

A878

## INFLUENCE DU FLOCONNAGE DES CÉRÉALES SUR LEUR VALEUR ALIMENTAIRE POUR LE PORCELET SEVRÉ ET LE PORC CHARCUTIER

J. CASTAING (1), R. COUDURE (1), J. FEKETE (2), F. GROSJEAN (2), J. L. VIALLET (3)

(1) A.G.P.M., 122, boulevard Tourasse, 64000 PAU

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

(3) Coopérative FRANCIADÉ, 11, rue Franciade, 41007 BLOIS

Avec la participation de J.G. CAZAUX et D. CAMBEILH

et la collaboration technique du personnel de la Station expérimentale ITCF-AGPM de Montardon (64)

Depuis quelques années des traitements hydrothermiques (infranisation, expansion, extrusion, floconnage...) sont proposés pour améliorer la valeur alimentaire des céréales destinées à l'alimentation animale. L'intérêt zootechnique et économique de ces traitements n'a pas été clairement démontré.

Les essais sur porcelets sevrés rapportés par AUMAITRE *et al.* (1972), AUMAITRE et DUMOND (1975) et AUMAITRE (1976) montrent que l'effet principal d'un traitement hydrothermique est l'amélioration digestive apparente de tous les éléments du régime et notamment de la fraction azotée. Par contre les performances zootechniques des porcelets recevant des rations à base de céréales floconnées (maïs, blé ou orge) ne sont pas améliorées par rapport aux céréales crues. Seule l'orge floconnée a un effet légèrement favorable. Ils notent aussi une tendance à l'augmentation de la fréquence des diarrhées liée à une consommation supérieure dans les premiers jours après le sevrage.

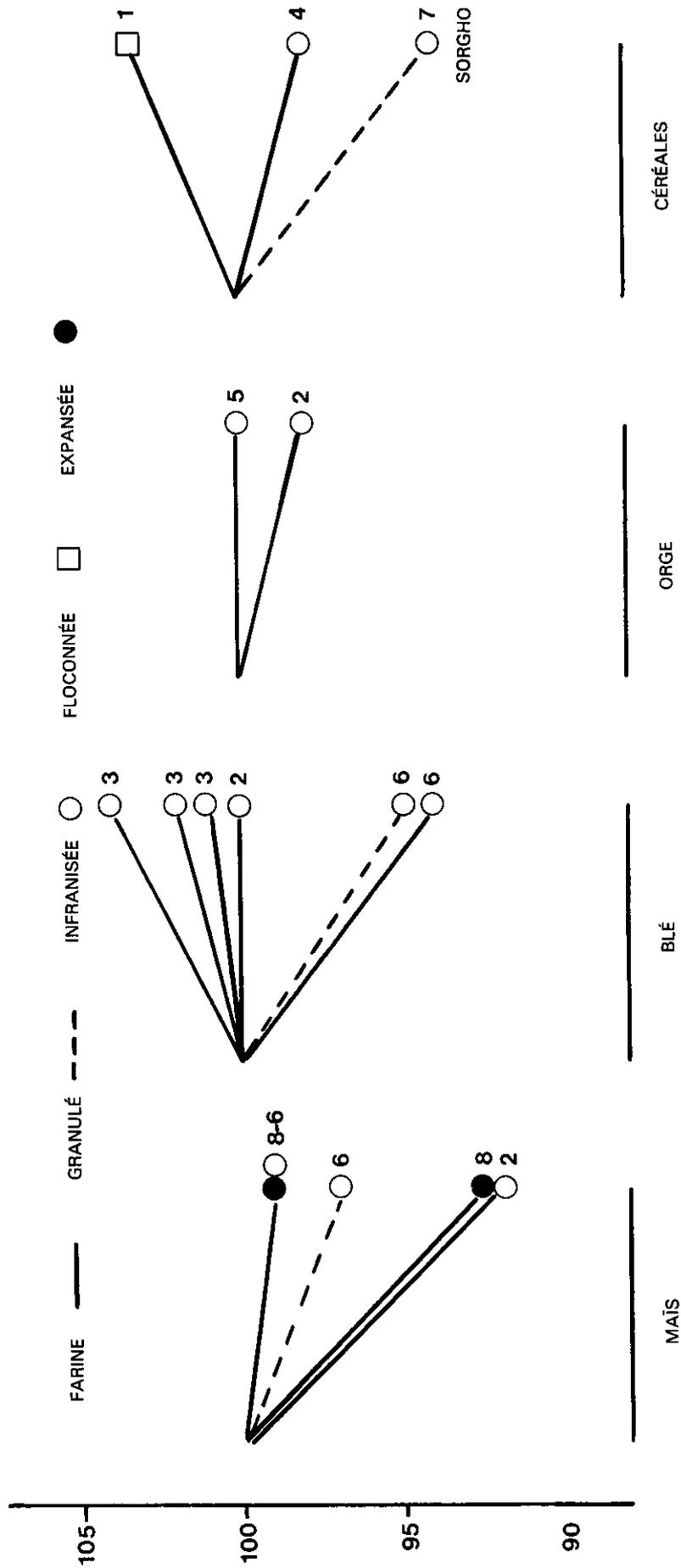
De nombreux essais sur porcs charcutiers ont été réalisés avec des céréales infranisées (NUWER *et al.*, 1967, FERNANDES, 1975, LAWRENCE, 1973, 1975, 1977, KENDALL, 1974, TARDIF et LEUILLET, 1975) ou floconnées (LAWRENCE, 1972). Les résultats sont très variables. La croissance des porcs est améliorée de l'ordre de 4 p. cent dans 7 cas sur 16 et l'indice de consommation de l'ordre de 5 p. cent dans 10 cas sur 16 (figure 1). Les écarts par rapport aux céréales non traitées sont faibles et lorsqu'ils sont favorables ils ne compensent en aucun cas le coût du traitement de la céréale.

