

Etude de la variabilité de la valeur alimentaire des blés français pour les porcs

Fabien SKIBA (1), Maria VILARIÑO (1), Patrick CALLU (1), David GUILLOU (2), Howard SIMMINS (3)

(1) ARVALIS-Institut du végétal, Pouligne, 41100 Villerable

(2) INZO°, 1 rue de la Marébaudière, BP 96669, Montgermont, 35766 Saint Grégoire Cedex

(3) Danisco Animal Nutrition, PO Box 777, Marlborough, Wiltshire, SN8 1XN, UK

Etude de la variabilité de la valeur alimentaire des blés français pour les porcs

Nous avons étudié, à l'aide de quatre essais, la variabilité de la valeur alimentaire des blés français pour les porcs. Pour les deux premiers essais de croissance, réalisés sur porcelets, huit blés ont été sélectionnés sur la base de leur teneur en glucides non amyliques disponibles ou NSAC pour Non Starch Available Carbohydrates. Pour le troisième essai de digestibilité, sept lots de blés ont été choisis de façon à étudier l'effet du lieu de culture, de la variété et de la teneur en protéines chez le porc charcutier. Parmi ceux-ci, quatre lots ont été retenus pour réaliser un essai de comportement alimentaire sur porcs charcutiers. Aucun effet significatif de la teneur en NSAC sur les performances zootechniques des porcelets n'a pu être mis en évidence à l'aide des huit blés sélectionnés malgré une large plage de variation de la teneur en NSAC (126 à 210 g/kg MS). Les mesures de digestibilité effectuées sur les sept blés n'ont pas permis de mettre en évidence un effet significatif du lieu de culture, de la variété ou de la teneur en protéines sur l'énergie digestible du blé pour les porcs charcutiers qui est restée élevée (3840 kcal/kg MS). Dans l'essai de comportement alimentaire sur porcs charcutiers, les blés n'ont pas entraîné de différence en terme de séquence alimentaire mais le gain moyen quotidien et l'indice de consommation se sont dégradés avec l'aliment et donc le blé le moins riche en lysine.

A study of the variability in the nutritional value of French wheat for pigs

Four trials were carried out in order to study the variability in the nutritional value of French wheat for pigs. Two growth trials, using weaned piglets were conducted with eight batches of wheat. They were selected according to their Non Starch Available Carbohydrate (NSAC) content. A third trial was conducted on seven batches of wheat, where the effects of growing region, cultivar or protein content on digestibility were measured in growing pigs. Among the seven batches, four batches were selected and used in a feeding behaviour and growth trial in growing pigs. The NSAC wheat content, despite a wide range of values (126 to 210 g/kg DM) did not affect growth performance in weaned piglets. There was no effect of growing region, cultivar or protein content on the energy digestibility of wheat (which was high, 16.05 MJ/kg DM) in growing pigs. We did not find any significant effect of wheat batch on feeding behaviour. However, body weight gain and feed conversion ratio were decreased with the feed (wheat) containing the lowest lysine concentration.

INTRODUCTION

Le blé est une matière première très utilisée dans l'alimentation des porcs, que ce soit chez le porcelet ou le porc charcutier. On lui attribue, en général, une valeur énergétique relativement constante (WISEMAN et al, 1982 ; FULLER et al, 1989 ; WISEMAN, 2000). Toutefois, nous avons montré (SKIBA et al, 2002) que l'augmentation de la teneur en protéines (MAT) pouvait, suivant la variété considérée, avoir une influence positive sur la digestibilité fécale de la MAT voire de l'énergie chez le porcelet. En outre, il a été montré (CADOGAN et al, 2003 ; CADOGAN et CHOCT, 2003) que l'augmentation de la teneur en glucides non amylacés disponibles des blés australiens (NSAC pour Non Starch Available Carbohydrates) diminuait la consommation moyenne journalière (CMJ) et le gain moyen quotidien (GMQ) de porcelets ou de porcs charcutiers alimentés avec des régimes contenant environ 60 % de ces blés. Cet effet négatif des NSAC est observé pour des blés de teneurs en énergie digestible (ED) équivalentes. KIM et al (2004) ont également montré un effet significatif de la variété et de la région de culture sur l'ED de blés australiens chez le porcelet.

Nous avons donc souhaité explorer, à l'aide de quatre essais, l'influence éventuelle de la teneur en NSAC (deux essais zootechniques sur porcelets) ou du lieu de culture, de la teneur en MAT et de la variété (un essai de digestibilité et un essai de comportement alimentaire sur porcs charcutiers) sur la valeur alimentaire des blés français.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Description des matières premières et des aliments expérimentaux

1.1.1. Etudes sur l'effet de la teneur en NSAC

- Essai 1 : 4 lots de blés tendres ont été sélectionnés parmi 13 lots de la récolte 2000 à partir des teneurs en NSAC, MAT, humidité et PS. Nous avons choisi deux lots, des variétés Artaban et Altria, présentant des teneurs en NSAC faibles (respectivement 124 et 139 g/kg MS) donc qualifiés de « blés de haute qualité » et deux lots, variétés Aztec et Trémie, avec des teneurs en NSAC fortes (respectivement 199 et 211 g/kg MS) qualifiés de « blés de basse qualité ».
- Essai 2 : Nous avons choisi de travailler intra variété. Sur la base des mêmes analyses, 4 lots de la récolte 2001 ont été retenus (sur 23 lots analysés) : deux lots de la variété Aztec (respectivement 125 et 187 g/kg MS pour la haute et basse qualité) et deux lots de la variété Charger (respectivement 88 et 146 g/kg MS pour la haute et basse qualité).

