

Intérêt zootechnique de l'utilisation, dès le sevrage, de la pulpe de betterave dans les aliments pour le porc

R. LIZARDO, Jany PEINIAU, A. AUMAITRE

*Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles*

*avec la collaboration technique de G. CONSEIL, M. LEFÈVRE, M. MASSARD, H. DEMAY, M. BESNARD, P. DUBOIS,
P. BODINIER et M. ALIX.*

Intérêt zootechnique de l'utilisation, dès le sevrage, de la pulpe de betterave dans les aliments pour le porc

On a comparé l'effet de l'incorporation de pulpe de betterave à un régime de sevrage à base de blé ou de blé extrudé chez le porcelet sevré à 21 jours et jusqu'à 25 kg poids vif. L'extrusion ne modifie pas la croissance, la consommation d'aliment et l'indice de consommation, mais l'addition de pulpe au blé améliore significativement le gain moyen quotidien ainsi que l'indice de consommation ($P < 0,05$) des porcelets au cours du 1^{er} âge. L'addition de polysaccharides non amylacés riches en pectines à la ration semble régulariser le processus digestif immédiatement après le sevrage.

On a également testé l'effet de l'addition d'un même taux de 6% de pulpe de betterave à un régime à base de blé en phase de croissance / finition. On n'observe pas de différence significative pour la croissance journalière ou la conversion alimentaire, dans des conditions d'alimentation rationnée en phase de finition. A l'abattage on a observé une réduction du rendement en carcasse et de l'épaisseur du lard dorsal et une augmentation du pourcentage de muscle de la carcasse, chez les animaux ayant reçu le régime additionné de pulpe ($P < 0,05$). Les données de découpe confirment une diminution du poids de la panne, de la bardière et de la poitrine ($P < 0,01$), alors que le poids des pièces maigres a été identique.

Consequences of the inclusion of sugar beet pulp in diets for early weaned and growing pigs

The effect of extrusion of wheat and of the inclusion of 6% of sugar beet pulp in the diet on the performance of the weaned piglet has been investigated on 80 piglets between 21 days of age and 25 kg live weight. Extrusion of wheat had no significant effect on growth performance and feed conversion ratio. For a similar feed intake, the inclusion of beet pulp improved growth rate and feed conversion ratio ($P < 0.05$), in particular during the period following immediately weaning. An improvement in the digestive process consecutive to the presence of highly fermentative fibre in beet pulp could be responsible for these results.

The effect of the inclusion of 6% of sugar beet pulp in a wheat based diet was subsequently tested during the growing-finishing period between 25 and 100 kg live weight. Average daily gain for the whole period was slightly but not significantly reduced and feed conversion ratio was unchanged. Slaughter performance of animals fed beet pulp showed a significant decrease in the average carcass yield and a decrease in backfat thickness but reversely the percentage of lean meat was improved from 52.8 to 54.0% ($P < 0.05$). No difference on the weight of lean cuts were observed but the presence of dietary beet pulp decreased significantly the weight of fat cuts.

INTRODUCTION

La pratique du sevrage précoce tend à se généraliser en vue d'augmenter la productivité numérique du troupeau de truies. A cet âge, compris entre 21 et 28 jours, le porcelet ne possède pas la capacité digestive suffisante pour utiliser pleinement l'aliment sec concentré (PEINIAU et al., 1994) ce qui se traduit par des diarrhées de post sevrage variables en durée et en gravité. En effet, si la fonction de digestion au niveau de l'estomac et même de l'intestin grêle est fortement sollicitée au cours de l'allaitement, le gros intestin n'est pratiquement pas développé et en conséquence il n'est pas fonctionnel (BOLDUAN et al., 1988). En vue de pallier à des conditions d'exploitation inadéquates, un mauvais environnement ou un manque d'hygiène, on pratique parfois en routine l'addition massive de produits anti-microbiens dans l'aliment. L'extrusion, procédé technologique qui détruit les facteurs anti-nutritionnels et la structure moléculaire de l'amidon est fréquemment conseillé pour les céréales à inclure dans les aliments pour le porcelet (BJÖRCK et ASP, 1983). L'utilisation des matières premières riches en polysaccharides non amylacés (PNAs) en combinaison avec des composants hautement digestibles, a été proposée pour développer à la fois la fonction de digestion dans l'intestin grêle et dans le gros intestin (BOLDUAN et al., 1988). Ainsi une certaine attention a été accordée récemment à l'utilisation de la pulpe de betterave, comme source de PNAs solubles, contenant une proportion élevée de substances pectiques immédiatement fermentescibles (LONGLAND et al., 1994). Cette hypothèse a été formulée depuis longtemps dans l'espèce humaine chez qui les pectines sont recommandées pour les nourrissons. Le bon état sanitaire des porcelets après le sevrage, sans utiliser d'additifs anti-microbiens est remarqué par LOW et al. (1990), qui signalent aussi une digestibilité de 85% des PNAs de la pulpe de betterave à 32 jours d'âge. Ces résultats suggèrent que la population microbienne intestinale est rapidement établie ou même stimulée par l'addition de PNAs à la ration, même si la vitesse de croissance n'est pas le critère le plus approprié pour décrire l'adaptation digestive.