C'est pourquoi l'I.T.C.F., l'A.G.P.M. et la Coopérative FRANCIADÉ ont réalisé deux essais, l'un sur porcelet sevré, l'autre sur porc charcutier, pour évaluer l'effet du floconnage sur les céréales et rechercher s'il existe une interaction avec la nature de la céréale (maïs, blé ou orge).

Le floconnage consiste en une cuisson à la vapeur du grain entier (blé, orge) ou grossièrement concassé (maïs) à 110-130 °C pendant 30 à 55 minutes. Le grain est ensuite écrasé à chaud (100 °C) et son humidité ramenée à 13 p. cent (DELORT-LAVAL et MERCIER, 1976).

D'après DELORT-LAVAL et MERCIER (1976), le floconnage modifie peu la composition des céréales et la fraction glucidique soluble n'est que faiblement accrue. Ils remarquent également que les traitements technologiques sont coûteux en énergie par rapport à la consommation d'énergie nécessaire au broyage et à l'agglomération des aliments ; le floconnage multiplie par trois et l'extrusion par six la quantité d'énergie consommée par le traitement de la céréale.

**FIGURE 1**  
**INDICE DE CONSOMMATION EN FONCTION DU TRAITEMENT HYDROTHERMIQUE**  
**DES CÉRÉALES (PORCS CHARCUTIERS). LE TÉMOIN EST PRIS COMME BASE 100**  
**(DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES)**



1, 2, 3, 4 : LAWRENCE (1972 - 1973 - 1975 - 1977), 5 : FERNANDES *et al.* (1975), 6 : TARDIF et LEUILLET (1976), 7 : KENDALL (1974), 8 : NUWER *et al.* (1967).

## I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les essais d'utilisation sur porcelet et porc charcutier se sont déroulés d'août 1985 à avril 1986 à la Station expérimentale de MONTARDON.

### 1° PRÉSENTATION DES ESSAIS

Le dispositif expérimental retenu est un schéma factoriel à deux facteurs étudiés : mode de présentation de la céréale (crue ou floconnée) et nature de la céréale (maïs ou blé ou orge). Sur chaque variable mesurée, les six régimes ont été comparés globalement par une analyse de variance, avec recherche d'une éventuelle interaction entre le mode de traitement et la nature de la céréale. Pour l'essai porc charcutier le facteur sexe est également pris en compte avec un dispositif en split-plot.

### 2° MATIÈRES PREMIÈRES

Les céréales ont été fournies par la Coopérative des Agriculteurs du Loir-et-Cher (FRANCIADE). Les mêmes lots ont été utilisés pour l'essai porcelet et pour l'essai porc charcutier. Pour chaque céréale, à partir d'un même lot, une moitié était floconnée dans un atelier agricole.