Dans les deux essais, les matières premières ont été broyées à la grille de 4 mm (3000 tours min⁻¹ soit 64 ms⁻¹). Les blés ont été incorporés à environ 75 % dans des aliments contenant du tourteau de soja, des acides aminés et un AMV de façon à constituer des aliments granulés (4 mm x 42 mm) iso énergie nette (2300 kcal/kg), iso protéiques (180 g/kg) et iso acides aminés.

Tableau 1 - Composition centésimale et analytique (g/kg) des aliments des essais 1 et 2 Arvalis et 4 CRZA

Aliment	Essai 1 Arvalis				Essai 2 Arvalis				Aliment	Essai 4 CRZA			
	1	2	3	4	1	2	3	4		4013	4014	4015	4016
Lot de blé	Artaban	Altria	Aztec	Trémie	Aztec 651	Aztec 737	Charger 738	Charger 650	Lot de blé	Apache 827	Oratorio 828	Altria 829	Apache 796
Composition centésimale (%)													
% de blé	73,20	-	-	-	73,24	-	-	-	% de blé	60,00	-	-	-
% de blé	-	73,69	-	-	-	74,46	-	-	% de blé	-	60,00	-	-
% de blé	-	-	74,66	-	-	-	74,02	-	% de blé	-	-	60,00	-
% de blé	-	-	-	74,15	-	-	-	72,75	% de blé	-	-	-	60,00
T. Soja 48	22,00	21,50	20,50	21,00	22,00	20,75	21,20	22,50	T. Soja 48	9,10	9,10	9,10	9,10
Lysine HCL	0,46	0,47	0,49	0,49	0,44	0,47	0,46	0,43	Corn Gluten Feed	3,90	3,90	3,90	3,90
L-Thréonine	0,20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	Orge	12,30	12,30	12,30	12,30
DL-Méthionine	0,14	0,14	0,14	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12	T. Colza déshuilé	7,00	7,00	7,00	7,00
AMV	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	Huile de colza	0,30	0,30	0,30	0,30
									Son de blé Fin	5,00	5,00	5,00	5,00
									CaCO3	0,10	0,10	0,10	0,10
									P. bicalcique	0,55	0,55	0,55	0,55
									Sel gemme	0,10	0,10	0,10	0,10
									Udt Lysine 400	0,65	0,65	0,65	0,65
									AOV 42 D2 P	1,00	1,00	1,00	1,00
Composition analytique mesurée (g/kg)													
MS	882	886	885	887	881	883	889	889	MS	876	870	871	870
MAT	184	189	185	181	181	186	190	190	MAT	154	172	144	154
CB	28	31	25	23	32	29	25	29	CB	33	36	39	36
Amidon Ewers	441	436	452	462	460	466	467	458	Amidon Ewers	470	438	467	477
MG	16	15	16	15	16	16	17	16	MG	20	20	20	20
MM	54	54	53	51	50	51	51	53	MM	42	44	43	41

1.1.2. Etudes sur l'effet du lieu de culture, de la teneur en MAT et de la variété

- Essai 3 : 7 lots de blés tendres ont été sélectionnés, parmi 18 lots de la récolte 2002, en provenance du Loir et Cher (41), de l'Essonne (91) et de l'Ille et Vilaine (35) à partir des teneurs en MAT, du PS, de la variété et du lieu de culture. Pour être testés dans l'essai de digestibilité, ils ont été broyés à la grille de 4 mm (3000 tours min⁻¹ soit 64 ms⁻¹) et mélangés à 4% d'AMV pour constituer des aliments distribués en farine.
- Essai 4 : Parmi ces 7 lots, 4 ont été comparés dans un essai zootechnique de comportement alimentaire au CRZA (INZO°). Les 4 lots ont été broyés à la grille de 3 mm (3000 tours min⁻¹ soit 110 ms⁻¹) et incorporés à 60 % dans un aliment granulé (5 mm x 50 mm) : une seule formule avec substitution pondérale des blés.

1.2. Analyses biochimiques

Les analyses biochimiques des matières premières et des aliments ont été réalisées en suivant les méthodes décrites dans le programme 81 « analyses des aliments pour animaux » du COFRAC (laboratoires ARVALIS-Institut du végétal de Boigneville et INZO° de Château-Thierry accrédités NF EN ISO/CEI 17025). Les fèces ont été analysés en utilisant les mêmes techniques analytiques. Les teneurs en NSAC des blés ont été mesurées par le SARDI (South Australian Research and Development Institute, Australie). Cette teneur est obtenue en soustrayant l'amidon (Megazyme Total Starch Kit, AOAC Method 996.11) aux glucides totaux (HUDSON et al, 1976). Ce critère correspond donc à la somme des polysaccharides non amyliques (PSNA) et des sucres libres (mono ou oligosaccharides).