En période de croissance-finition, l'utilisation de régimes riches en fibres, provoque normalement une réduction de la teneur en énergie digestible (ED) variable selon leur nature (NOBLET et HENRY, 1994) et hautement dépendant des caractéristiques physico-chimiques de la fibre (CHABEAUTI et al., 1991), ayant comme conséquence une diminution de la croissance. D'un autre côté, il existe certaines indications selon lesquelles, les régimes riches en pulpe peuvent influencer la composition de la carcasse (CHAUVEL et al., 1975) principalement en raison de la réduction de l'apport en énergie lors de la période de croissance-finition.

L'objectif principal de ce travail est de vérifier les effets de l'addition de la pulpe de betterave, comme source de PNAs, dans les aliments pour le porcelet et son influence sur la croissance. En outre, on étudiera l'influence à long terme de l'utilisation de pulpe en période de croissance-finition avec ses effets sur la composition corporelle à l'abattage.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Croissance pondérale

Pendant la phase de post sevrage (21 jours) et jusqu'à 25 kg de poids vif (PV) on a testé les effets de l'extrusion du blé et de l'incorporation de pulpe dans l'aliment selon un schéma factoriel (2x2). Cette évaluation comprend les périodes de 1er (21 à 42 jours) et 2ème âges (42 jours à 25 kg PV). On a utilisé 80 porcelets (mâles castrés et femelles, en effectif équivalent) croisés Piétrain x Large White, logés individuellement dans un bâtiment à ambiance contrôlée (25+1°C). Les régimes étaient constitués à base de blé (BN) ou de blé extrudé (BE) avec l'incorporation ou non de 6% de pulpe de betterave (BNP et BEP), contenant 41 et 21% de NDF et de ADF respectivement. Des aliments adaptés au 1er et au 2ème âge des porcelets ont été formulés en accord avec les recommandations en énergie, protéines et principaux acides aminés indispensables (INRA, 1989). L'eau et l'aliment (granulé 2,5 mm) ont été distribués à volonté, deux aliments de composition différente ont été formulés et distribués successivement.

Tous les animaux après avoir atteint 25 kg ont été réutilisés et redistribués en 2 groupes correspondants aux régimes à tester durant la phase de croissance (25 à 60 kg PV) et finition (60 à 100 kg PV). Ainsi, pendant cette période on a testé l'incorporation de 6% de pulpe de betterave (BP), dans un régime à base de blé et tourteau de soja (B) (tableau 1). Les animaux ont été logés individuellement dans un bâtiment à ambiance contrôlée, à 18+3°C. L'aliment formulé pour les phases de croissance et finition, granulé à 4,5 mm de diamètre a été fourni selon un plan de distribution journalière avec des augmentations graduelles, soit 1,5 kg, aux alentours de 25 kg PV, avec un maximum de 2,9 kg, à partir de 75 kg PV et jusqu'à l'abattage.

1.2. Abattage et découpe

Les animaux ont subi un jeûne de 24 heures et ont été pesés avant le départ à l'abattoir. Sur la ligne d'abattage on a procédé à la pesée de la carcasse chaude avec tête et aux mesures de l'épaisseur des tissus de la carcasse avec le Fat-O-Meater (FOM, SFK, Copenhague, Danemark). On a effectué deux mesures d'épaisseur de lard (X2, X4) et une du muscle *Longissimus dorsi* (X5) à deux endroits: La première (X2), entre la 3ème et la 4ème vertèbre lombaire, prise à 8 cm de la ligne moyenne de fente de la carcasse ; la deuxième (X4, X5), entre les 3ème et 4ème dernières côtes, à 6 cm de la même ligne moyenne (DESMOULIN et al., 1988). Ces mesures ont été utilisées pour le calcul du pourcentage de muscle de la carcasse à partir de l'équation suivante: $Y = 57,399 - 0,33 X2 - 0,441 X4 + 0,195 X5$ (CCE directive 50, 1989).

