

A 8508

L'ENSILAGE DE MAÏS GRAIN HUMIDE AVEC OU SANS RAFLE POUR L'ALIMENTATION DES PORCELETS APRÈS SEVRAGE DE 9 À 24 KG

J. CASTAING (1), R. COUDURE (1), J. FEKETE (2)

(1) A.G.P.M., 122 boulevard Tourasse, 6400 PAU

(2) I.T.C.F., 8 avenue du Président Wilson 75116 PARIS

L'emploi du maïs grain humide pour l'alimentation des porcs charcutiers se pratique de plus en plus; l'ensemble des résultats expérimentaux fait ressortir une équivalence de la valeur alimentaire de la matière sèche du maïs grain conservé en sec ou conservé en ensilage (FEVRIER *et al.*, 1971; KERMOAL *et al.*, 1971; FEVRIER *et al.*, 1972; GAYE ET MOAL, 1972). Des travaux plus récents ont confirmé ces résultats et ont permis également de préciser les possibilités d'utilisation de la rafle broyée et ensilé avec le maïs (CASTAING *et al.*, 1983 et 1984).

Pour le porcelet sevré, nourri à volonté, le maïs grain sec, dans des régimes alimentaires de type monocéréale, assure une meilleure croissance et une meilleure efficacité alimentaire que les autres céréales (FEKETE *et al.*, 1983). L'utilisation en ensilage du maïs pour l'alimentation des porcelets a été peu étudiée. Avec la mise en place à la Station expérimentale ITCF-AGPM de MONTARDON (récolte 1981 et récolte 1982) du programme d'étude du maïs grain avec ou sans rafle, broyé humide et ensilé pour les porcs, deux essais sur porcelets ont été réalisés.

Dans ces deux essais (tableau 1), la valeur d'utilisation d'ensilages de maïs grain et de mélanges maïs grain rafle contenant environ 90% de la rafle de l'épi (M.G.R. « 90 ») a été comparée à celle du maïs grain sec conservé en cellule à 15,0 p.cent d'humidité et à celle d'un ensilage d'épis entiers sans spathes (M.G.R. « 100 ») dans le deuxième essai.

TABLEAU 1
SCHÉMAS EXPÉRIMENTAUX DES ESSAIS

Traitements	I	II	III	IV
Mode de conservation du maïs	Sec	Ensilé humide		
Type « maïs »	Grain seul		MGR « 90 »	MGR « 100 »
Essai 1	x	x	x	
Essai 2	x	x	x	x

I – MATÉRIEL ET MÉTHODES

1) Les porcelets

Les porcelets utilisés proviennent du troupeau assaini de Montardon : 168 truies Large White, conduites en 7 bandes de 24 truies avec sevrage toutes les trois semaines.

Les porcelets, sevrés à un âge moyen de 28 jours, sont suivis dans les salles de post-sevrage chauffées et ventilées où ils sont logés par groupe de 6 (7 dans une bande) dans des loges de type flat-deck équipées d'un nourrisseur et d'une sucette pour l'abreuvement. A chaque sevrage, une mise en lots est effectuée et pour chaque essai 4 ou 5 bandes consécutives sont utilisées pour augmenter le nombre de répétitions. Le dispositif expérimental est celui des blocs complets. Chaque mise en lots est fonction du poids des porcelets, de l'âge au sevrage et du poids moyen de la portée à la naissance dont ils sont issus.

2) Déroulement des essais

La conduite des porcelets sevrés comprend une phase d'adaptation (pré-expérience) et une phase expérimentale. La première s'étend du sevrage (constitution des lots et changement de bâtiments) jusqu'à la période expérimentale proprement dite, soit 11 jours. Durant cette période, les porcelets consomment à volonté l'aliment granulé (3,8 mm de diamètre) de premier âge qu'ils recevaient sous la mère. Pendant la deuxième période, qui dure 28 jours, les animaux reçoivent à volonté au nourrisseur les aliments expérimentaux présentés en farine.