1.3. Essais zootechniques et de digestibilité

- Essais 1 et 2 Arvalis : Les porcelets étaient de génotype P76 x Naïma. Ils sont arrivés sur la station expérimentale Arvalis de Pouligne (41) le jour de leur sevrage (28 jours). A 41 jours d'âge, ils ont été mis en lots par blocs sur la base de leur poids vif et de leur sexe, et ont passé 4 semaines en loges individuelles équipées d'un nourrisseur et d'une sucette d'arrivée d'eau. L'essai 1 comportait 3 bandes de 24 animaux soit 18 animaux par aliment. L'essai 2 comportait 2 bandes de 48 animaux soit 24 animaux pour chaque aliment. Le poids vif des animaux a été mesuré (à jeûn) en début d'essai, puis 14 et 28 jours plus tard de même que la consommation de chaque porcelet (nourris *ad libitum*). Des matières sèches (MS) ont été effectuées sur les aliments ainsi que sur les refus et les consommations ont été standardisées à un aliment à 87 % de MS. Les données ont été traitées par analyse de variance (StatView 5.0, SAS Institute Inc.) suivant un dispositif en blocs avec comme facteurs étudiés la bande, le sexe et l'aliment.
- Essai 4 CRZA : A la fin de la période de post-sevrage, les porcelets (génotype Défi+ x Alfa+) ont été répartis par groupe de 10 (5 mâles castrés et 5 femelles) sur la base du poids vif dans 8 cases collectives de 11 m² équipées chacu-

ne d'un nourrisseur et d'un abreuvoir. Deux blocs de 4 cases de poids homogènes ont ainsi été constitués. Le dispositif expérimental était un change over design dans lequel, pour chaque case, se succédaient au cours de 4 périodes de 2 semaines, les 4 aliments expérimentaux distribués *ad libitum*. Les deux premières semaines de l'essai étaient consacrées à l'adaptation des porcs, tous les animaux consommaient un aliment identique à l'aliment expérimental mais contenant un seul type de blé de type « standard ». Les nourrisseurs étaient des stations électroniques d'alimentation IVOG® permettant d'enregistrer individuellement les visites au nourrisseur et d'étudier le comportement alimentaire, chaque porc étant doté d'une puce électronique. Des pesées ont été effectuées toutes les deux semaines à partir de J0 jusqu'à J70. La description des paramètres de comportement alimentaire mesurés a été faite par MATHE et al (2003). Les données individuelles ont été traitées par analyse de variance, les effets période, blocs, sexes et aliments étant les facteurs étudiés (SAS 8.02, SAS Institute Inc.).

- Essai 3 Arvalis : Chaque aliment a été distribué à 5 porcs charcutiers mâles (castrés) de génotype P76 x Naïma pesant 58,5 kg lors des bilans digestifs. Après une période de deux à trois jours d'adaptation aux cages, les animaux consommaient l'aliment expérimental pendant 12 jours. Les fèces étaient collectés intégralement pendant les 3 derniers jours et conservés à -18°C. Pendant toute la période de l'essai les animaux recevaient l'aliment deux fois par jour sous forme de farine humidifiée à l'auge au moment des repas (1,5 volume d'eau pour un volume de farine) à raison d'environ 3,3 % de leur poids vif. Les quantités de matière sèche ingérées et excrétées étaient mesurées individuellement et quotidiennement. Les constituants chimiques des régimes ont été dosés dans les fèces après homogénéisation, échantillonnage et lyophilisation ainsi que dans les aliments et les matières premières. La digestibilité fécale apparente des aliments a été calculée directement à partir des bilans. Les données ont été traitées par analyse de variance (StatBox 6.23, Grimmersoft) suivant un dispositif en randomisation totale avec 5 répétitions par traitement et avec comme facteur étudié le lot de blé.

2. RÉSULTATS

2.1. Etudes sur l'effet de la teneur en NSAC

2.1.1. Composition chimique des matières premières et des aliments expérimentaux

- Essai 1 : Les 4 blés sont très proches en terme de composition chimique. Ils diffèrent entre eux principalement par leur teneur en NSAC (126 à 210 g/kg de MS). Les blés qualifiés de « basse qualité » sur la base de ce critère, présentent des teneurs en sucres totaux et en glucose supérieures et des teneurs en parois insolubles, NDF, ADF ou fibres inférieures aux blés de « haute qualité ». Les niveaux de viscosité spécifique (VS) sont conformes au classement variétal. Les duretés indiquent que les blés Artaban et Altria sont de type « soft » à « extra soft » alors que les blés Aztec et Trémie sont de type « medium soft » à « medium hard ».