Les organes digestifs, estomac, intestin grêle et gros intestin, ont été pesés avant et après avoir été vidés. Environ 24 heures plus tard on a procédé à la pesée de la demi carcasse froide et à la découpe de 24 demi carcasses selon la découpe parisienne normalisée (DESMOULIN et al., 1988), en assurant une répartition des animaux en nombre

Tableau 1 - Composition et analyse chimique des régimes expérimentaux (g /kg)(1)

Régimes	1er âge				2ème âge				Croissance		Finition	
	BN	BE	BNP	BEP	BN	BE	BNP	BEP	B	BP	B	BP
Matières premières												
Blé	540	-	540	-	585	-	585	-	785	720	845	780
Blé extrudé	-	540	-	540	585	-	585	-	-	-	-	-
Graines de soja extrudés	50	50	50	50	65	65	65	65	-	-	-	-
Pulpe de betterave	-	-	60	60	-	-	60	60	-	60	-	60
Tourteaux de soja	247	262	255	247	224	217	211	205	185	190	125	130
Amidon de maïs	68	77	-	8	53,5	60,5	6,5	12,5	-	-	-	-
Huile Végétale	50	40	50	50	30	30	30	30	-	-	-	-
L-Lysine HCl	3	3	3	3	2	2	2	2	-	-	-	-
DL-Méthionine	2	2	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
Premix(2,3)	40	40	40	40	40	40	40	40	30	30	30	30
Analyse chimique												
Matière sèche	881	889	885	895	875	895	883	897	870	871	870	873
Énergie brute (MJ)	17,3	17,2	17,1	17,3	16,6	17,0	16,7	16,9	15,5	15,5	15,5	15,5
Énergie digestible (MJ) (4)	14,8	14,8	14,3	14,3	14,6	14,7	14,2	13,8	13,2	12,8	13,4	13,0
Amidon	376	386	326	344	409	423	354	371	501	427	492	414
Protéine brute (Nx6,25)	192	203	209	207	182	187	189	188	165	172	152	152
Lysine(5)	12,9	13,1	13,0	13,1	11,5	11,4	11,4	11,4	7,9	8,2	6,3	6,6
Méthionine+Cystine(5)	8,8	8,7	8,7	8,6	7,1	7,0	7,0	6,9	6,2	6,1	5,7	5,5
Minéraux	58	56	60	60	53	51	59	57	50	54	47	52
NDF	124	124	141	147	115	129	135	163	109	125	102	115
ADF	49	47	55	56	44	41	50	56	39	44	30	38

(1) Formulation en accord avec les recommandations INRA (1989)

(2) Contenu par kg d'aliment pour les porcelets: Phosphate bicalcique, 14 g; Carbonate de Calcium, 13 g; sel, 3 g; vitamine A, 10000 UI; vitamine D₃, 2000 UI; vitamine E, 75 UI; vitamine K₃, 1 mg; vitamine B₁, 4 mg; vitamine B₂, 10 mg; vitamine B₆, 10 mg; acide nicotinique, 30 mg; vitamine C, 40 mg; vitamine B₁₂, 50 mg; biotine, 200 mg; acide pantothénique, 1,8 mg; choline, 798 mg; Fe, 95 mg; Zn, 102 mg; Cu, 20 mg; Mn, 40 mg; Co, 2,1 mg; I, 1,2 mg; mecadox 50 mg; maltodextrine, 6,935 g

(3) Contenu par kg d'aliment pour le porc en croissance: Phosphate bicalcique, 14 g; Carbonate de Calcium, 18,211 g; sel, 6 g; vitamine A, 5000 UI; vitamine D₃, 1000 UI; vitamine E, 10 UI; vitamine K₃, 2 mg; vitamine B₁, 2 mg; vitamine B₂, 4 mg; vitamine B₆, 1 mg; acide nicotinique, 15 mg; acide folique, 1 mg; vitamine B₁₂, 20 mg; biotine, 200 mg; acide pantothénique, 10 mg; choline, 500 mg; Fe, 80 mg; Cu, 10 mg; Mn, 40 mg; Zn, 100 mg; Co, 0,1 mg; I, 0,6 mg; Se, 0,15 mg

(4) Teneur en ED calculée selon: $Y \text{ (Kcal)} = 1665 - 6,39 \text{ MM} + 0,672 \text{ EB} - 4,33 \text{ NDF}$ (NOBLET et al., 1989)

(5) Contenus calculés à partir de la teneur des matières premières (INRA, 1989)

équivalent selon le sexe et le type d'aliment distribué pendant la période de croissance-finition.

bloc et erreur résiduelle du modèle. Les moyennes ont été comparées par un test de Student-Newman-Keuls.