L'aliment premier âge se caractérise par une teneur en protéines de 180 g/kg (essai 1983) ou de 215 g/kg (essai 1984). Dans les deux cas, la teneur en lysine est de 14 g/kg. Pendant les 11 jours après sevrage, les porcelets ont consommé 250 g/jour d'aliment et ont eu des croissances moyennes journalières respectives de 178 et 208 g, passant d'un poids moyen de 6,6 et 7,1 kg à 8,6 et 9,4 kg au début de l'essai.

II – FACTEURS ÉTUDIÉS

Le maïs grain sec conservé après séchage en cellule provient d'un organisme stockeur des Pyrénées-Atlantiques.

1) Les ensilages

Chaque année, les ensilages ont été réalisés avec des variétés de type tardif cultivées sur une même parcelle. Les principales caractéristiques des lots d'ensilages figurent au tableau 2.

Le grain humide a été récolté avec une moissonneuse-batteuse CLAAS de type DOMINATOR 86. La récolte du mélange « Maïs Grain Rafle » a été réalisée pour le premier essai à la moissonneuse-batteuse spécialement équipée pour ce type de récolte, le produit récolté étant ensuite broyé à poste fixe comme le grain seul avant la mise en silo. Pour le deuxième essai, la récolte a été réalisée avec une machine récoltant et broyant simultanément le mélange grain rafle au champ (Mex spécial de Pöttinger). Le produit broyé est alors directement transporté pour être stocké.

TABLEAU 2
CARACTÉRISTIQUES DES LOTS ENSILÉS, EN G/KG DE M.S.

Variété Date de récolte	Type d'ensilage	Matière sèche	M.A.T.	Cellulose Weende	A.D.F.	N.D.F.	Lignine
Essai 1 HUNTER 4/10/82	Grain « sec »	850	94	25			
	Grain humide	670	85	24	26	109	3
	M.G.R. « 90 »	620	79	57	68	188	10
	M.G.R. « 100 » (1)	631	79	61	75	209	10
Essai 2 ATREA 22/09/83	Grain sec	843	102	25			
	Grain humide	630	109	27	29	136	4
	M.G.R. « 90 »	595	98	73	88	223	10
	M.G.R. « 100 »	610	98	78	97	278	10

(1) Lot de référence non utilisé sur animaux

La récolte d'épis entiers a été réalisée avec un corn picker 4 rangs. Après la récolte, les rares spathes restantes ont été retirées à la main avant le broyage des épis.

Le broyage des produits récoltés a été réalisé avec des broyeurs équipés de grilles à trous ronds de 12 mm et d'un cyclone en sortie. Leur vitesse de rotation était de 1000 tours/mn. Le stockage a eu lieu en silo couloir sous abri.

A la mise en silo, l'humidité des ensilages de maïs grain humide était de 34,0 p.cent la première année et de 39,0 p.cent la deuxième année. Avec les ensilages de Maïs Grain Rafle, l'humidité est supérieure de 3 à 5 points.

Les ensilages de Maïs Grain Rafle ont des teneurs en cellulose plus élevées que le grain seul. Les contrôles effectués au moment de la récolte montrent que 80 à 90 p.cent de la rafle de l'épi a été récupérée. Pour le premier essai, l'ensilage de M.G.R. présente une teneur en cellulose Weende de 57 g/kg MS, avoisinant la teneur de l'ensilage d'épis entiers contrôlée par ailleurs (61 g/kg MS). Pour le deuxième essai, l'ensilage M.G.R. présente une teneur plus élevée en cellulose Weende (73 g/kg MS); cette teneur approche celle de l'ensilage des épis entiers qui est de 78 g/kg MS. On constate que les teneurs en cellulose des ensilages de M.G.R. utilisés en 1984 sont nettement supérieures à celles de 1983. Les teneurs en différents constituants membranaires ADF, NDF et Lignine sont également plus élevées.