Tableau 2 - Composition chimique (g/kg MS) des blés des essais 1 et 2 Arvalis (effet de la teneur en NSAC)

Matière première	Essai 1 Arvalis				Essai 2 Arvalis			
	Blé Artaban	Blé Altria	Blé Aztec	Blé Trémie	Blé Aztec	Blé Aztec	Blé Charger	Blé Charger
Année de récolte	2000	2000	2000	2000	2001	2001	2001	2001
Numéro usine	503	505	482	489	651	737	738	650
Département	41	41	91	41	91	41	41	91
Qualité	"haute"	"haute"	"basse"	"basse"	"haute"	"basse"	"haute"	"basse"
MS	858	868	862	877	865	869	879	870
MAT	120	122	127	122	117	126	122	114
MM	17	17	17	16	15	17	15	14
EB (kcal/kg MS)	4422	4442	4432	4406	4385	4390	4399	4394
Amidon	696	685	699	682	700	707	707	710
P	3,4	3,7	3,7	3,5	3,2	3,3	2,8	2,9
MG	17	15	18	18	24*	31*	25*	23*
CB	30	26	27	24	33	26	21	24
Parois	123	126	107	110	110	110	108	113
NDF	130	133	108	112	116	115	115	117
ADF	35	39	28	29	30	27	29	31
ADL	11	12	10	10	11	10	12	13
Fibres	102	124	88	109	113	98	110	115
Sucres totaux	49	37	51	55	30	22	22	23
AX solubles	6,5	6,1	8,2	6,1	9,1	8,4	6,9	7,2
Rhamnose	0,01	0,07	0,02	0,03	0,10	0,20	0,40	0,10
Fucose	0,04	0,01	0,05	0,18	0,20	0,30	0,20	0,20
Arabinose	3,6	3,4	4,4	3,3	4,7	4,3	3,7	4,0
Xylose	3,8	3,5	5,0	3,5	5,6	5,3	4,1	4,2
Mannose	4,4	3,7	3,3	5,4	6,0	5,3	6,5	6,5
Galactose	3,0	2,5	2,5	2,8	3,0	2,9	2,4	2,9
Glucose	18	16	24	28	22	20	20	24
NSAC	126	139	200	210	125	187	88	146
VS (ml/g MS)	2,4	2,6	4,3	2,3	7,4	7,2	3,9	3,1
PS (kg/hl)	74	73	72	74	80	77	74	76
PMG (g/sec)	35	39	33	38	44	42	40	40
Dureté	11	8	35	50	54	49	47	47
DON µg/kg	<LD	<LD	430	240	<LD	<LD	<LD	<LD
Somme	978	972	976	953	976	999	983	982

MS : matière sèche ; MAT : matières azotées totales (Nx6,25) ; MM : matières minérales ; EB : énergie brute ; Amidon : méthode Ewers ; P : phosphore ; MG : matières grasses brutes (sauf * avec hydrolyse=MGH) ; CB : cellulose brute ; Parois : parois insolubles dans l'eau ; NDF, ADF, ADL : fibres Van Soest ; Fibres = 1000 - (MM + MAT + MG + Amidon + sucres) ; Sucres totaux : Luffschorl ; AX sol : arabinoxylyanes solubles (chromatographie en phase gazeuse)=(Arabinose + Xylose) x 0,88 ; NSAC : Non Starch Available Carbohydrate ; VS : viscosité spécifique AFNOR NF V03-749 ; PS : poids spécifique ; PMG : poids de mille grains ; Dureté : méthode infrarouge ; DON : désoxyynivalénol LD=Limite de détection = 30 µg/kg - Laboratoire Qualtech ; Somme = MAT + Amidon + parois insolubles + MG + MM + AX solubles

- Essai 2 : Les blés sélectionnés sur la base de leur teneur en NSAC (88 à 187 g/kg MS) se différencient essentiellement par leurs teneurs en protéines (114 à 126 g/kg de MS). On ne retrouve pas les différences de l'essai 1 sur les teneurs en « fibres » et sucres entre blés de « basse » et de « haute qualité ». Les blés de variété Aztec présentent de très fortes valeurs de viscosité, liées à l'année de récolte (augmentation importante de la VS en 2001 pour certaines régions). Les 4 lots peuvent être qualifiés de « medium hard » sur la base de la dureté. Les 8 lots des deux essais présentent de faibles niveaux de mycotoxines, en particulier de DON. Les aliments distribués lors des deux essais sont conformes aux valeurs prévisionnelles de formulation pour les critères contrôlés, en particulier sur la teneur en protéines (181 à 190 g/kg).

