

**UTILISATION DES CEREALES  
DANS LES REGIMES DE SEVRAGE PRECOCE DU PORCELET :  
COMPARAISON DE L'ORGE ET DU BLE  
ET EFFICACITE DE QUELQUES TRAITEMENTS HYDROTHERMIQUES**

A. AUMAITRE (1), R. DUMOND (2) \*

(1) *Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs*  
I.N.R.A. - C.N.R.Z. - 78350 Jouy-en-Josas

(2) *Société des Produits du Maïs*  
B.P. n° 13 - 92140 Clamart

L'utilisation de grandes quantités de céréales riches en amidon dans les régimes de sevrage précoce du porcelet, se heurte à la faiblesse des sécrétions digestives amylolytiques du jeune animal traditionnellement allaité (AUMAITRE, 1969). Par ailleurs, la tolérance des animaux semble varier avec la nature de la céréale utilisée : on sait en effet que le porcelet présente des performances zootechniques (gain de poids, efficacité alimentaire) ou digestives meilleures avec un régime entièrement à base d'orge qu'avec un régime à base de blé ou de maïs. Nous avons voulu voir dans une première expérience la réaction des animaux sevrés à 5 semaines à un mélange de deux céréales en proportions variables. Dans le cas d'un sevrage encore plus précoce, il apparaissait intéressant d'appliquer un traitement hydrothermique aux céréales avant leur incorporation dans l'aliment, afin de faciliter la digestion enzymatique du grain d'amidon lésé par la chaleur et rendu plus facilement attaquant par les sécrétions amylolytiques endogènes (GUILBOT et MERCIER, 1962). En effet, des traitements de floconnage, d'expansion et même de cuisson-extrusion ont été préconisés afin de modifier profondément les propriétés physiques de l'amidon (ANDERSON et al, 1970) ou de le rendre plus utilisable chez des animaux assez dépourvus d'enzymes amylolytiques comme les bovins (BERANGER, THIVEND et JARRIGE' 1972).

De tels traitements ont été recommandés dans le cas du maïs destiné aux porcelets (PUACA, 1970), mais on a pas pu vérifier leur efficacité sur la digestibilité apparente de la ration. Or, l'un des effets les plus importants des traitements hydrothermiques de certains amidons, concerne un peu paradoxalement une augmentation de la digestibilité de la fraction azotée de la ration soulignée par ZELTER et al., 1967 et LAWRENCE, 1968.

Nous avons donc voulu vérifier l'efficacité de trois traitements hydrothermiques appliqués soit à l'orge, soit au maïs (expérience II) ou enfin à la semoule de maïs (expérience III), destinés à la fabrication d'un aliment de sevrage à 3 semaines d'âge.

**I - COMPARAISON DU BLE ET DE L'ORGE DANS L'ALIMENTATION DE SEVRAGE  
DU PORCELET A 5 SEMAINES :**

**1/ Matériel et Méthodes expérimentales**

L'expérience a lieu dans le local de naissance des animaux. Deux portées contemporaines (même date de naissance) de porcelets de race Large White, sevrées à cinq semaines, sont réparties en 6 lots de 2 porcelets (1 mâle, 1 femelle) à raison de trois traitements par portée suivant le schéma des blocs incomplets équilibrés de type I répété une seule fois. L'ordre d'exécution des lots est déterminé préalablement par tirage au sort. Chaque lot a reçu un des six aliments de la cinquième à la neuvième semaine d'âge (tableau 1) et l'on réalise à l'aide d'un tel schéma 10 répétitions du même traitement.

\* Avec la collaboration technique de Jany PEINIAU, J. LEBOST et A. LAPANOUSE.

TABLEAU 1

MISE EN LOTS DES ANIMAUX SUIVANT LE SCHEMA DES BLOCS INCOMPLETS EQUILIBRES  
DU TYPE I  
d'après COCHRAN et COX, 1964.