1.3. Analyses de laboratoire et statistique

Au laboratoire on a procédé aux analyses classiques de la teneur en matière sèche (MS), minéraux (MM), énergie brute (EB), protéine brute (Nx6.25) et amidon des régimes. Les fibres au détergent neutre (NDF), au détergent acide (ADF) et la lignine ont été déterminées par les méthodes de VAN SOEST (1963) et VAN SOEST et WINE (1967). Les teneurs en lysine et méthionine ont été calculées à partir de leur contenu dans les matières premières incorporées dans les régimes (INRA, 1989) et la teneur en énergie digestible (ED) des aliments a été estimée à partir d'une des équations proposées par NOBLET et al. (1989): $Y \text{ (Kcal)} = 1665 - 6,39 \text{ MM} + 0,672 \text{ EB} - 4,33 \text{ NDF}$.

Une analyse de variance a été appliquée à toutes les données, par la procédure GLM (General Linear Models) du programme SAS (Statistical Analysis System, 1991). On a utilisé comme modèle: $Y_{ijkl} = \mu + R_i + S_j + B_k + \varepsilon_{ijkl}$; où R, S, B et ε correspondent respectivement aux effets régime, sexe,

2. RÉSULTATS

2.1. Composition chimique des régimes

L'analyse chimique des régimes montre que la teneur en énergie digestible (ED) baisse de plus de 3%, après introduction de la pulpe de betterave (tableau 1). De la même façon on vérifie que l'addition de pulpe n'entraîne pas de variations de la teneur en acides aminés, tels que la lysine ou les acides aminés soufrés. En général, on observe que l'addition de pulpe de betterave provoque une augmentation de la fraction fibres, soit en NDF, soit en ADF et une réduction de la teneur en amidon.

2.2. Croissance

Chez les porcelets et pour la période globale (tableau 2), on vérifie que le régime BNP permet une croissance supérieure aux les autres ce qui entraîne une réduction de l'indice de

consommation. Ce résultat est la conséquence d'une interaction entre l'extrusion et l'utilisation de la pulpe ($P<0,01$) et qui est observée pour les deux périodes séparément, surtout pour le gain de poids. On constate également qu'au cours du 1er âge (21-42 jours), l'addition de pulpe de betterave permet une vitesse de croissance journalière, supérieure en moyenne de 11% ($P<0,02$), la différence atteignant un maximum de 22% entre les régimes extrêmes. L'ingestion d'aliment a été identique pour tous les régimes, même si les animaux étaient nourris ad libitum, ce qui entraîne un effet améliorateur de l'introduction de la pulpe sur l'indice de consommation ($P<0,05$). En 2ème âge on observe par contre une tendance à l'augmentation de l'ingestion d'aliment dans le cas des régimes contenant le blé normal ($P<0,09$).

Durant la période de croissance-finition, on n'a pas observé de différence pour les paramètres de croissance étudiés (tableau 3). Cependant on a observé une tendance à l'augmentation de la consommation d'aliment ($P<0,14$) et un gain de poids supérieur pour les animaux recevant le régime sans pulpe, ce qui se traduit par une réduction de 5 jours de la durée d'engraissement. En période de croissance, on observe une tendance ($P<0,11$) à l'augmentation de l'ingestion avec le régime B qui se traduit sur le gain moyen quotidien (581 vs 553g) mais pas sur l'indice de consommation. En général on a observé une meilleure réponse de croissance pour les animaux castrés que pour les femelles ($P<0,001$) avec une réduction de 10 jours de la durée d'engraissement.

Tableau 2 - Effet de l'extrusion du blé et de l'addition de pulpe de betterave sur les résultats de croissance des porcelets entre le sevrage et 25 kg PV