2.1.2. Essais zootechniques

Les porcelets pèsent respectivement 12,6 kg et 11,6 kg dans les essais 1 et 2 au début de l'essai (41 jours d'âge) et 31 kg ou 30,8 kg à la fin de l'essai (69 jours d'âge). La CMJ est respectivement de 1094 g et 1195 g, pour les essais 1 et 2, pour un GMQ de 659 g et 684 g et un IC de 1,66 et 1,75. Quel que soit l'essai et le critère considéré, aucune différence significative n'est observée sur les 14 premiers ou 14 derniers jours d'essai. L'écart maximum entre les traitements est respectivement de 2 kg et 0,9 kg de poids vif, 116 g et 37 g de CMJ, 67 g et 30 g de GMQ et 0,06 et 0,08 point d'indice après 28 jours d'essai pour les essais 1 et 2, ces différences étant non significatives intra essai. Dans l'essai 1,

Tableau 3 - Résultats des essais 1 et 2 Arvalis (effet de la teneur en NSAC)

Essai	Essai 1 Arvalis						Essai 2 Arvalis					
	Aliment 1	Aliment 2	Aliment 3	Aliment 4	Proba (1)	(2)	Aliment 1	Aliment 2	Aliment 3	Aliment 4	Proba (1)	(2)
Blé	Artaban	Altria	Aztec	Trémie	Effet Blé	ETR	Aztec 651	Aztec 737	Charger 738	Charger 650	Effet Blé	ETR
Nombre de porcelets	18	17	17	18			23	24	23	22		
(kg)												
Poids J41	12,5	12,7	12,8	12,4	NS	1,8	11,7	11,7	11,7	11,6	NS	1,2
Poids J55	21,0	20,6	20,8	19,9	NS	3,0	19,8	19,7	19,8	19,4	NS	1,9
Poids J69	32,0	30,8	31,3	30,0	NS	3,9	30,9	31,1	31,1	30,2	NS	2,7
(g/j)												
CMJ J41-J55	946	909	932	837	NS	170	973	946	923	914	NS	135
CMJ J55-J69	1344	1255	1310	1221	NS	197	1436	1486	1438	1445	NS	200
CMJ J41-J69	1145	1081	1121	1029	NS	160	1205	1216	1180	1179	NS	153
(g/i)												
GMQ J41-J55	611	563	569	537	NS	114	582	577	578	559	NS	74
GMQ J55-J69	785	731	751	724	NS	122	788	812	806	770	NS	86
GMQ J41-J69	698	648	660	631	NS	95	685	694	692	664	NS	63
IC J41-J55	1,55	1,63	1,65	1,58	NS	0,13	1,68	1,65	1,61	1,64	NS	0,14
IC J55-J69	1,72	1,75	1,75	1,71	NS	0,17	1,83	1,83	1,78	1,88	NS	0,15
IC J41-J69	1,64	1,68	1,70	1,64	NS	0,10	1,76	1,75	1,70	1,78	NS	0,13

(1) NS : $P > 0,05$

(2) ETR : écart type résiduel pour l'analyse de variance

c'est entre le blé contenant la plus faible teneur en NSAC (Artaban) et celui contenant la plus forte teneur (Trémie) que l'on observe les différences les plus fortes, bien que non significatives (mais aucune différence sur l'IC). Aucune relation significative n'a été mise en évidence entre la teneur en NSAC et la CMJ ou encore le GMQ ou l'IC intra essai. On constate que les performances enregistrées dans ces deux essais sont très bonnes. Une matrice de corrélation (données non présentées) a été réalisée à partir des deux essais pour chercher les relations entre les performances zootechniques et les caractéristiques chimiques des blés. Aucune relation significative entre la teneur en NSAC des blés et les paramètres zootechniques n'a été mise en évidence.

2.2. Etudes sur l'effet du lieu de culture, de la teneur en MAT et de la variété

2.2.1. Composition chimique des matières premières et des aliments expérimentaux

Les 7 lots sélectionnés sont assez voisins en terme de composition chimique. Ils diffèrent principalement par leur teneur en MAT (104 à 137 g/kg MS) et donc en amidon (671 à 704 g/kg MS) même si pour ces lots la corrélation entre amidon et protéines est assez faible ($r = -0,74$) mais également par leur énergie brute (4433 à 4508 kcal/kg MS).

Pour étudier l'effet du lieu de culture, pour une même variété et une composition chimique proche, on peut donc comparer les lots Apache 796 et 807, cultivés sur des lieux proches (même département, Loir et Cher, 15 km de distance), ou ajouter au couple précédent le lot Apache 827 cultivé en Ille et Vilaine ou le lot Apache 817 cultivé dans l'Essonne pour les comparer à des sites plus éloignés. Pour les lieux proches, la

composition chimique des deux lots est extrêmement semblable par contre pour les deux lots plus éloignés des différences apparaissent sur la teneur en MAT.

Pour étudier l'effet teneur en MAT, on peut comparer intra variété (Apache) pour des lieux proches avec une plage de seulement 10 points (114 à 125 g/kg MS) ou en intégrant d'autres lieux de culture de la même variété (plage de 108 à 129 g/kg MS) ou toutes variétés confondues (plage de 104 à 137 g/kg MS).