TRAITEMENTS	ORDRE D'EXECUTION SUIVANT L'ORDRE CHRONOLOGIQUE DE SEVRAGE (1)	PORTEE N° (DEFINITION DU SCHEMA)
1 - 2 - 3	20	1
4 - 5 - 6	19	2
1 - 2 - 4	8	3
3 - 5 - 6	7	4
1 - 2 - 5	11	5
3 - 4 - 6	12	6
1 - 2 - 6	5	7
3 - 4 - 5	6	8
1 - 3 - 4	17	9
2 - 5 - 6	18	10
1 - 3 - 5	14	11
2 - 4 - 6	13	12
1 - 3 - 6	16	13
2 - 4 - 5	16	14
1 - 4 - 5	1	15
2 - 3 - 6	2	16
1 - 4 - 6	4	17
2 - 3 - 5	3	18
1 - 5 - 6	10	19
2 - 3 - 4	9	20

(1) Tiré au sort sur chaque unité comprenant les 6 traitements.

Ce dispositif présente deux avantages complémentaires. Le premier concerne une interprétation statistique rigoureuse, soit en blocs complets, soit en blocs incomplets équilibrés tenant compte de l'effet répétition et de scinder la variance résiduelle en terme d'erreur intrarépétition et d'erreur intrablocs. Le second concerne une répartition des six traitements au hasard sur deux portées strictement contemporaines et un nombre de répétitions (10) compatible avec les possibilités expérimentales et une interprétation statistique des résultats.

Cinq régimes différents sont élaborés suivant des pourcentages croissants en blé et décroissants en orge (tableau 2) afin de réaliser des régimes soit à 100 p. cent de la même céréale, 75, 50, 25 et 0 p. cent. L'apport protéique identique est constitué par un mélange de tourteau de soja, farine de poisson et poudre de lait écrémé. Par ailleurs, afin d'étudier la seule influence de la nature de la céréale, on a comparé des régimes isoazotés en supplémentant les rations renfermant l'orge avec du gluten de blé (tableau 2). Un aliment à base d'orge et manioc sert d'aliment témoin. les régimes sont sensiblement isoénergétiques (énergie brute) ; ils sont granulés à sec à 2,5 mm de diamètre et offerts à volonté aux animaux.

Pour chaque lot expérimental, on a mesuré chaque semaine et durant les quatre semaines suivant le sevrage (35 au 63ème jour) le gain de poids individuel des animaux et la quantité d'aliments consommée par lot (2 animaux). L'indice de consommation moyen a été également calculé pour chaque semaine. De plus, l'état sanitaire a été mesuré en notant le nombre de jours de diarrhée par porcelet et en le rapportant par animal en moyenne sur l'ensemble de la période.

(voir tableau 2, page suivante)

**TABLEAU 2**  
COMPOSITION DES REGIMES EXPERIMENTAUX (p. 100 g)

REGIME N°	1	2	3	4	5	6
<b>CONSTITUANTS</b>						
Blé .....	0	19,75	29,75	40	60	0
Orge .....	59	39,50	29,75	19,75	0	27
Manioc .....	—	—	—	—	—	30
Gluten de blé .....	1	0,75	0,50	0,25	0	0
Mélange commun (1) .....	40	40	40	40	40	40
Composition :						
Protéines (N x 6,25 p. cent)	20,37	19,56	20,62	20,66	20,31	18,81
Energie brute (2) .....	4.414	4.387	4.372	4.408	4.364	4.376

- (1) Composition p. 100 kg d'aliment porcelet : (total = 40)  
tourteau soja 20 ; farine poisson 3 ; poudre de lait écrémé 5 ; sucre 5 ; huile d'arachide 3 ; minéraux vitaminés, 4.  
(2) en Kcal/Kg de M.S.

## 2/ Résultats et calculs

Les principaux résultats de croissance, consommation et indice de consommation sont présentés au tableau 3. Les différences observées ne sont pas significatives dans le cas d'une simple interprétation. Par contre, lorsque l'on effectue l'analyse en tenant compte de l'effet intrarépétition et intrablocs, certaines différences apparaissent à la fois sur la vitesse de croissance et sur les quantités d'aliments consommés.