2) Les aliments expérimentaux

La formulation de l'aliment témoin à base de maïs grain sec respecte un équilibre lysine/énergie digestible de 3,5 g/1000 Kcal.

Sur la base de la matière sèche, une substitution pondérale du maïs grain sec par les ensilages a été effectuée. La complémentation azotée minérale et vitaminique a été la même pour tous les régimes. A l'analyse, la teneur en matières azotées totales des aliments expérimentaux a été de 250 g/kg MS. Les teneurs en cellulose Weende sont plus élevées lorsque les aliments sont à base d'ensilage de Maïs Grain Rafle ou d'épis entiers.

La composition des aliments expérimentaux et les principales caractéristiques à l'analyse figurent au tableau 3.

La préparation des rations à base d'ensilage était réalisée tous les deux jours avec une mélangeuse horizontale en associant l'ensilage et le complémentaire. La distribution des aliments avec ensilage était effectuée tous les deux jours en quantité suffisante pour permettre une alimentation à volonté tout en évitant l'accumulation d'excédents qui auraient pu s'échauffer dans

les nourrisseurs. A l'utilisation l'humidité des aliments à base d'ensilage de M.G.R. ou d'épis entiers est légèrement supérieure à celle des aliments à base d'ensilage de grain seul qui sont de 27,6 à 30,0 p.cent.

TABEAU 3
COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX

Traitement	I		II		III		IV
Mode de conservation	Sec		Ensilé humide				
Type de maïs	Grain sec		Grain humide		M.G.R. « 90 »		MGR « 100 »
	1	2	1	2	1	2	2
Composition, p. cent							
Maïs	62,8	62,8	68,0	69,4	70,0	70,7	70,3
Complémentaire (1)	37,2	37,2	32,0	30,6	30,0	29,3	29,7
Caractéristiques à l'analyse, g/kg MS							
Matière sèche	880	876	724	700	695	677	689
Matière azotée totale	250	248	250	254	253	251	250
Cellulose Weende	(2)	32	(2)	39	(2)	63	66

(1) Complémentaire : 89,2 % de T. de soja « 50 » + 10,8 % de CMV

Tourteau de soja, en g ou Kcal/MS :

Essai 1 (MS 881) MAT : 569 Lysine : 35,4 ED : Kcal

Essai 2 (MS 884) MAT : 544 Lysine : 41,5 ED : Kcal

(2) Teneurs non contrôlées

III – RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

Pour chacun des essais, les résultats de croissance, de consommation et d'indice de consommation ont fait l'objet, dans un premier temps, d'une analyse statistique par bande. Les performances des porcelets morts et éliminés, au nombre de 8 sur 576 dans le premier essai et de 7 sur 744 dans le deuxième essai, ont été réestimées. Puis, dans un deuxième temps, l'analyse a porté sur le regroupement des bandes en prenant comme unité expérimentale la loge de six porcelets et l'interaction bande x traitement a été testée.

Les quantités d'aliment consommées et les indices de consommation sont exprimés à 870 g de M.S/kg.

1) Résultats du 1^{er} essai

Les résultats moyens de consommation, croissance et indice de consommation par période sont présentés au tableau 4.

Sur l'ensemble de la période expérimentale, il n'a pas été observé d'interaction significative régime x bande sur aucun des critères étudiés. Seule l'analyse statistique relative à l'effet régime est donc présentée.

TABLEAU 4
ESSAI 1 – PMD 20 : RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES
(REGROUPEMENT DE 4 BANDES) 32 LOGES DE 6 PORCELETS

