaire

Le traitement a affecté tous les critères de comportement alimentaire sauf le nombre de repas et la durée moyenne des repas. Les résultats figurent dans le tableau 3. Les différences entre les 5 jours de la période de restriction sont signalées quand elles sont significatives au seuil de 5%.

La baisse de consommation avec l'aliment dilué riche en fibres, est associée à une vitesse d'ingestion inférieure et une durée consacrée à l'alimentation plus courte ; les repas sont légèrement moins importants. Le traitement R n'engendre pas les mêmes changements de comportement alimentaire. La durée consacrée à l'alimentation est également réduite, mais la vitesse d'ingestion n'est pas affectée.

Les profils horaires des consommations (données non présentées) ont montré que lorsqu'ils sont rationnés, les porcs consomment beaucoup en début de journée lorsqu'ils ont de nouveau la possibilité de faire descendre de l'aliment. La répartition des consommations des animaux PF est sensiblement la même qu'en *ad libitum*, elles sont simplement moins importantes.

Tableau 4 - Effet du traitement sur les différentiels de consommation et les coefficients de régression ($\alpha + \beta i$)⁽³⁾ du niveau de restriction moyen (NR_m), pendant la deuxième phase expérimentale.

	Traitement			Période	R ² (2)
	AL (1)	R (1)	PF (1)		
Différentiels de consommation au jour le jour (kg/j) et en cumul (kg)					
J6	0,08 a	0,37 b	0,3 b	N.S.	0,063
J8	0,10 a	0,16 ab	0,29 b	N.S.	0,041
Cumul J6 et J7	0,19 a	0,51 b	0,48 b	N.S.	0,045
Cumul J6 à J8	0,29 a	0,68 b	0,77 b	N.S.	0,051
Cumul J6 à J9	0,41 a	0,9 b	0,91 b	N.S.	0,039
Coefficient de régression en fonction du traitement (kg) pour les jours 6 à 18 de la deuxième phase expérimentale.					
J6	1,35 a	1,75 b	1,86 b	N.S.	0,23
J7	0,99 a (*)	1,12 c	1,24 b	N.S.	0,13
J8	0,88 a	1,03 c (*)	1,26 b	N.S.	0,15
J9	1,05 a	1,22 b	1,26 b	N.S.	0,12
J10	0,92			N.S.	0,07
J11	1,1	1,26	1,4	**	0,17
J12	0,95 (*)	1,05 (*)	1,21	**	0,14
J13	1,2	1,2	1,4	N.S.	0,14
J14	1,07			N.S.	0,05
J15	0,86	0,91	1,14	N.S.	0,11
J16	0,71			N.S.	0,05
J17	0,95 (*)			N.S.	0,09
J18	1,21	1,36	1,62	N.S.	0,28

(1) : AL = ad libitum, PF = Pair Fed, R = rationné.

(2) : R² est le coefficient de détermination du modèle ne comprenant que les effets significatifs.

a, b, c : Sur une même ligne, les moyennes portant une lettre différente sont significativement différentes ($P < 0,05$) deux à deux.

(3) : dans le modèle $\Delta CONSO_{iK} = \mu + T_i + P_k + (\alpha + \beta i) \times NR_m + \varepsilon_{ik}$

Les statistiques de Student-Fisher ont été calculées pour les jours 6 à 9

Signification statistique : N.S. non significatif au seuil de 10%, ** $P < 0,05$.

(*) : Le coefficient n'est pas significativement différent de 1 au seuil de 5% (test de Student-Fisher).

2.2. Conséquences des restrictions sur l'ingestion au cours de la phase de récupération

2.2.1. Effet du traitement sur l'ingestion ultérieure

Le traitement a eu un effet sur le premier et le troisième jour suivant la phase de restriction, et en cumul, jusqu'au neuvième jour (tableau 4 et figure 2). Sur les 1^{er} et 3^{ème} jours, les animaux soumis aux traitements PF et R ont plus consommé que les animaux AL. Pour les traitements PF et R, les récupérations n'ont pas été significativement différentes l'une de l'autre, bien que les animaux PF aient été, en pratique, beaucoup plus rationnés.