**TABLEAU 3**  
COMPARAISON DES PERFORMANCES DES PORCELETS  
SUIVANT LA TENEUR EN ORGE OU EN BLE DE LA RATION  
SIGNIFICATION STATISTIQUE

REGIMES	1	2	3	4	5	6	EFFET TRAITEMENT	C.V. (1)
	BLE ORGE	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1	Témoin		
PERFORMANCES	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	0			
Gain de poids g/j (réel corrige)	459 458 <sup>a</sup>	391 392 <sup>b</sup>	416 415 <sup>ab</sup>	446 450 <sup>a</sup>	392 389 <sup>b</sup>	430 430 <sup>ab</sup>	N.S. S *	14,0 —
Consommation d'aliment g/j (réelle corrignée)	780 770 <sup>a</sup>	675 684 <sup>d</sup>	683 689 <sup>d</sup>	737 745 <sup>b</sup>	643 638 <sup>e</sup>	712 703 <sup>c</sup>	N.S. S **	14,7 —
Indice de consommation	1,69	1,72	1,65	1,64	1,65	1,65	N.S.	5,5
Jours de diarrhée	2,3	2,7	2,6	2,2	2,4	2,3	N.S.	—

(1) Coefficient de variation p. cent

a, b : les moyennes affectées des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement

\* à P < 0,05

\*\* à P < 0,01.

A une exception près (lots comportant 2/3 de blé), les régimes à base de blé sont moins bien consommés et entraînent des performances de croissance parfois significativement plus faibles qu'un régime à base d'orge pure. Ces résultats sont en assez bon accord avec nos données précédentes (AUMAITRE, 1969) montrant que l'orge souvent connue comme céréale peu appétible est très bien tolérée et très digestible chez le porcelet sevré précocement.

Par ailleurs entre les deux régimes extrêmes présentant une différence de vitesse de croissance d'environ 17 p. cent, on peut expliquer cette baisse de performances par une baisse équivalente des quantités d'aliments consommées par les animaux, alors que l'indice de consommation varie dans des proportions très faibles.

Lorsqu'on examine l'évolution des performances avec l'âge après sevrage (figure 1), on observe que dès cette période, les animaux recevant un régime à base d'orge consomment plus d'aliment et présentent une plus forte vitesse de croissance, à la fois par rapport aux animaux recevant le blé et par rapport à ceux recevant des régimes comportant les deux céréales en mélange.

On peut donc souligner que l'orge de printemps de bonne qualité et pauvre en cellulose reste une céréale très bien tolérée par le jeune animal lorsqu'elle est incorporée à un régime de sevrage granulé à sec afin de faciliter une bonne digestion de la partie amylacée. (figure 1)

## II - FLOCONNAGE ET EXPANSION DE L'ORGE ET DU MAÏS INCORPORÉS AUX ALIMENTS DE SEVRAGE A 3 SEMAINES

### 1/ Modalités expérimentales

Deux expériences successives ont été réalisées (tableau 4). On a comparé à l'aide de trois couples d'animaux issus de la même portée, pour chaque céréale, l'aliment témoin aux deux aliments renfermant la céréale traitée par floconnage ou par expansion (BORGIDA et al., 1975). 9 répétitions pour l'orge et 7 répétitions pour le maïs ont été effectuées.

TABLEAU 4  
INFLUENCE DU FLOCONNAGE ET DE L'EXPANSION  
SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES (3 à 9 semaines d'âge)

CEREALE TRAITEMENT	ORGE			MAÏS		
	FLOCONNÉE	EXPANSEE	TEMOIN	FLOCONNÉE	EXPANSEE	TEMOIN
Composition						
Orge . . . . .	59	59	59	—	—	—
Maïs . . . . .	—	—	—	56	56	56
Tourteau de Soja (50 (1))	16	16	16	19	19	19
Mélange commun . . .	25	25	25	25	25	25
Performances						
Gain de poids g/j . . .	344	329	314 <sup>(2)</sup>	381	364	387
Quantité d'aliment g/j .	582	554	554 <sup>(2)</sup>	646	604	624
Indice de consommation	1,67	1,65	1,82 <sup>(2)</sup>	1,70	1,66	1,63
Etat sanitaire . . . . . (jours de diarrhée)	10,2	12,3	9,4	8,2	7,3	4,8 (3)