Traitements	I	II	III	C.V. résiduel (%) (1)	Probabilité sous Ho (2) Effet traitement
Mode de conservation	Sec	Ensilé humide			
Type « maïs »	Grain seul		M.G.R. « 90 »		
1^{re} période					
Consommation/porc/jour, kg	0,70	0,68	0,70	8,0	0,50
Gain moyen quotidien, g	398	394	386	10,4	0,50
Indice de consommation	1,79	1,77	1,86	9,9	0,10
2^e période					
Consommation/porc/jour, kg	1,18	1,16	1,12	6,3	< 0,01
Gain moyen quotidien, g	620	615	580	8,8	0,09
Indice de consommation	1,92	1,90	1,95	8,2	0,50
Durée totale (28 jours)					
Poids début essai, kg	8,6	8,5	8,6	4,7	0,50
Poids fin essai, kg	22,8	22,6	22,1	4,5	0,02
Consommation/porc/jour, kg	0,94	0,92	0,91	6,1	0,15
Gain moyen quotidien, g	507 a	503 a	482 b	5,8	0,04
Indice de consommation	1,84 a	1,83 a	1,89 b	4,2	< 0,01

(1) C.V. : Coefficient de variation

(2) Ho : hypothèse d'égalité des moyennes des différents traitements. Les lettres différentes correspondent à des moyennes significativement différentes (test Newman et Keuls à 5 %)

a – Consommation

On observe avec les formes humides une diminution du niveau de consommation par rapport au grain sec de 2,1 et 2,9 p.cent ($p : 0,15$). Cette tendance apparaît plus particulièrement au cours des 14 derniers jours. Toutefois, on peut considérer que les niveaux de consommation des aliments sont voisins avec les deux modes de conservation du maïs grain (respectivement 0,94 et 0,92 kg/jour) ou avec la présence de rafle (0,91 kg/jour).

b – Croissance

Les plus fortes vitesses de croissance sont atteintes avec les régimes maïs grain humide (507 et 503 g). Avec le maïs grain rafle, la vitesse de croissance est de 482 g; cette différence de 5 p.cent est significative.

c – Indice de consommation

Le maïs grain humide ensilé seul est aussi bien valorisé que le maïs grain sec (1,83 et 1,84). Le maïs grain humide avec rafle a dégradé significativement l'indice de consommation de 2,7 p.cent par rapport aux deux autres régimes.

2) Résultats du 2^{ème} essai

Les résultats moyens de consommation, de croissance et d'indice de consommation par période sont présentés au tableau 5.

Avec le lot d'ensilage de maïs grain, les performances zootechniques sont différentes par rapport au témoin selon les bandes, ce qui entraîne une interaction bande x traitement significative. Cette interaction peut s'expliquer par le niveau de consommation atteint par les porcelets. Il a été très faible dans une bande; la croissance a été très fortement pénalisée dans ce cas et l'on observe une dégradation importante de l'indice de consommation. Dans une autre bande, pour un même niveau de consommation, la croissance a été plus faible et l'indice donc dégradé. Pour les trois autres bandes, une consommation supérieure ou identique entraîne une meilleure croissance et égalité ou amélioration de l'indice de consommation.

Avec le maïs grain rafle, la croissance et l'indice de consommation sont inférieurs à ceux du témoin, à l'exception d'une bande où la consommation plus faible a entraîné un indice de consommation identique.

Avec l'épi entier, pour une consommation supérieure au témoin dans toutes les bandes, la croissance est restée inférieure quatre fois sur cinq et l'indice de consommation est toujours dégradé.

En raison de l'interaction, la puissance de l'essai est plus faible et la probabilité de mettre en évidence une différence de 6,0 p.cent est de 0,38 et 0,52 pour la croissance et l'indice de consommation pour un risque de première espèce $\alpha = 0,05$. L'analyse statistique des résultats permet de juger les performances moyennes de l'essai. Le test de F est calculé par rapport à la variance de l'interaction.