Pour ce qui est de l'effet variété on peut mettre en parallèle les lots Altria 829 et Apache 817 car de compositions chimiques très proches ou encore les lots Oratorio 828 et Apache 795 bien que dans ce cas les différences de composition ne ressortent pas seulement sur la MAT (137 vs 125 g/kg MS) mais aussi sur les teneurs en parois insolubles (122 vs 107 g/kg MS) ou en NDF (141 vs 120 g/kg MS).

Dans l'essai 4, les différences de composition (MAT de 144 à 172 g/kg et amidon de 438 à 477 g/kg) entre aliments sont le reflet des différences de composition entre les blés. En effet, la formule unique était établie sur la base d'un blé standard et, lors de la fabrication, on a simplement substitué un blé par un autre sans reformulation pour se mettre dans les conditions d'un fabricant d'aliment recevant différentes livraisons de blé à un instant donné c'est à dire sans remise à jour possible de sa matrice de formulation entre les différents lots de blés.

2.2.2. Essais de digestibilité et zootechnique

Les résultats de l'essai 3 montrent de faibles écarts de digestibilité entre les 7 blés étudiés. Les différences maximales

Tableau 4 - Composition chimique (g/kg MS) des blés de l'essai 3 Arvalis et de l'essai 4* CRZA (effet du lieu, de la variété et de la teneur en protéines)

Matière première	Blé Apache	Blé Apache*	Blé Apache	Blé Apache	Blé Apache*	Blé Oratorio*	Blé Altria*
Année de récolte	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002
Numéro usine	795	796	807	817	827	828	829
Département	41 Lieu 1	41 Lieu 2	41 Lieu 3	91	35	35	35
MS	878	868	875	874	875	867	869
MAT	125	115	114	108	129	137	104
MM	15	15	16	17	16	19	17
EB (kcal/kg MS)	4433	4460	4440	4444	4455	4508	4454
Amidon	701	704	704	697	695	671	697
MGH	26	26	26	26	23	24	23
CB	22	23	23	24	23	27	26
Parois insolubles	107	114	116	119	110	122	129
NDF	120	125	128	131	134	141	143
ADF	30	34	34	33	40	32	35
ADL	9	9	10	9	13	10	10
Fibres	109	114	113	120	113	123	127
Sucres totaux	24	26	27	32	24	26	33
AX solubles	4,7	5,0	5,3	5,6	4,8	5,2	6,3
Rhamnose	0,16	0,12	0,14	0,13	0,14	0,09	0,11
Fucose	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Arabinose	2,7	2,9	3,0	3,2	2,7	3,1	3,4
Xylose	2,6	2,8	3,1	3,1	2,7	2,8	3,7
Mannose	3,3	3,2	3,9	4,2	3,5	4,3	4,6
Galactose	2,7	2,9	2,8	3,2	3,1	3,1	2,9
Glucose	24	23	24	25	26	20	20
VS (ml/g MS)	2,2	2,4	2,5	2,5	2,3	1,6	2,7
PS (kg/hl)	81	77	77	75	78	78	76
PMG (g/sec)	41	37	40	37	31	33	43
Dureté	55	50	44	40	56	29	15
DON (µg/kg)	0	80	80	80	0	109	137
Somme	979	979	981	972	977	978	975

Légende : cf tableau 2

sont ainsi de 1,8, 1,8 et 2 points de digestibilité sur les CUD de la MS, MO et EB respectivement. Cet écart n'est que de 78 kcal/kg MS sur l'ED. Toutes ces différences apparaissent comme non significatives. Des écarts plus forts apparaissent sur les CUD de la MAT, de la MGH et de la CB, respectivement 4, 14 et 8 points, seuls les deux premiers étant significatifs. Pour les CUD MGH et CB les écarts plus forts sont probablement liés à une variabilité analytique plus grande sur ces critères. Dans ces conditions, on ne met en évidence aucun effet du lieu de culture, que ce soit pour des lieux proches ou éloignés (excepté les CUD MAT et MGH) sur les valeurs nutritionnelles. Il en est de même pour la variété, la seule différence significative entre Oratorio et Apache 795 étant sur le CUD MAT et sur le CUD MGH entre Altria et Apache 817. Tous lots confondus, on retrouve un effet significatif de la teneur en MAT uniquement sur le CUD MAT, cette relation n'étant plus significative intra variété.

Lors de l'essai 4, les porcs débutent l'essai à un poids moyen de 45,8 kg (J14) pour terminer à un poids moyen de 98,2 kg (J70). Aucun des paramètres de comportement ali-

mentaire mesuré ne fait apparaître de différence significative entre les blés. Les performances zootechniques ne sont pas différentes en terme de séquence alimentaire par contre l'aliment à base de blé Altria conduit à un GMQ et à un IC significativement dégradés.