	Régimes				Analyse statistique (1)			
	BN	BE	BNP	BEP	Pb	Ex	Pb*Ex	ETR
Période totale: 21 j à 25 kg								
Poids initial (kg)	6,5	6,6	6,5	6,5	0,74	0,97	0,90	0,63
Poids final (kg)	27,5	28,1	28,4	27,8	0,43	0,86	0,16	1,75
Durée (jours)	52	51	50	52	0,85	0,52	0,12	3,4
Consommation d'aliment (g/j)	733	724	752	729	0,27	0,15	0,52	49,9
Gain de poids (g/j)	407b	423ab	437a	410b	0,29	0,50	0,01	36,2
Indice de consommation	1,81	1,72	1,73	1,79	0,88	0,63	0,01	0,13
1er âge: 21 à 42 j								
Consommation d'aliment (g/j)	343	342	344	340	0,86	0,68	0,73	53,3
Gain de poids (g/d)	158b	166ab	193a	167ab	0,02	0,22	0,03	35,5
Indice de consommation	2,33a	2,19ab	1,89b	2,17ab	0,05	0,62	0,09	0,48
2ème âge: 42 j à 25 kg								
Consommation d'aliment (g/j)	1008	999	1047	1001	0,22	0,09	0,26	73,0
Gain de poids (g/j)	584	608	619	583	0,69	0,66	0,02	57,3
Indice de consommation	1,74	1,66	1,70	1,73	0,45	0,38	0,06	0,13

(1) L'interaction régime*sexe est NS; Pb: pulpe de betterave; Ex: extrusion; Pb*Ex: interaction pulpe de betterave*extrusion; valeurs de la probabilité P; ETR: écart type de la résiduelle du modèle

Tableau 3 - Effet de l'addition de pulpe de betterave sur les résultats de croissance entre 25 kg et l'abattage

	Régimes		Sexe		Analyse statistique (1)		
	B	BP	Castrés	Femelles	Régime	Sexe	ETR
Période totale : 25 à 100 kg							
Poids initial (kg)	28,1	27,8	28,1	27,7	0,67	0,20	1,81
Poids final (kg)	100,7	100,3	101,0	100,0	0,75	0,003	1,89
Durée (jours)	106	111	104	114	0,35	0,001	10,7
Consommation d'aliment (g/j)	2130	2060	2170	2030	0,14	0,001	142
Gain de poids (g/j)	691	660	709	643	0,37	0,001	60
Indice de consommation	3,10	3,13	3,07	3,17	0,54	0,001	0,15
Croissance : 25 à 60 kg							
Consommation d'aliment (g/j)	1730	1660	1760	1630	0,11	0,001	161
Gain de poids (g/j)	581	553	596	539	0,57	0,001	69
Indice de consommation	3,01	3,02	2,97	3,05	0,11	0,01	0,19
Finition : 60 à 100 kg							
Consommation d'aliment (g/j)	2670	2650	2740	2590	0,21	0,001	107
Gain de poids (g/j)	843	820	870	793	0,29	0,001	61
Indice de consommation	3,18	3,25	3,16	3,27	0,64	0,002	0,19

(1) L'interaction régime*sexe est NS; valeurs de la probabilité P; ETR: écart type de la résiduelle du modèle

2.3. Caractéristiques de la carcasse

A l'abattage on a observé, pour un poids vif sensiblement identique, un poids de carcasse chaude ($P < 0,02$) et un rendement de carcasse supérieurs pour les animaux qui ont reçu le régime à base de blé (tableau 4). Au contraire, on observe une amélioration du pourcentage de muscle de la carcasse ($P < 0,05$) dans le cas du régime BP dû à une réduction de l'épaisseur du lard aux niveaux lombaire ($P < 0,03$) et dorsal ($P < 0,04$). L'épaisseur du muscle *Longissimus dorsi* est aussi inférieure mais ne diffère pas entre les régimes. L'effet sexe est significatif, sauf pour le rendement de carcasse (NS); ainsi les femelles présentent une carcasse significativement plus légère et moins grasse qui se traduit par une différence

dans le pourcentage de muscle ($P < 0,001$). A la découpe, on a observé la réduction du poids de la demi carcasse froide ($P < 0,07$) et des pièces grasses: poitrine ($P < 0,08$), bardière et panne ($P < 0,01$) avec le régime BP (tableau 5). On a confirmé aussi que les pièces les mieux valorisées, soit le rein (longe + jambon) n'ont subi aucune influence du type de régime distribué aux animaux (21,3 vs 21,1 kg). L'effet sexe est bien clair, les femelles présentant des carcasses avec des pièces grasses plus légères et un poids de la longe plus important ($P < 0,07$). Aucune différence significative due au type de régime n'a été mise en évidence dans le poids frais des organes digestifs vides (tableau 6). Cependant, le contenu de l'intestin grêle et surtout celui du gros intestin ont été supérieurs dans le cas des animaux qui avaient reçu le régime BP ($P < 0,01$).