TABLEAU 5
ESSAI 2 – PMD 34 : RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES
(REGROUPEMENT DE 5 BANDES) 30 LOGES DE 6 PORCELETS

Traitements	I	II	III	IV	C.V. résiduel (%) (1)	Probabilité sous Ho (2) Effet traitement
Mode de conservation	Sec	Ensilé humide				
Type « maïs »	Grain seul		M.G.R. « 90 »	M.G.R. « 100 »		
1^{re} période						
Consommation/porc/jour, kg	0,75	0,74	0,75	0,80	7,4	0,07
Gain moyen quotidien, g	450	452	422	435	9,7	0,17
Indice de consommation	1,68a	1,65a	1,79b	1,86b	6,9	< 0,01
2^e période						
Consommation/porc/jour, kg	1,15	1,15	1,15	1,20	5,5	0,13
Gain moyen quotidien, g	617	618	581	602	7,3	0,20
Indice de consommation	1,86	1,89	1,99	2,00	7,5	0,07
Durée totale (28 jours)						
Poids début essai, kg	9,4	9,4	9,3	9,6	4,6	0,21
Poids fin essai, kg	24,3	24,2	23,4	24,0	4,7	0,09
Consommation/porc/jour, kg	0,95a	0,95a	0,95a	1,00b	5,5	0,03
Gain moyen quotidien, g	534	535	502	519	6,3	0,08
Indice de consommation	1,78a	1,78a	1,89b	1,93b	4,1	< 0,01

(1) C.V. : Coefficient de variation

(2) Ho : hypothèse d'égalité des moyennes des différents traitements. Les lettres différentes correspondent à des moyennes significativement différentes (test Newman et Keuls à 5 %)

a – Consommation

En moyenne, l'aliment à base de maïs ensilé sans rafle est consommé autant que l'aliment témoin à base de maïs grain sec (0,95 Kg à 13% d'humidité par jour); cependant, par bande d'animaux, une assez grande variabilité des consommations relatives d'ensilage par rapport au grain sec, est observée. L'aliment à base d'ensilage de maïs grain rafle est consommé autant que l'aliment témoin alors que l'aliment à base d'épis entiers est plus consommé (1,00 Kg soit 5,2% de plus et ce d'une façon significative).

b – Croissance

Au seuil de probabilité $p : 0,08$, on observe des croissances différentes en fonction des traitements. Sur l'ensemble de l'essai, les meilleures vitesses de croissance sont obtenues avec les aliments à base de maïs grain seul, qu'il ait été conservé sec ou ensilé (respectivement 534 et 535 g). La croissance est inférieure de 6,0 p.cent avec l'ensilage de maïs grain rafle (502 g/jour) et de 2,8 p.cent avec l'ensilage d'épis entiers (519 g/jour) pour lequel le niveau de consommation a été supérieur.

c – Indice de consommation

L'efficacité alimentaire des aliments à base de maïs grain seul, sec ou ensilé humide est en moyenne identique (1,78). La présence de rafle dans les aliments avec l'utilisation d'ensilage de maïs grain rafle ou d'épis entiers entraîne une dégradation significative de l'indice de consommation de 6,2 et 8,4 p.cent (respectivement 1,89 et 1,93).