Les caractéristiques chimiques moyennes des céréales utilisées figurent au tableau 1. La teneur en cellulose brute de l'orge est légèrement inférieure après floconnage : 44,2 contre 49,6 g/kg M.S. Il en a été tenu compte pour le calcul de sa concentration en énergie digestible à partir de l'équation : E.D. kcal/kg M.S. = 4 072 - 110 × CB g/kg M.S. Des analyses complémentaires montrent un taux de gélatinisation supérieur avec le floconnage, plus marquée avec le Maïs et l'orge qu'avec le blé. Les teneurs en amidon et en sucre sont très voisines entre les deux formes pour chacune des céréales.

La densité des céréales floconnées est de moitié inférieure à celle des céréales crues entraînant un besoin de volume important pour des quantités transportées ou stockées identiques.

**TABEAU 1**  
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES MATIÈRES PREMIÈRES  
(g/kg de M.S.)

Traitement céréale	Crue			Floconnée		
	Céréale	Maïs	Blé	Orge	Maïs	Blé
Matière sèche	879	872	881	877	880	882
M.A.T.	99,9	131,9	118,1	96,6	131,0	116,9
Cellulose	25,0	27,0	49,6	25,0	27,0	44,2
Énergie digestible (kcal/kg M.S.)	3 950	3 830	3 525	3 950	3 830	3 585
<b>Analyses complémentaires</b>						
Amidon EWERS	749	699	612	770	703	634
Sucres	11,3	24,1	22,2	8,5	22,7	21,6
Taux de gélatinisation, %	37,7	34,6	43,8	86,7	54,6	73,6
Densité, g/litre	723	740	719	389	413	349

### 3° ALIMENTS EXPÉRIMENTAUX

Les aliments expérimentaux, associant une céréale, du tourteau de soja et du C.M.V. ont été formulés de façon à présenter un rapport lysine/énergie digestible voisin de 3,6 g/1000 kcal pour les aliments porcelet et de 2,6 g/1000 kcal pour les aliments charcutier. La composition et les caractéristiques chimiques des aliments figurent au tableau 2.

**TABLEAU 2**  
COMPOSITION DES ALIMENTS EXPÉRIMENTAUX  
ET CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES MOYENNES (g/kg à 870 g M.S.)

Traitement céréale	Crue			Floconnée			
	Céréale	Maïs	Blé	Orge	Maïs	Blé	Orge
<b>Essai « porcelet »</b>							
Maïs	60,8	—	—	60,8	—	—	—
Blé	—	63,3	—	—	63,3	—	—
Orge	—	—	67,3	—	—	67,3	—
Tourteau de soja « 48 »	35,0	32,5	28,5	35,0	32,5	28,5	—
C.M.V. (10 P/21 Ca)	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	—
<b>M.A.T.</b>	213	222	199	211	221	198	—
Lysine	11,6	11,5	10,9	11,6	11,5	10,9	—
Cellulose brute	32	32	44	32	32	41	—
Énergie digestible	3 290	3 220	3 040	3 290	3 220	3 070	—
g lysine/1000 kcal E.D.	3,53	3,56	3,58	3,54	3,57	3,54	—
<b>Essai « charcutier »</b>							
Maïs	73,5	—	—	73,5	—	—	—
Blé	—	75,9	—	—	75,9	—	—
Orge	—	—	79,9	—	—	79,9	—
Tourteau de soja « 50 »	22,9	20,5	16,5	22,9	20,5	16,5	—
C.M.V. (9 P/23 Ca)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	—
<b>M.A.T.</b>	172	184	160	170	182	159	—
Lysine	8,7	8,6	8,0	8,7	8,6	8,0	—
Cellulose brute	26	27	41	26	27	27	—
Énergie digestible	3 320	3 240	3 020	3 320	3 240	3 060	—
g lysine/1000 kcal E.D.	2,62	2,65	2,65	2,61	2,65	2,61	—

Le taux d'incorporation de la céréale crue ou floconnée est identique compte tenu des caractéristiques chimiques très voisines. Avec l'orge floconnée, la prise en compte d'une valeur énergétique estimée plus élevée entraîne une augmentation respective de la concentration énergétique des aliments de 30 kcal (porcelet) et 40 kcal (charcutier).

Les aliments sont présentés en farine. Chez les porcelets, après la période d'adaptation (du sevrage jusqu'au 11<sup>e</sup> jour), les aliments expérimentaux ont été distribués à volonté au nourrisseur pendant 28 jours. Les porcs charcutiers sont alimentés en individuel. Les aliments humidifiés à l'auge sont distribués en 13 repas par semaine en respectant un plan de rationnement assurant les mêmes apports énergétiques journaliers. Les apports journaliers sont fonction du poids vif des animaux avec un plafond à 60 kg pour les mâles castrés (8 800 kcal E.D./jour) et à 80 kg pour les femelles (10 000 kcal E.D./jour).