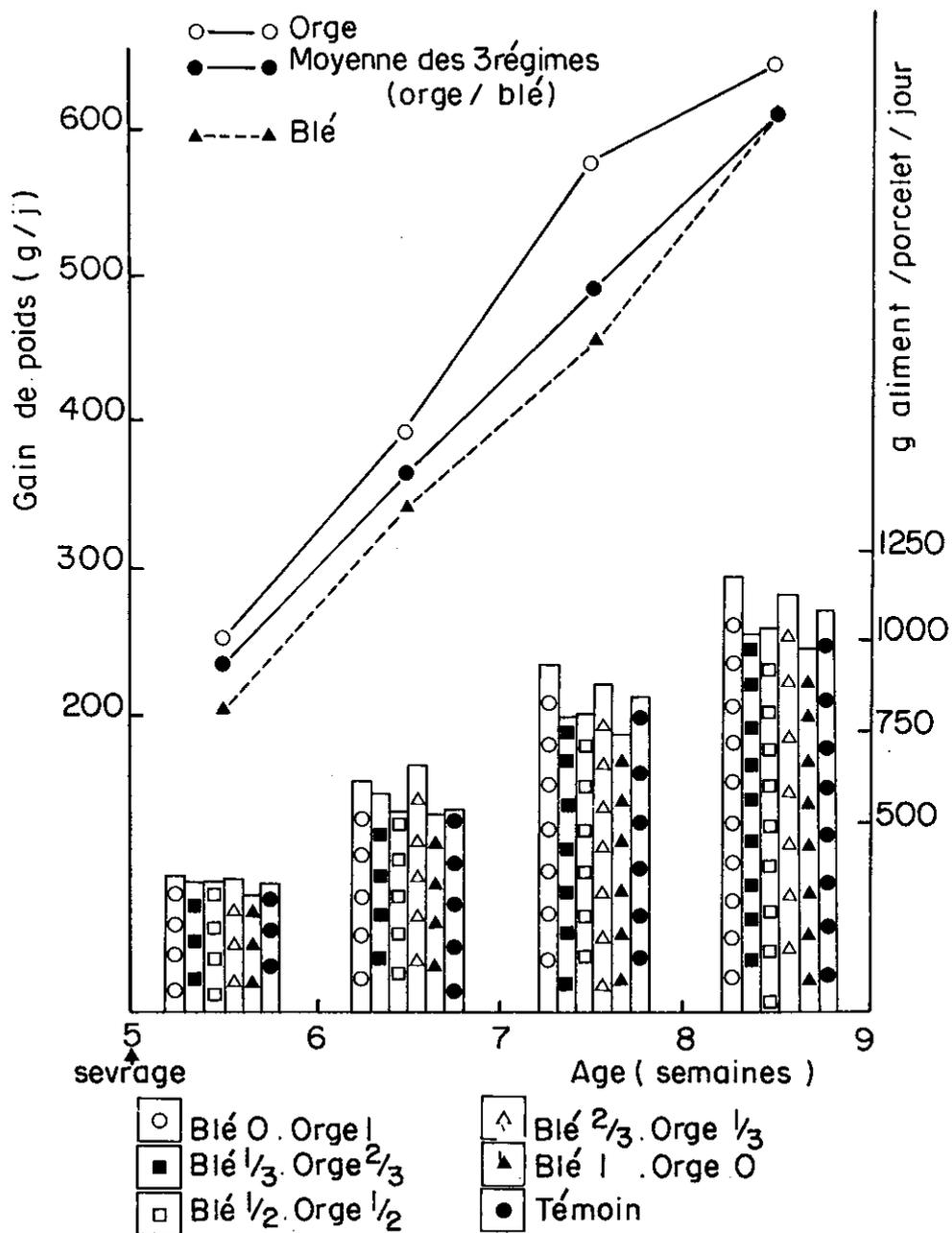
(1) Contenant pour 100 kg d'aliment Sevrage 21 (Total 25) - Poudre de lait écrémé 10 ; farine de poisson 7 ; suif 1er jus 3,7 ; minéraux vitamines antibiotiques 4 ; oxyde de chrome 0,3.