CONCLUSION DISCUSSION

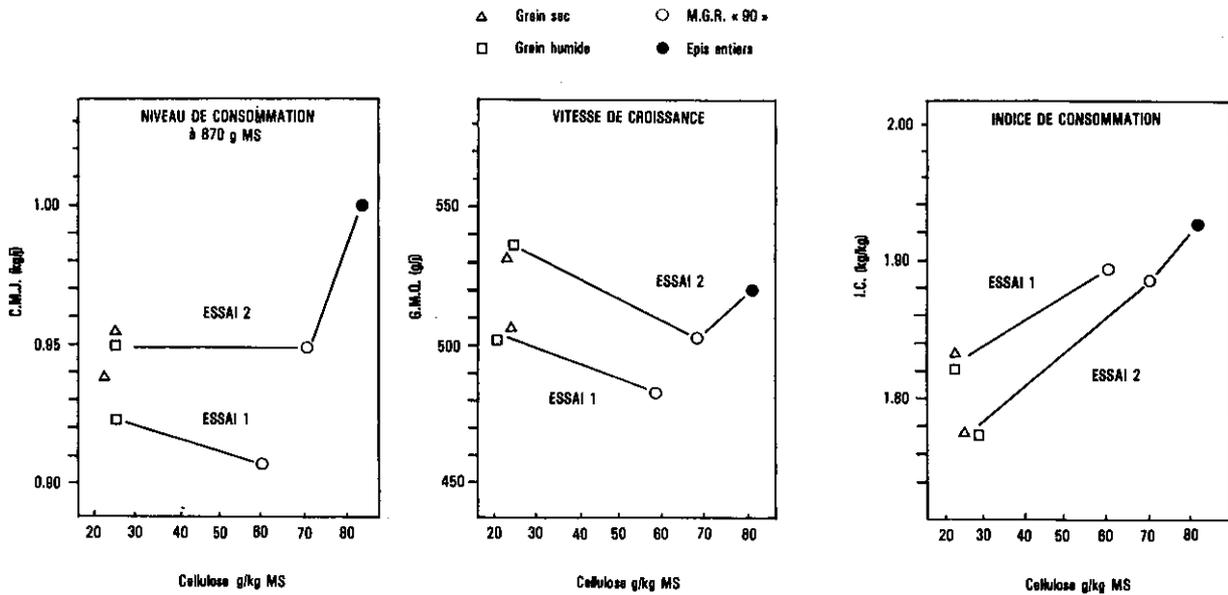
L'utilisation du maïs humide conservé en ensilage pour l'alimentation des porcelets après sevrage a été abordée dans deux essais réalisés avec des lots des récoltes 1982 et 1983. (Figure 1). Dans chacun de ces essais, un aliment témoin à base de maïs grain sec a été comparé à des

Partant d'une formule équilibrée du type maïs sec tourteau de soja présentant un rapport lysine/énergie digestible de 3,5 à 3,6 g/1000 Kcal, l'utilisation des ensilages s'est faite en remplaçant la part de maïs sec dans la formule par la part d'ensilage apportant la même quantité de matière sèche. Aussi l'ensilage de maïs grain rafle entraîne une dilution de la concentration énergétique de la matière sèche de la ration. Les porcelets recevaient des aliments à base d'ensilage frais. Ceux-ci étaient préparés tous les deux jours et distribués en évitant toute accumulation au fond des nourrisseurs, en particulier avec l'ensilage de maïs grain qui a tendance à se compacter davantage d'autant plus qu'il est humide.

Il est apparu au cours de ces deux essais qu'il est possible d'alimenter les porcelets à volonté au nourrisseur avec un aliment dont l'humidité est de l'ordre de 30,0% (figure 1). Dans le premier essai, les aliments à base d'ensilage de maïs grain rafle à 38% d'humidité, distribués à volonté aux porcelets, ont été légèrement moins consommés que l'aliment témoin à base de maïs grain sec. Exprimées pour des aliments à 13% d'humidité, ces différences sont inférieures à 3,0%. Dans le deuxième essai, les aliments à base d'ensilage de maïs avec ou sans rafle, à des humidités de 39,0 et 40,5%, ont été aussi bien consommés que l'aliment témoin à base de maïs grain sec voire davantage avec l'ensilage d'épis entiers.

FIGURE 1

RELATION ENTRE LA CROISSANCE DES PORCELETS, L'INDICE DE CONSOMMATION, LA CONSOMMATION ET LA TENEUR EN CELLULOSE WEENDE DES ENSILAGES



Valeur d'utilisation de l'ensilage de Maïs Grain Humide

L'aliment témoin à base de maïs grain sec et l'aliment à base d'ensilage de maïs grain humide à 33 et 37% d'humidité assurent en moyenne des performances de croissance et d'indice de consommation non significativement différents. Ceci nous permet de conclure à l'équivalence de valeur alimentaire de la matière sèche du maïs grain conservé sec ou ensilé humide pour une humidité généralement pratiquée, comme cela a été mis en évidence pour le porc charcutier (CASTAING *et al.*, 1983 et 1984).