### 4° ANIMAUX ET BÂTIMENTS

Les animaux, de race Large White, proviennent du troupeau expérimental de 168 truies de MONTARDON, conduit en 7 bandes de 24 truies avec un sevrage toutes les trois semaines. Les

porcelets ont été sevrés à un âge moyen de 28,5 jours et à 6,7 kg de poids vif. Ils sont élevés pendant 39 jours dans des salles de post-sevrage de type flat-deck avec caillebotis fil. A l'issue de la période de post-sevrage, les porcelets retenus pour l'essai charcutier ont été placés dans le bâtiment d'engraissement constitué de 4 rangées de 24 logettes.

L'essai porcelet a été réalisé avec huit bandes consécutives représentant 1 296 porcelets en expérience (216 porcelets par traitement répartis en 32 loges de 6 ou 7). L'essai charcutier a été conduit avec deux bandes. Au total 192 animaux (96 mâles castrés et 96 femelles) ont continué à recevoir pour une majorité (80 p. cent) la même céréale (crue ou floconnée) que celle qu'ils avaient dans l'essai porcelet. La mise en lot a été réalisée en fonction du régime antérieur, du sexe et du poids à la sortie post-sevrage. Ainsi nous avons 16 mâles castrés et 16 femelles par régime.

## II. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

### 1° RÉSULTATS DE L'ESSAI PORCELET

Les résultats (tableau 3) sont présentés pour chacune des deux périodes de 14 jours puis pour la période totale de 28 jours. Les consommations sont exprimées à 870 g de M.S.

Il n'y a pas eu d'effet du traitement de la céréale sur l'état sanitaire des porcelets. Seulement 8 à 16 porcelets par traitement sur 216 ont fait l'objet d'une intervention pour croissance faible.

TABLEAU 3  
RÉSULTATS D'ÉLEVAGE DES PORCELETS

Traitement céréale	Crue			Floconnée			Proba (1) inter action	Moyenne		Proba sous Ho (1)
	Céréale	Maïs	Blé	Orge	Maïs	Blé		Orge	Crue	
<b>1<sup>re</sup> période de 14 j</b>										
Croissance, g/j	459	448	438	456	455	439	NS	449	450	NS
Consommation, kg/j	0,755	0,754	0,775	0,776	0,781	0,793	NS	0,762 a	0,783 b	0,01
Indice de consommation	1,65	1,69	1,77	1,71	1,72	1,81	NS	1,71 a	1,75 b	0,02
<b>2<sup>e</sup> période de 14 j</b>										
Croissance, g/j	601	593	584	614	586	567	0,12	593	589	NS
Consommation, kg/j	1 184	1 168	1 222	1 186	1 174	1 188	0,15	1 192	1 183	NS
Indice de consommation	1,98	1,97	2,10	1,93	2,01	2,10	0,21	2,01	2,01	NS
<b>Période totale de 28 j</b>										
Croissance, g/j	532	521	511	536	521	504	NS	521	520	NS
Consommation, kg/j	0,971	0,962	1 000	0,982	0,978	0,991	0,29	0,978	0,984	NS
Indice de consommation	1,83	1,85	1,95	1,83	1,88	1,97	NS	1,88	1,89	0,22

(1) Ho : hypothèse d'égalité des moyennes des traitements

NS : différence non significative (P : 0,50)

Les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes (test de Newman et Keuls à 5 %).

A l'analyse statistique il n'y a pas d'interaction entre le traitement et la nature de la céréale. Nous examinons donc l'effet du floconnage quelle que soit la céréale utilisée. L'effet du floconnage des céréales sur leur valeur alimentaire apparaît uniquement au cours des 14 premiers jours d'expérience entre 10,1 et 16,4 kg de poids moyen. Durant cette période les aliments à base de céréale floconnée ont été significativement (P : 0,01) plus consommés de 2,8 p. cent que ceux à base de céréale crue. L'indice de consommation est significativement (P : 0,02) supérieur de 2,3 p. cent avec des croissances identiques. Au cours de la deuxième période de 14 jours d'essai, entre 16,4

et 24,7 kg de poids moyen, les performances obtenues avec les céréales floconnées sont identiques à celles obtenues avec les céréales crues.