(2)  $P < 0,06$  entre "témoin" et floconné ;

(3)  $P < 0,01$  entre "témoin" et "floconné".

Les porcelets sevrés à 3 semaines sont observés jusqu'à 9 semaines et l'on mesure leurs performances zootechniques (gain de poids, consommation d'aliment, indice de consommation) ainsi que l'utilisation digestive

FIGURE 1



des principaux éléments de la ration à l'aide de la méthode indirecte de marquage des aliments à l'oxyde de chrome. Le calcul des principaux effets (âge, traitement, répétition) sur la digestibilité est réalisée grâce à la méthode du split-plot équilibré, proposée par COCHRAN et COX (1957).

## 2/ Résultats

Les principaux résultats (tableau 4) font apparaître pour les deux expériences non simultanées dans le temps, une amélioration (à la limite de la signification statistique) dans la viresse de croissance des animaux recevant l'orge floconnée, par rapport à l'orge témoin. Ce résultat s'explique au moins partiellement par une différence dans la quantité d'aliment consommé (+ 5 p. cent) entre les deux traitements. De même, le floconnage améliore en moyenne sur l'ensemble de la période l'indice de consommation de l'aliment à base d'orge. Par contre, dans le cas du maïs, aucune variation des performances des animaux n'a pu être observée après floconnage ou expansion du constituant amylacé de base de la ration. Toutefois, une légère dégradation de l'état sanitaire, déjà apparente dans le cas de l'orge, se manifeste : les traitements hydrothermiques (tableau 4 et figure 2), entraînent une augmentation de la fréquence des diarrhées consécutives au sevrage à 21 jours des porcelets, peut être liée à une légère augmentation de la quantité globale d'aliment consommée. Cependant, c'est surtout après sevrage que la variation de l'état diarrhéique des animaux doit être soulignée. Ainsi, l'animal alimenté à volonté présente une diarrhée "alimentaire" consécutive le plus souvent à des ingestions massives d'aliment (après sevrage) et le phénomène se reproduit, quoique de plus en plus estompé avec l'âge. Ces résultats nous conduisent à préconiser un rationnement adapté aux animaux, surtout dans les 10 premiers jours qui suivent le sevrage afin de limiter les accidents diarrhéiques.

L'effet le plus important des traitements hydrothermiques des céréales incorporées dans les aliments de sevrage à 21 jours, qui subissent la granulation, se traduit au niveau de la digestibilité des éléments nutritifs. Ainsi (tableau 5, figure 2), quelle que soit la céréale et le traitement, ce dernier augmente l'utilisation digestive de la matière sèche, de la matière organique et surtout de l'azote. Cet effet peut paraître paradoxal quand on sait l'influence néfaste d'un traitement à la chaleur sur l'utilisation digestive des protéines (RERAT, 1971).

TABLEAU 5

UTILISATION DIGESTIVE APPARENTE DES ELEMENTS DE LA RATION COMPLETE ;  
INFLUENCE DU TRAITEMENT DE LA CEREALE ET DE LA PERIODE APRES SEVRAGE