Tableau 4 - Effet de l'addition de pulpe de betterave sur les résultats d'abattage et le classement des carcasses

	Régimes		Sexe		Analyse statistique (1)		
	B	BP	Castrés	Femelles	Régime	Sexe	ETR
Poids vif à l'abattage (kg)	100,7	100,3	101,0	100,0	0,51	0,003	2,0
Poids carcasse chaude (kg)(2)	81,6	80,1	81,3	80,4	0,02	0,03	2,1
Rendement de carcasse (%)	81,1	79,9	80,5	80,5	0,05	0,93	2,0
Pourcentage de muscle(3)	52,9	54,0	52,0	54,9	0,05	0,001	2,0
X2 épaisseur de lard (mm)(4)	20,9	19,3	21,7	18,6	0,03	0,001	2,7
X4 épaisseur de lard (mm)	17,9	16,5	18,6	15,8	0,04	0,001	2,4
X5 épaisseur de muscle (mm)	53,1	52,1	51,2	53,9	0,33	0,05	6,1

(1) L'interaction régime*sexe est NS ; valeurs de la probabilité P; ETR: écart type de la résiduelle du modèle

(2) Poids de la carcasse chaude avec tête

(3) Calculée d'accord avec l'équation : $Y = 57,399 - 0,33 X2 - 0,441 X4 + 0,193 X5$ (CCE Directive 50, 1989)

(4) X2 mesurée entre la 3ème et la 4ème vertèbres lombaires à 8 cm de la ligne moyenne de la carcasse; X4 et X5 mesurées entre la 3ème et la 4ème dernières côtes à 6 cm de la ligne moyenne de la carcasse (DESMOULIN et al., 1988)

Tableau 5 - Résultats de la découpe de la demi carcasse, selon la découpe parisienne normalisée (en kg)

	Régimes		Sexe		Analyse statistique (1)		
	B	BP	Castrés	Femelles	Régime	Sexe	ETR
1/2 carcasse froide	37,4	36,6	37,1	37,0	0,07	0,83	1,26
Longe	12,39	12,27	12,09	12,58	0,66	0,07	0,78
Jambon	8,91	8,83	8,79	8,95	0,57	0,27	0,42
Épaule	6,13	6,10	6,21	6,02	0,71	0,06	0,30
Poitrine	4,18	3,98	4,18	3,99	0,08	0,10	0,33
Bardière	3,81	3,40	3,89	3,32	0,007	0,001	0,42
Panne	0,69	0,55	0,64	0,60	0,003	0,38	0,13

(1) L'interaction régime*sexe est NS; valeurs de la probabilité P; ETR: écart type de la résiduelle du modèle

Tableau 6 - Poids des organes et contenus digestifs (en g)

	Régimes		Sexe		Analyse statistique (1)		
	B	BP	Castrés	Femelles	Régime	Sexe	ETR
Foie	1630	1660	1640	1650	0,28	0,86	170
Estomac (2)	630	634	634	630	0,73	0,72	70
Contenu gastrique	586	589	576	599	0,98	0,79	470
Intestin grêle (2)	1894	1872	1947	1820	0,67	0,004	230
Contenu de l'intestin grêle	670	821	782	711	0,13	0,44	530
Gros intestin (2)	1700	1768	1774	1695	0,20	0,14	290
Contenu du gros intestin	1567	1808	1766	1613	0,007	0,07	470

(1) L'interaction régime*sexe est NS; valeurs de la probabilité P; ETR: écart type de la résiduelle du modèle

(2) Poids après vidange des contenus

3. DISCUSSION

3.1. Régimes

L'addition de pulpe de betterave provoque une augmentation générale de la fraction fibres (NDF et ADF) des régimes. La teneur en ED déterminée grâce à une équation prenant en compte les minéraux (MM), l'EB et la teneur en NDF adaptée au porc en croissance mérite d'être discutée. En effet, si l'on compare la valeur ED de l'aliment de 1er âge avec les résultats obtenus dans une expérience de digestibilité réalisée dans des conditions absolument identiques et pour les mêmes régimes, soit respectivement, 15.0, 14.9, 14.9 e 15.1 MJ / kg (LIZARDO et al., 1995; données non publiées), on s'aperçoit que la valeur théorique en ED est sous-estimée de 5% environ, quand on incorpore de la pulpe de betterave dans l'aliment du porcelet. Dans le cas de la pulpe, source de PNAs partiellement digérés dans l'intestin grêle (LONGLAND et al., 1984), la teneur en NDF et en MM ne peut pas être un bon estimateur de l'ED. L'utilisation d'un facteur de correction ou la détermination d'équations de prédiction de la teneur en ED, en fonction des matières premières à incorporer semble donc être confirmée en accord avec NOBLET et HENRY (1994).