Valeur d'utilisation de l'ensilage de Maïs Grain Rafle

Les deux lots d'ensilage de maïs grain rafle étudiés qui contenaient environ 90% de la rafle de l'épi se caractérisent par des teneurs en cellulose de 57 et 73 g/kg M.S. Ces écarts s'expliquent par des teneurs différentes des épis entiers correspondants : respectivement 61 et 78 g/kg M.S.

Les vitesses de croissance sont pénalisées dans les deux essais de 5,0 à 6,0% avec les M.G.R. par rapport au maïs témoin. Ceci peut s'expliquer par le fait que le porcelet n'ajuste pas sa consommation pour obtenir un même ingrédé énergétique en raison du volume accru d'aliment à consommer du fait de la présence de rafle.

L'augmentation de l'indice de consommation observé avec le M.G.R. est d'autant plus forte que la teneur en cellulose brute est élevée (figure 1). En regroupant l'ensemble des données moyennes de bandes, les indices de consommation des régimes comportant de la rafle (90 ou 100%) relatifs aux indices de consommation des régimes témoins sans rafle, apparaissent liés au taux de cellulose brute des ensilages par la relation suivante :

$$I.C. \text{ relatif} = 95,70 + 0,157 \times C.B.$$

avec un coefficient de corrélation de 0,76. Ainsi pour un indice de consommation égal à 100 obtenu avec un régime à base d'ensilage de maïs grain seul, l'indice de consommation passe à 102,8 pour un M.G.R. à 45 g de C.B./kg M.S. et à 105,9 pour un M.G.R. à 65 g de C.B./kg M.S.

Cette première évaluation de valeur alimentaire du M.G.R. pour porcelets devra être complétée par d'autres essais. Cependant dès à présent, il apparaît que le M.G.R., plus cellulosique que le maïs seul, est mieux utilisé par le porcelet que par le porc charcutier; en effet les indices relatifs de consommation pour des M.G.R. à 45 et 65 g de cellulose brute/kg M.S. sont en moyenne de 104,2 et 108,3 pour les porcs charcutiers (CASTAING *et al.*, 1985). Ceci est à rapprocher des résultats d'utilisation comparée des céréales chez le porcelet montrant que les régimes à base d'orge sont certes moins bien utilisés que ceux à base de maïs (FEKETE *et al.*, 1982) mais que la dégradation de l'indice de consommation est plus forte chez le porc charcutier (GROSJEAN, 1984).

BIBLIOGRAPHIE

- CASTAING J., COUDURE R., GROSJEAN F., 1983 Journées Rech. Porcine en France, **15**, 311-324.
- CASTAING J., COUDURE R., GROSJEAN F., 1984 Journées Rech. Porcine en France, **16**, 307-316.
- CASTAING J., COUDURE R., GROSJEAN F., 1985 Journées Rech. Porcine en France, **17**, 451-462.
- CHAMBOLLE M., FEVRIER C., RETTAGLIATI J., OUDIN M., 1973 Journées Rech. Porcine en France, **5**, 69-74.
- FEKETE J., CASTAING J., LAVOREL O., LEUILLET M., 1982 Journées Rech. Porcine en France, **14**, 185-197.
- FEKETE J., CASTAING J., LAVOREL O., LEUILLET M., 1983 Journées Rech. Porcine en France, **15**, 363-376.
- FEVRIER C., AUMAITRE A., SALMON-LEGAGNEUR E., 1971 Journées Rech. Porcine en France, **3**, 137-148.
- FEVRIER C., BOURDON D., CHAMBOLLE M., 1972 Journées Rech. Porcine en France, **4**, 135-142.
- GAYE A., 1971 Journées Rech. Porcine en France, **4**, 143-147.
- GROSJEAN F., 1984 L'Éleveur de Porcs, **155**, 54-58.
- KERMOAL J.P., L'AOT M., LOSSEC J.P., 1971 Journées Rech. Porcine en France, **3**, 133-136.