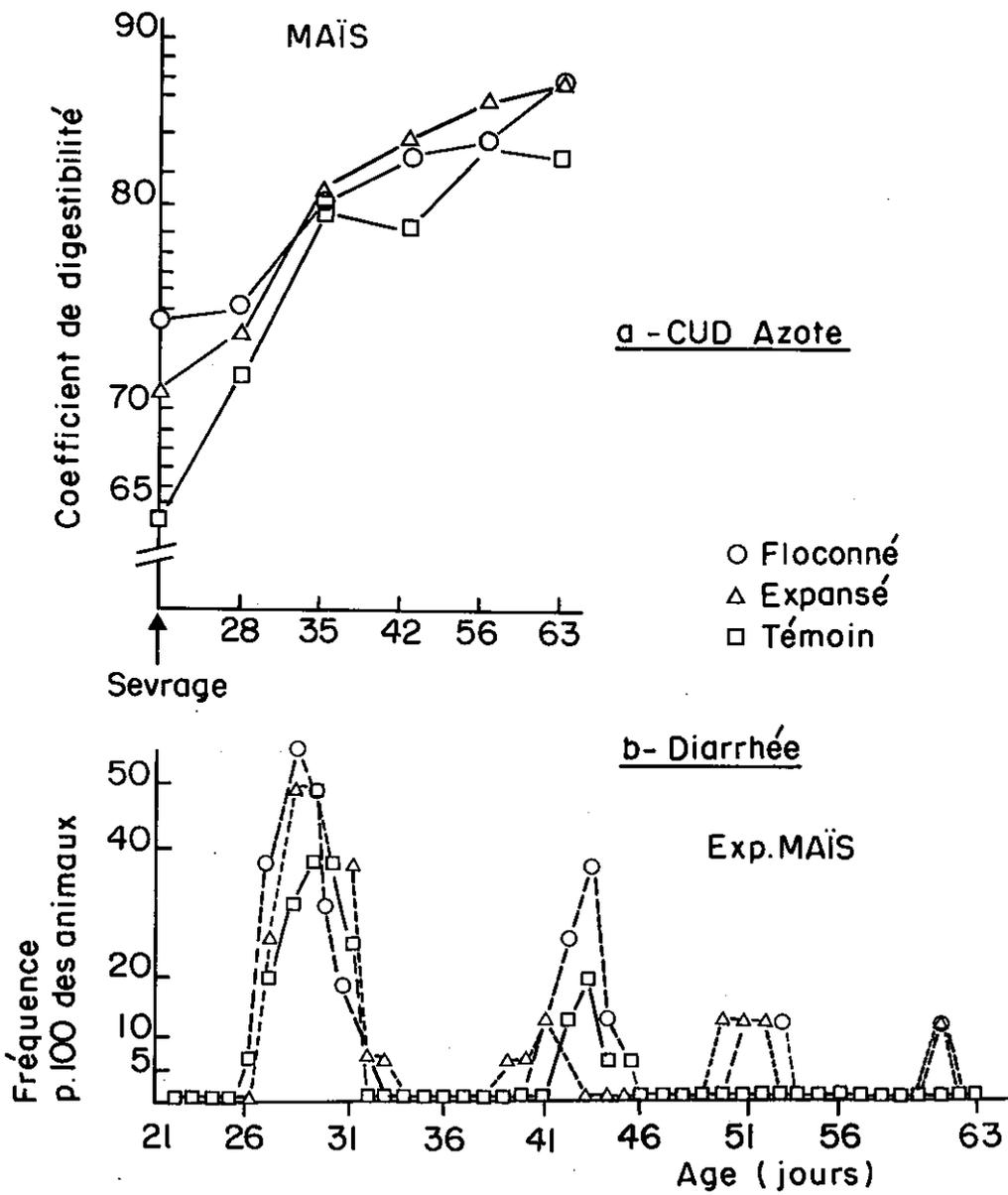
REGIME A BASE DE	TRAITEMENT DES CEREALES			SIGNIFICATION DES DIFFERENCES		
	FLOCONNE	EXPANSE	TEMOIN	ppdS	ENTRE TRAITEMENT	AGE (semaine)
ORGE ( M. Sèche	79,09 <sup>a</sup>	76,33 <sup>b</sup>	74,91 <sup>c</sup>	0,89	S **	L ** Q **
EXP. ( M. Organique	81,07 <sup>a</sup>	79,33 <sup>b</sup>	78,31 <sup>c</sup>	0,82	S **	L ** Q **
N° 1 ( Azote	74,74 <sup>a</sup>	74,98 <sup>a</sup>	70,20 <sup>b</sup>	1,4	S **	L ** Q **
MAIS ( M. Sèche	87,3 <sup>a</sup>	86,8 <sup>a</sup>	84,0 <sup>b</sup>	1,1	S **	L ** Q **
EXP. ( M. Organique	89,0 <sup>a</sup>	88,3 <sup>a</sup>	85,7 <sup>b</sup>	1,15	S **	L ** Q **
N° 2 ( Azote	81,1 <sup>a</sup>	81,2 <sup>a</sup>	77,8 <sup>b</sup>	0,99	S **	L ** Q **