3.2. Paramètres de croissance

En général les résultats obtenus pendant la phase porcelet ont été inférieurs à ceux de EDWARDS et al. (1991) et de LONGLAND et al. (1994), mais supérieurs à ceux obtenus dans les mêmes conditions avec des régimes à base de sorgho (LIZARDO et al., 1995). L'utilisation de PNAs plutôt qu'un aliment très digestible semble favorable dès le sevrage. On peut penser que les constituants de la pulpe assurent une régularisation du transit gastro-intestinal (BOLDUAN et al., 1988) et servent de support à une activité enzymatique et microbienne dans le gros intestin. Ainsi sur la base des résultats observés en 1er âge, on s'aperçoit que l'addition de 6% de pulpe de betterave au blé permet des performances significativement améliorées, en terme de vitesse de croissance et d'efficacité alimentaire. Au contraire, on vérifie que l'extrusion qui améliore en principe la digestibilité des constituants du blé n'a pas amélioré la croissance des porcelets. Ces données confirment l'appréciation de POND et MANER (1984) sur l'application de ce traitement technologique au blé. L'extrusion des céréales n'est pas nécessaire pour le porcelet au sevrage, au contraire, il semble nécessaire que l'aliment contienne un certain pourcentage de fibre facilement digestible, comme par exemple celle qui est fournie par la pulpe de betterave. Cette observation est confirmée également par EDWARDS et al. (1991) et LONGLAND et al. (1994), qui n'ont cependant pas trouvé de différence de vitesse de croissance.

Les performances en phase d'engraissement sont identiques à la moyenne française (ITP, 1994). Entre régimes on observe que l'addition d'une petite quantité de fibre (Δ 15 g/kg NDF) n'est pas suffisant pour affecter l'ingestion d'aliment et réduire la vitesse de croissance, mais on avait rationné l'aliment après 60 kg. L'addition d'une quantité limitée de pulpe de betterave semble donc réduire faiblement la croissance,

ce qui est en accord avec les résultats de CHAUVEL et al. (1975) obtenus avec un taux de 10% d'incorporation dans l'aliment. On vérifie également que la réduction de la teneur en ED (Δ 0,5 MJ/kg) due à l'ajout de pulpe n'a pas été suffisante pour provoquer une augmentation de l'ingestion de l'aliment pendant la phase de croissance. Une analyse plus attentive permet d'observer que pendant cette période, le niveau d'ingestion de ces animaux tend à diminuer et leur croissance pondérale est réduite dans les mêmes proportions. En finition, le niveau d'ingestion d'aliment est identique entre les régimes et la croissance réduite dans les mêmes proportions que la teneur en énergie digestible. L'adaptation aux régimes riches en fibres prend un certain temps et normalement la réduction de la croissance vérifiée pendant la phase de croissance est compensée durant la finition. Le métabolisme basal des animaux qui ingèrent des régimes plus riches en fibres est supérieur en raison de l'extra chaleur associée à la digestion, la quantité d'énergie nette disponible pour la formation des tissus est donc inférieure (SHI et NOBLET, 1994). Selon ces auteurs, les AGV's résultant de la fermentation microbienne dans le gros intestin apporteraient normalement 15 à 20% de l'ED, chez le porc en croissance mais cette quantité est étroitement liée aux caractéristiques du régime, au niveau alimentaire et au poids des animaux. La capacité d'ingestion ou l'appétit des animaux castrés supérieur à celui des femelles est une donnée très classique.

3.3. Conséquences sur les caractéristiques de la carcasse

Le rendement et le poids de la carcasse sont inférieurs dans le cas du régime BP en raison d'un poids plus élevé du contenu intestinal (Δ 400g). Cependant, il est intéressant d'observer que dans le cas du rendement de carcasse calculé à partir du poids vif vide, la différence entre les deux groupes augmente (Δ 1,80 vs Δ 1,15 kg). Ces observations sont en accord avec les résultats de KAY et al. (1990) qui avaient vérifié une réduction graduelle de ces paramètres avec l'augmentation du contenu en pulpe de betterave des régimes, ainsi qu'une réduction de l'épaisseur du lard. Une amélioration significative du pourcentage de muscle de la carcasse et donc une meilleure valorisation de celle-ci est observée en accord avec les données précédents. CHAUVEL et al. (1975) avaient déjà trouvé une amélioration de la qualité de la carcasse avec l'utilisation de 10 et 20% de pulpe de betterave. Il n'existe pas de différence entre le poids des pièces dites nobles, ce qui peut signifier que l'on peut réduire l'adiposité des carcasses par un apport adéquat de certaines sources de fibres dans les régimes. L'absence d'effet du régime sur le poids du jambon et de la longe montre enfin qu'une réduction très modérée de la teneur en ED du régime n'affecte pas la formation de muscle de la carcasse en réduisant le degré d'adiposité de ces pièces, et ceci quelque soit le sexe des animaux.