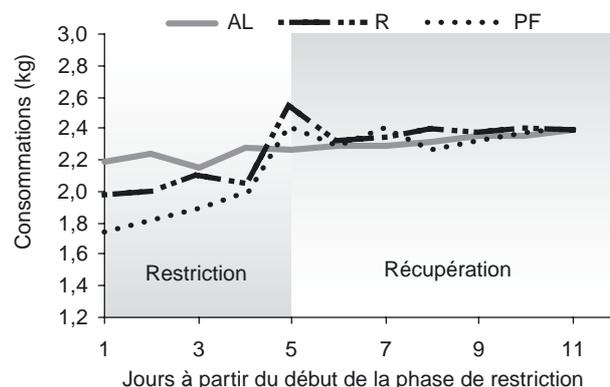
Le coefficient de détermination indique que les traitements imposés ne peuvent expliquer qu'en partie les différentiels de consommation observés ($\Delta Conso$).

2.2.2. Effet du niveau réel de restriction

Les coefficients de régression du niveau de restriction réel par traitement sont mentionnés dans le tableau 4.

Dans le modèle, le traitement n'a jamais eu d'effet direct sur la consommation (T_i non significativement différent de 0). Toutefois, au sein de chaque traitement, l'effet de la restric-

Figure 2 - Effet du traitement sur la phase de récupération Moyennes des consommations des trois périodes, par jour et par traitement



tion n'est pas le même, sauf aux jours 10, 14, 16 et 17. L'effet du niveau de restriction est toujours significatif sur les jours suivants la restriction.

Contrairement aux attentes, au sein de chaque traitement, ce sont les animaux qui avaient été les moins restrictés qui ont consommé le plus après la période de restriction. Ce n'est donc pas une ingestion compensatrice qui pourrait expliquer les surconsommations pendant la deuxième phase. Les ani-

maux qui avaient développé une stratégie afin d'éviter d'être restreints pendant la phase de restriction, pourraient avoir conservé quelques jours ce comportement.

Cependant, pour les animaux AL, soumis à aucune contrainte externe, le niveau de restriction réel est également significatif. Dès J7, les coefficients de régression sont assez proches de 1. Le calcul des prévisions des consommations *ad libitum*, suppose que la pente des courbes d'ingestion est la même pour tous les animaux. Cette approximation qui permet d'écraser les accidents à court terme des courbes, a provoqué un biais. L'effet du niveau de restriction pour le traitement AL peut être dû à une mauvaise estimation. Les pentes très différentes de 1 restent, quant à elles interprétables.

3. DISCUSSION

Si l'hypothèse de l'essai n'a pas été vérifiée, il a apporté des éléments pour expliquer certaines variations de l'ingestion.

Lors de l'essai, il n'y a pas eu de compensation d'ingestion des porcs en relation avec un rationnement individuel, même pendant les jours suivant immédiatement la restriction. Ce résultat est en accord avec la plupart des expériences visant à mettre en évidence le phénomène de croissance compensatrice pendant une longue période de récupération.

Cependant, à l'échelle de la case, le changement de mode d'alimentation a provoqué une surconsommation sur les trois premiers jours pendant lesquels les animaux ont eu de nouveau libre accès à l'aliment. BORNETT et al. (2000) ont étudié le comportement des porcs lors d'une expérience similaire : l'accès à l'alimentation était réduit à deux heures par jour pendant 14 jours pour des animaux logés en cases individuelles. Ce mode d'alimentation a entraîné une adaptation comportementale des porcs, qui sont parvenus à augmenter chaque jour leur ingéré, en optimisant l'occupation du nourrisseur pendant les deux heures d'accès à la nourriture. Pendant la période post-restrictionnelle, leur ingestion était supérieure aux animaux témoins. La restriction a, comme dans l'étude de BORNETT et al. (2000), conduit les animaux à trouver une nouvelle stratégie d'alimentation en « volant »

de la nourriture aux subordonnés. Les animaux « voleurs » ont pu conserver ce comportement, ne sachant pas qu'ils avaient de nouveau accès à la nourriture à volonté, et ainsi se suralimenter pendant les jours succédant la restriction.