\*\* =  $P < 0,01$  Age : effets linéaire et quadratique significatifs - ppdS : plus petite différence significative.  
a et b : différences significatives pour la même ligne.

Par ailleurs, le traitement subi par la fraction amylacée (PERISSE, ADRIAN et JACQUOT, 1956 ; ZELTER et al., 1967), semble surtout se traduire par une réduction de la fraction azotée endogène excrétée par les fécès. En effet, l'amidon préalablement fissuré et éclaté peut être dégradé quantitativement dans l'intestin grêle du porcelet (BAKER et al., 1950) limitant les proliférations microbiennes protéolytiques dans le gros intestin. Un phénomène identique a été observé par LANGWORTHY et DEUEL (1920) suivant l'origine botanique de l'amidon.

Toutefois, on peut souligner que c'est pendant la semaine qui suit le sevrage (figure 2) que l'effet favorable de ces traitements est surtout sensible.

FIGURE 2



Cependant, ces résultats importants et apparemment bénéfiques sur la digestibilité doivent être nuancés, car ils ne semblent pas modifier de façon très importante les performances zootechniques. Il convient alors de s'interroger sur la nécessité de les utiliser (et de les préconiser) dans la mesure où les aliments sont destinés à de très jeunes animaux sevrés vers 21 jours et dans la mesure où le prix du traitement n'entraîne pas de variation de plus de 5 à 10 p. cent du prix de la céréale. Par ailleurs, ces recommandations sont surtout valables dans le cas de l'orge à la lumière de nos résultats. L'effet de tels traitements peut être masqué par l'effet complémentaire de la granulation des aliments témoins, mais cette dernière recommandation reste générale puisque efficace pour tous les aliments destinés aux porcelets (AUMAITRE et SALMON-LEGAGNEUR 1961).

### III – CUISSON-EXTRUSION DU MAIS INCORPORE AUX ALIMENTS DE SEVRAGE A 3 SEMAINES

#### 1/ Dispositif expérimental

7 couples homogènes de porcelets sevrés à 3 semaines et issus de 7 portées ont été utilisés pour mesurer l'influence de la cuisson-extrusion d'une semoule de maïs correspondant à un traitement à 227° pendant quelques secondes. Les aliments (tableau 6) renferment en outre une source azotée de bonne valeur biologique (lait, poisson, soja). Ils sont granulés à 2,5 mm de diamètre et sont marqués à l'oxyde de chrome afin de mesurer leur digestibilité. L'expérience dure 5 semaines (de 3 à 8 semaines d'âge), période pendant laquelle on sait que le jeune animal digère mal l'amidon cru.

TABLEAU 6

COMPOSITION DES ALIMENTS DE SEVRAGE A 21 JOURS :  
INFLUENCE DE LA CUISSON-EXTRUSION SUR LA SEMOULE DE MAIS (p. 100)

Semoule de maïs (normale) . . . . .	56,9	—
Semoule de maïs (extrudée) . . . . .	—	57
Tourteau de soja . . . . .	14,2	14,1
Farine de poisson . . . . .	6,0	6,0
Suif . . . . .	3,0	3,0
Poudre de lait écrémé . . . . .	15,0	15,0
Minéraux, vitamines, antibiotiques . . . . .	4,5	4,5
Oxyde de chrome . . . . .	0,4	0,4
Composition glucidique de l'aliment : alcools solubles . . . . .	1,1	0,8
Glucides p. 100 hydrosolubles . . . . .	0,5	22,2
Protéines N x 6,25		