CONCLUSION

L'utilisation de la pulpe de betterave permet une améliora-

tion des performances de croissance des porcelets au cours de la période post sevrage, probablement liée à une action positive des PNAs sur la fonction digestive. En outre, l'extrusion du blé ne se montre pas nécessaire pour les aliments à fournir aux porcelets. Bien que l'incorporation de la pulpe de betterave dans la ration entraîne une réduction de la vitesse de croissance chez le porc en croissance-finition, elle a un effet favorable sur le pourcentage de muscle de la carcasse due à une réduction de l'épaisseur et du poids des pièces grasses. Le système actuel de valorisation de la carcasse étant basé uniquement sur le pourcentage de muscle,

l'apport d'un taux plus important de fibres dans les régimes pour le porc en croissance/finition peut contribuer à une amélioration du revenu des éleveurs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont très reconnaissants du soutien financier accordé par la JNICT - Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (Portugal) à M. R. LIZARDO (BD 2786/93 Programa PRAXIS XXI) qui a permis la réalisation de ce travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BJÖRCK I., ASP N.G.; 1983. *J. Food Eng.*, 2: 281-308.
- BOLDUAN G., JUNG H., SCHNABEL E., SCHNEIDER R.; 1988. *Pig News Information*, 9: 381-385.
- CCE; 1989. Décision de la Commission 89/50/CEE relative à l'autorisation des méthodes de classement des carcasses de porc en France. *J. Off. n° L 20 du 25/1/89*, 27-30.
- CHABEAUTI E., NOBLET J., CARRÉ B.; 1991. *Anim. Feed Sci. Technol.* 32: 207-213.
- CHAUVEL J., VILLAIN-GUILLOT J., BOURDON D.; 1975. *Journées Rech. Porc. en France*, 7: 53-60.
- DESMOULIN B., ÉCOLAN P., BONNEAU M.; 1988. *Prod. Anim.*, 1: 59-64. éd. Paris INRA
- EDWARDS S.A., TAYLOR A.G., HARLAND J.I.; 1991. *Anim. Prod.* 52: 131 (Abstr.).
- INRA, 1989. *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. INRA éd., Paris, 282 pp.
- ITP; 1994. *Performances nationales et régionales des élevages porcins français: Année 1993*. ITP, Paris, 38 pp.
- KAY R.M., SIMMINS P.H., HARLAND J.L.; 1990. *Anim. Prod.*, 50: 154 (Abstr.).
- LIZARDO R., PEINIAU J., AUMAITRE A.; 1995. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 56 : 67-82.
- LONGLAND A.C., CARRUTHERS, J., LOW, A.G.; 1994. *Anim. Prod.*, 58: 405-410.
- LOW A.G., CARRUTHERS J.C., LONGLAND A.C., HARLAND J.I.; 1990. *Brit. Soc. Anim. Prod., Winter Meeting*, Scarborough, Paper n° 149.
- NOBLET J., FORTUNE H., DUBOIS S., HENRY Y.; 1989. *Nouvelles méthodes d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc*. INRA éd., Paris, 106 pp.
- NOBLET J., HENRY Y.; 1994. *Livest. Prod. Sci.*, 36: 121-141.
- PEINIAU J., AUMAITRE, A., LEBRETON, Y.; 1994. 45. *Ann. Meet. EAAP, Edinburgh; 1994/09/05-08*. In: EAAP, Programme and abstracts, 322(abstr.P4.2). BSAS, Midlothian.
- POND W.P., MANER J.H.; 1984. *Swine production and nutrition*. AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, 731 pp.
- SAS; 1990. *User's guide: Statistics*. Statistical Analysis Systems Institute, Inc., Cary, NC.
- SHI X.S., NOBLET J.; 1994. *Livest. Prod. Sci.*, 38: 225-235.
- VAN SOEST P.J.; 1963. *J. Ass. Off. Anal. Chem.*, 46: 829-835.
- VAN SOEST P.J., WINE R.H., 1967. *J. Ass. Off. Anal. Chem.*, 50: 50-55.