La consommation de fibres fermentescibles (pulpe de betterave) entraîne une modification de la flore du tube digestif (JENSEN et JORGENSEN, 1994). Le changement brutal des fermentations a donc pu provoquer dans le cas de l'aliment Dilué une perturbation de l'animal et une baisse de consommation. SCHRAMA et al. (1998) ont également montré que la consommation de pulpe de betterave était associée à une diminution de l'activité physique, ceci pourrait être une manifestation d'une perturbation interne de l'animal.

La baisse de consommation est également certainement à mettre en relation avec l'encombrement de l'aliment dilué. KYRIAZAKIS et EMMANS (1995) ont observé le même phénomène avec un aliment dilué avec du son de blé. Ils ont formulé trois aliments : un aliment de base (B), un aliment encombrant constitué essentiellement de son de blé (W) et un aliment intermédiaire composé de 50% des deux précédents (BW2). Après 14 jours de distribution de l'aliment B ou l'aliment BW2, l'aliment W était distribué pendant 14 jours *ad libitum*. Le changement d'aliment a provoqué une chute de l'ingestion qui était moins importante si l'aliment précédent était déjà encombrant (BW2)

CONCLUSION

Cet essai nous a montré qu'une restriction alimentaire ou nutritionnelle était suivie d'une phase de compensation de l'ingestion, de niveau inégal au sein d'une case de 10 porcs. Contrairement à nos hypothèses, la dilution nutritionnelle de l'aliment n'a pas permis de mettre en évidence une régulation métabolique de l'ingestion à court terme. Toutefois, nous avons réussi à décrire des perturbations de l'ingestion correspondant à des événements facilement identifiables. Cette meilleure compréhension des mécanismes de régulation de l'ingestion pourra permettre de mieux prédire l'ingestion des porcs nourris *ad libitum* pour optimiser les apports nutritionnels et limiter les rejets.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BORNETT H.L.I., MORGAN C.A., LAWRENCE A.B., MANN J., 2000. Anim. Sci., 70, 70, 457-469
- CHIBA L.I., 1994. Livestock Prod. Sci., 39, 213-221.
- COCHRAN W.G., COX G.M., 1968. Experimental Designs, Second edition, John Wiley & Sons., New York.
- DE HAER L.C.M., MERKS J.W.M., KOOPER H.G., BUITING G.A.J., VAN HATTUM J.A. 1992. Anim Prod., 54, 160-162.
- EMMANS G.C., 1995. Congrès Annuel de la FEZ, Prague.
- JENSEN B.B., JORGENSEN H., 1994. Appl. Environ. Microbiol., 60, 1897-1904.
- KYRIAZAKIS I., EMMANS G.C., 1991. Anim. Prod., 52, 337-346.
- KYRIAZAKIS I., EMMANS G.C., 1995. Br. J. Nutr., 73, 191-207.
- LABROUE F., 1996. Aspects génétiques du comportement alimentaire chez le porc en croissance. 1-185. Thèse de doctorat, ENSA de Rennes.
- LOVATTO P.A., SAUVANT D., VAN MILGEN J. 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 241-246.
- NIELSEN B.L., LAWRENCE A.B., WHITTEMORE C.T. 1995. Anim. Sci., 61, 575-579.

- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) 1987. Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals. National Academy Press, Washington DC.
- POMAR C., MATTE J.J., 1995. Journées Rech. Porcine en France, 27, 231-236.
- PRINCE T.J., JUNGST S.B., KUHLERS D.L. 1983. J. Anim. Sci., 56: 846-852.
- RATCLIFFE B. FOWLER V.R. 1980. Anim. Prod., 30: 470.
- SCHRAMA J.W., BOSCH M.W., VERSTEGEN M.W.A., VORSELAARS A.H.P.M., HAAKSMA J., HEETKAMP M.J.W., 1998. J. Anim. Sci., 76, 3016-3023.
- STAMATARIS C., KYRIAZAKIS I., EMMANS G.C. 1991. Anim. Prod., 53, 373-381.
- WHITTEMORE C.T., GREEN D.M., KNAP P.W., 2001. Anim. Sci., 73, 3-17.