3. DISCUSSION

Essais 1 et 2 : On ne retrouve pas, avec ces huit blés, sur deux campagnes de récolte, l'effet défavorable (-47 %) des NSAC sur l'ingestion ou le GMQ des porcelets rapporté par CADOGAN et al (2003). Les blés étudiés se situent pourtant dans la même plage de variation (119 à 165 g de NSAC/kg MS) mais leurs travaux étaient conduits sur des porcelets de 7 à 9 kg avec des niveaux de consommation plus faibles (270 à 517 g/j). Cependant CADOGAN et al (2000) ont aussi observé un effet défavorable des NSAC sur la consommation de porcs charcutiers entre 30 et 60 kg (-11 % de CMJ et -8,5 % de GMQ). L'effet des NSAC serait lié à l'action conjuguée des polysaccharides non amylacés (PSNA) surtout solubles mais aussi insolubles. Les porcelets de nos deux essais ne sont pas sensibles à la viscosité spéci-

Tableau 5 - Résultats de l'essai 3 Arvalis (effet du lieu, de la variété et de la teneur en protéines sur la digestibilité)

Matière première	Blé Apache	Blé Apache*	Blé Apache	Blé Apache	Blé Apache*	Blé Oratorio*	Blé Altria*		
Numéro usine	795	796	807	817	827	828	829		
Année de récolte	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002		
Département	41 Lieu 1	41 Lieu 2	41 Lieu 3	91	35	35	35		
Nombre d'animaux	5	5	5	5	5	5	5	Proba	(2)
Coefficients d'utilisation digestive (CUD en %)								Effet Blé	ETR
Matière Sèche	86,9	86,9	86,5	86,7	87,7	85,9	86,1	NS	1,2
Matières Azotées Totales	81,3 ^c	82,1 ^{bc}	81,0 ^c	81,7 ^c	85,0 ^a	84,6 ^{ab}	81,2 ^c	p<0,05	2,1
Matière Organique	89,3	89,4	89,0	89,1	90,2	88,4	88,5	NS	1,0
Energie Brute	86,2	86,6	86,0	85,9	87,4	85,4	85,7	NS	1,3
Matières Grasses (hyd)	33,5 ^{ab}	43,2 ^a	35,7 ^{ab}	30,9 ^b	37,6 ^{ab}	38,9 ^{ab}	44,9 ^a	p<0,05	6,3
Cellulose Brute	32,9	35,8	35,2	27,8	32,9	28,3	30,0	NS	6,7
ED (kcal/kg MS)	3821	3862	3818	3815	3893	3852	3819	NS	56

(*) : lots de blés testés dans l'essai 4 CRZA

(1) NS : p>0,05

a,b,c : groupes homogènes par le test de Newman et Keuls

(2) ETR : écart type résiduel pour l'analyse variance

Tableau 6 - Résultats de l'essai 4 CRZA

(effet du lieu, de la variété et de la teneur en protéines sur le comportement alimentaire et les performances zootechniques)

Aliments	Apache 827	Oratorio 828	Altria 829	Apache 796	Proba (1)	(2)
Nombre de porcs charcutiers par aliment	76	76	76	76	Effet Blé	ETR
Performances zootechniques						
GMQ (g/j)	939 ^a	949 ^a	874 ^b	979 ^a	p<0,01	179
CMJ (kg)	2,397	2,393	2,417	2,433	NS	0,34
IC	2,58 ^b	2,54 ^b	2,94 ^a	2,59 ^b	p<0,01	0,70
Ingestion volontaire (g/kg de poids vif)	3,43	3,43	3,47	3,44	NS	0,41
Critères de comportement alimentaire						
Durée moyenne des visites alimentaires (min)	4,0	3,9	4,0	4,1	-	-
Durée moyenne des visites non alimentaires (min)	0,9	0,8	0,9	0,8	NS	0,4
Consommation moyenne par visite alimentaire (kg)	0,170	0,175	0,181	0,178	NS	0,06
Intervalle moyen entre deux visites (min)	86,3	88,8	89,7	89,0	NS	30,7
Durée moyenne par jour (min)	57,3	54,7	55,6	57,7	NS	10,3
Durée moyenne par jour alimentaire (min)	55,5	53,1	53,6	55,6	NS	10,6
Nombre de visites par jour	17,6	17,2	17,6	18,2	NS	6,7
Nombre de visites non alimentaires par jour	2,1	2,1	2,3	2,6	NS	2,4
Nombre de repas par jour	12,3	12,3	12,4	12,4	NS	3,6
Vitesse moyenne d'ingestion (g.min ⁻¹)	44,8	46,1	46,1	44,8	NS	7,5

(1) : NS : p> 0,05

a,b : groupes homogènes par le test de Newman et Keuls

(2) ETR : écart type résiduel pour l'analyse de variance

fique des blés (et donc à la teneur en arabinoxylanes solubles) puisque l'on n'observe pas de différence de performances pour des régimes contenant 75 % de blé de VS comprises entre 2,3 et 7,4 ml/g MS.