Sur l'ensemble de la période expérimentale de 28 jours, le floconnage des céréales n'entraîne aucune modification significative du niveau de consommation et de croissance (0,98-0,98 kg/j et 521-520 g/j).

## 2° RÉSULTATS DE L'ESSAI PORC CHARCUTIER

Il n'y a pas d'interaction entre le sexe et les régimes ni entre le traitement de la céréale et sa nature, sauf pour la consommation. Mais celle-ci n'a pas signification pratique car elle est due à l'application rigoureuse du même plan de rationnement énergétique. Les résultats moyens par régime et par traitement de la céréale figurent au tableau 4.

TABLEAU 4  
RÉSULTATS D'ÉLEVAGE ET D'ABATTAGE DES PORCS CHARCUTIERS

Traitement céréale	Crue			Floconnée			Proba (1) inter action	Moyenne		Proba sous Ho (1)
	Céréale	Maïs	Blé	Orge	Maïs	Blé		Orge	Crue	
<b>Début essai : 25 à 60 kg</b>										
Croissance, g/j	733	734	752	740	742	760	NS	740	747	0,20
Consommation, kg/j	1,81	1,84	1,97	1,79	1,83	1,92	0,01	1,87 b	1,85 a	0,01
Indice de consommation	2,47	2,52	2,63	2,44	2,48	2,53	NS	2,54 b	2,48 a	0,01
<b>60 kg à l'abattage</b>										
Croissance, g/j	724	706	708	731	740	711	0,23	713	727	0,07
Consommation, kg/j	2,54	2,58	2,77	2,52	2,57	2,72	0,01	2,63 b	2,61 a	0,01
Indice de consommation	3,53	3,68	3,95	3,48	3,51	3,84	NS	3,72 b	3,61 a	0,01
<b>Début à l'abattage de 25 à 103,4 kg</b>										
Croissance, g/j	726	716	725	733	739	730	NS	722	734	0,05
Consommation, kg/j	2,21	2,25	2,42	2,20	2,24	2,37	0,01	2,29 b	2,27 a	0,01
Indice de consommation	3,05	3,16	3,35	3,02	3,05	3,26	NS	3,19 b	3,11 a	0,01
<b>Résultats à l'abattage</b>										
Rendement, % (2)	77,0	76,7	76,4	77,2	76,9	76,9	NS	76,7 b	77,0 a	0,02
Muscle, % (3)	51,3	51,4	50,9	50,1	51,0	51,1	NS	51,2	50,7	0,30
Épaisseur lard, mm (4)	22,7	21,9	23,1	23,5	22,4	22,9	NS	22,6	22,9	NS
Note d'ulcération (5)	2,84	2,72	2,22	3,06	2,38	2,38	—	2,59	2,60	—

(1) Ho : cf. tableau 3.

(2) Rendement = poids de la carcasse chaude avec tête - 2,5 %/poids vif veille de l'abattage.

(3) Méthode de BOER (revue par NAVEAU *et al.*, 1979).

(4) Dos + rein/2, mm.

(5) Calculé avec note 1 = 2, note 2 = 2, note 3 = 3, note 4 = 4.

Les quantités d'aliments consommées (à 870 g M.S.) sont très voisines avec les deux modes de traitement des céréales, des apports énergétiques équivalents ayant été respectés. La **vitesse de croissance** obtenue sur l'ensemble de la période d'engraissement avec les céréales floconnées est supérieure de 1,7 p. cent (P : 0,05). Cet écart en faveur du floconnage s'observe avec les trois céréales dès le début de l'engraissement (+ 1,0 p. cent) et s'accroît en période finition (+ 2,0 p. cent) en particulier avec le blé où il atteint 4,8 p. cent. L'amélioration de l'**indice de consommation** avec l'utilisation de céréales floconnées est de 2,5 p. cent en moyenne (3,11 contre 3,19). Du début d'engraissement jusqu'à 60 kg cette amélioration est de 2,4 p. cent (2,48 contre 2,54) ; elle est de 3,0 p. cent en finition (3,61 contre 3,72). Une amélioration de l'indice plus marquée a été observée dans le cas du blé en période de finition.

A l'abattage, le rendement de carcasse est en faveur des céréales floconnées (77,0 p. cent contre 76,7 p. cent). Cette faible différence est significative. A l'inverse, le pourcentage de muscle et l'épaisseur moyenne de lard, ne sont pas significativement différents ; ils sont en défaveur du floconnage, respectivement 51,2 et 50,7 p. cent de muscle avec les céréales crues et floconnées et 22,6 et 22,9 d'épaisseur moyenne de lard. Par ailleurs, il n'a pas été noté de différence de l'état des muqueuses gastro-œsophagiennes en relation avec le traitement de la céréale.