Essais 3 et 4 : Les mesures de digestibilité réalisées sur les 7 blés montrent que ceux-ci sont peu variables pour leurs ED (moyenne=3840 kcal/kg MS, écart maximum de 78 kcal/kg MS). Cette valeur est proche de la moyenne de la base Arvalis (3850 kcal/kg MS, n=43) ou de la valeur de la table INRA-AFZ (2002). Les plages de variation observées par WISEMAN (2000) au Royaume Uni, par ZIJLSTRA et al (1999) au Canada ou KIM et al (2004) en Australie (respectivement 359, 335 et 520 kcal/kg MS) ne

se retrouvent pas dans la présente étude. En cherchant à ne faire varier qu'un seul facteur à la fois (lieu de culture, variété ou MAT) nous n'éclatons pas beaucoup la variabilité ce qui se retrouve sur la composition chimique et les mesures de digestibilité. Aucun effet du lieu de culture ni de la variété n'est donc mis en évidence contrairement aux résultats de KIM et al (2004) ou de ANDERSON et BELL (1983). KIM et al (2004) trouvent un effet important du lieu de culture à la fois sur la composition chimique et sur l'ED de ceux-ci pour les jeunes porcelets (7 kg) avec une corrélation importante de certains critères (ED, MAT, NDF, lignine, NSP) avec la pluviométrie. Dans l'essai 3, l'effet lieu de culture se retrouve essentiellement à travers les niveaux de protéines des blés, et donc d'amidon, qui reflètent, intra

variété, des niveaux et des pratiques de fertilisation azotée différents. Par contre le climat et la pédologie ont eu peu d'influence sur la composition physico-chimique des blés. Même si toutes variétés confondues, on retrouve comme précédemment (SKIBA et al, 2002) une relation entre MAT et CUD MAT ($r=0,77$, $p<0,05$) cette relation n'est plus significative si l'on se place intra variété (Apache). Il n'existe jamais de corrélation entre MAT et ED. Nous n'avons pas pu mettre en évidence les corrélations négatives entre ED et xylose ou NDF évoquées par ZIJLSTRA et al (1999) ou KIM et al (2004), ce dernier montrant de plus une relation négative entre l'ED et le phosphore phytique ou le phosphore total, probablement à cause de la faible plage de variation de l'ED de l'essai 3. Les résultats de l'essai 4 confirment l'absence d'effet de la variété ou du lieu de culture sur les performances et le comportement alimentaire des porcs charcutiers. Par contre les porcs charcutiers répondent à la teneur en protéines du blé à travers son apport en lysine. Ainsi, la dégradation des performances zootechniques (GMQ et IC) enregistrée avec l'aliment à base de blé Altria est reliée à la teneur inférieure en lysine de l'aliment recalculée à partir des analyses des matières premières (données non présentées).

CONCLUSION

Le critère NSAC n'est pas un bon prédicteur de l'ingestion de blé par les porcelets contrairement à d'autres études réalisées en Australie en particulier. A compositions chimiques relativement proches, les blés français ne présentent pas de valeurs énergétiques différentes en fonction du lieu de culture ou de la variété cultivée, ce qui est confirmé par les mesures de performances zootechniques ou les critères de comportement alimentaire. En outre, la teneur en protéines ne joue pas sur la valeur énergétique. S'il convient de tenir compte de la teneur en protéines pour prédire la teneur en acides aminés du blé, il semble que pour estimer la valeur énergétique, on puisse utiliser les équations basées sur le fractionnement de la matière organique sans avoir à tenir compte de la variété ou du lieu de culture.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'équipe technique de la station expérimentale de Pouline ainsi qu'à l'équipe du laboratoire d'analyses biochimiques de Boigneville mais également au personnel du CRZA.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON D.M., BELL J.M., 1983. *Can. J. Plant Sci.*, 63, 393-406.
- CADOGAN D.J., PARTRIDGE G.G., SIMMINS P.H., 2000. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci.*, 21.
- CADOGAN D.J., CHOCT M., CAMPBELL R.G., 2003. *Can. J. Anim. Sci.*, 83, 105-112.
- CADOGAN D.J., CHOCT M., 2003. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 14, 179-190.
- FULLER M.F., CADENHEAD A., BROWN D.S., BREWER A.C., CARVER M., ROBINSON R., 1989. *J. Agric. Sci.*, 113, 149-163.
- HUDSON G.J., JOHN P.M.V., BAILEY B.S., SOUTHGATE D.T., 1976. *J. Sci. Food Agric.*, 27, 681-687.
- INRA-AFZ, 2002. *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage*. SAUVANT D., PEREZ J.M., TRAN G. Coord., INRA Eds, Paris, 291p.
- KIM J.C., MULLAN B.P., SIMMINS P.H., PLUSKE J.R., 2004. *Animal Science*, 78, 53-60.
- MATHE D., MONEGER R., GUILLOU D., 2003. *Journées Rech. Porcine*, 35, 127-132.
- SKIBA F., CALLU P., METAYER J. P., BARRIER-GUILLOT B., 2002. *Journées Rech. Porcine*, 34, 59-65.
- WISEMAN J., COLE D.J.A., LEWIS D., 1982. *J. Agric. Sci.*, 98, 89-97.
- WISEMAN J., 2000. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 84, 1-11.
- ZIJLSTRA R.T., DE LANGE C.F.M., PATIENCE J.F., 1999. *Can J. Anim. Sci.*, 79, 187-194.