## DISCUSSION - CONCLUSION

Dans ces essais nous avons recherché l'influence du floconnage des céréales sur l'amélioration de la valeur alimentaire en comparant le maïs, le blé et l'orge crue ou floconnée. Elles étaient introduites à des taux élevés dans des aliments monocéréale pour porcelet ou pour porc charcutier. Les essais ont porté sur 1 296 porcelets et 192 porcs charcutiers.

**Chez le porcelet**, les performances de croissance, de consommation et d'indice de consommation ne sont pas modifiées par l'utilisation des céréales floconnées. Cependant, avec celles-ci la consommation a été significativement supérieure de 2,8 p. cent en début d'essai jusqu'à 16 kg. Nous n'avons pas observé de problèmes de diarrhée en relation avec cette consommation accrue.

On retrouve la hiérarchie de valeur alimentaire des céréales. Les indices de consommation observés avec le blé et l'orge sont respectivement supérieurs de 2,0 à 7,0 p. cent à celui observé avec le maïs. Ces résultats sont en accord avec les données de nos neuf essais précédents de comparaison de régimes monocéréale pour porcelets sevrés (FEKETE, 1986).

**Chez le porc charcutier**, en alimentation rationnée, le floconnage entraîne une amélioration de la vitesse de croissance avec les trois céréales en moyenne de 1,7 p. cent avec une tendance plus particulière avec le blé (+ 3,2 p. cent). L'effet moyen du floconnage des céréales sur l'amélioration de leur valeur alimentaire se traduit par une diminution significative de l'indice de consommation de 2,5 p. cent, plus marquée avec le blé et l'orge, respectivement 3,5 et 2,7 p. cent. On observe également une légère amélioration (+ 0,7 point) du rendement avec les céréales floconnées ; le pourcentage de muscle n'est pas modifié.

Les différences de valeur alimentaire des trois céréales sont conformes aux résultats observés dans nos essais précédents (GROSJEAN *et al.*, 1986). Les indices de consommation obtenus avec le blé et l'orge sont respectivement supérieurs de 2,0 à 9,0 p. cent à celui obtenu avec le maïs.

En conclusion, le floconnage, compte tenu du matériel utilisé pour cet essai :

- ne modifie pas la valeur alimentaire des céréales pour le porcelet après sevrage ;
- entraîne une légère amélioration significative de l'indice de consommation sur l'ensemble des trois céréales pour le porc charcutier.

Dans le cas d'un floconnage réalisé avec un matériel industriel différent, un essai du même type permettrait de rechercher d'éventuelles améliorations plus marquées des performances à mettre en relation avec le coût du traitement technologique.

## BIBLIOGRAPHIE

- AUMAITRE A., HENRY Y., MERCIER Christiane, IVOREC-SZYLIT O., THIVEND P., 1972. Ann. Zootech., 21 (I), 133-137.
- AUMAITRE A., DUMOND R., 1975. Journées Rech. Porcine en France, 7, 151-160.
- AUMAITRE A., 1976. Ann. Zootech., 25 (I), 41-51.
- DELORT-LAVAL J., MERCIER Christiane, 1976. Ann. Zootech., 25 (I), 3-12.
- FEKETE J., 1986. CULTIVAR, n° 186, 11-113.

- FERNANDES T.H., HUTTON K., SMITH W.C., 1975. Anim. Prod., **29**, 307-310.
- GROSJEAN F., SEROUX M., CASTAING J., 1986. Journées Rech. Porcine en France, **18**, 67-78.
- KENDALL J.D., 1974. N° 17, 15.
- LAWRENCE T.L.J., 1972. J. Agric. Sci. Camb., **72**, 155-160.
- LAWRENCE T.L.J., 1973. Anim. Prod., **16**, 109-116.
- LAWRENCE T.L.J., 1975. Anim. Prod., **20**, 167-170.
- LAWRENCE T.L.J., 1977. Livest. Prod. Sci., **4**, 343-353.
- NUWER A.J., PERRY T.W., PICKETT R.A., CURTIN T.M., 1967. J. Anim. Sci., **26**, 518-525.
- TARDIF H., LEUILLET M., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 17-24.