#### 2/ Résultats

Le traitement de cuisson extrusion entraîne une augmentation spectaculaire du pourcentage d'amidon hydrosoluble dans la semoule. En effet, dans la semoule initiale de maïs, 1,5 p. cent de l'amidon se trouve sous forme hydrosoluble, 39 p. cent dans la semoule extrudée et 46 p. cent dans l'aliment après pressage (1). Chez l'animal, les principales répercussions (tableau 7) concernent une augmentation significative de la vitesse de croissance, principalement expliquée par une quantité d'aliment consommée légèrement supérieure. Par ailleurs, on note une amélioration de l'utilisation digestive apparente des principaux éléments de la ration, surtout notable dans le cas de la fraction azotée. Mais c'est surtout au cours de la première semaine qui suit le sevrage que l'on observe une amélioration significative de la digestibilité qui atteint 4 points pour la matière sèche, 4,4 points pour la matière organique et 9,2 points pour l'azote.

(1) Mesures effectuées par Ch. MERCIER, (1974). Communication personnelle.

**TABLEAU 7**  
**INFLUENCE DE L'EXTRUSION DU MAÏS SUR LES PERFORMANCES DES PORCELETS**  
**(3 à 8 SEMAINES)**

	TEMOIN	EXTRUDE
Gain de poids g/j .....	220 <sup>a</sup>	243 <sup>b</sup>
Quantité d'aliments consommés g/j .....	326 <sup>a</sup>	344 <sup>b</sup>
Indice de consommation .....	1,47	1,42
<b>Utilisation digestive des aliments (p. cent) (1)</b>		
– M. Sèche .....	89,1	89,75 NS
– M. Organique .....	90,96	91,51 NS
– Azote .....	78,8	81,1 <sup>P &lt; 0,10</sup>

(1) Moyenne sur 5 périodes consécutives de 1 semaine.

Ces résultats sont en bon accord avec les données précédentes observées dans le cas du floconnage du maïs et surtout de l'orge. Ils sont à rapprocher des données de LAWRENCE (1973) obtenues dans le cas de la micronisation des céréales, qui entraîne notamment une amélioration (non significative) de l'utilisation digestive apparente moyenne des protéines de la ration. Cependant, il convient de souligner que l'on observe une adaptation spectaculaire des possibilités digestives du porcelet vis-à-vis de l'amidon cru, même après un sevrage très précoce. Ainsi, on est amené à se demander si le seul traitement hydrothermique de granulation de l'aliment à sec n'est pas suffisant pour faciliter l'attaque enzymatique de l'amidon cru chez le porcelet sevré précocement. Ce dernier traitement reste l'un des moins onéreux à appliquer aux aliments de sevrage, sans comparaison avec les coûts très élevés de l'opération cuisson-extrusion des matières premières amyliacées.

#### IV – CONCLUSION GENERALE

Des résultats de notre première expérience, on peut retenir que l'orge reste une excellente céréale de base pour les aliments de sevrage à 5 semaines des porcelets. L'avantage observé, surtout par rapport à un régime similaire à base de blé pur, réside dans l'augmentation de la consommation d'aliment, sensible dès le sevrage des jeunes, sans doute à la suite d'une bonne tolérance digestive d'un aliment complet granulé et dont l'amidon subit un début de traitement hydrothermique (MELCION et VAISSADE, 1974). De tels résultats sont en accord avec nos observations précédentes (AUMAITRE, 1969).

Par ailleurs, on peut souligner tout l'intérêt d'un dispositif en blocs incomplets équilibrés qui permet :

- la comparaison simultanée de 6 traitements avec une répartition au hasard de ceux-ci sur 2 portées contemporaines,
- le calcul de performances corrigées tenant compte (en l'éliminant dans l'analyse) de la variation blocs intra-répétitions, augmentant ainsi la puissance du test.

Les répercussions zootechniques favorables des traitements hydrothermiques des céréales semblent surtout notables dans le cas de l'orge incorporée aux rations de sevrage des porcelets à 21 jours : ils stimulent une consommation précoce d'aliment provoquant une augmentation de la vitesse de croissance et une diminution de l'indice de consommation, malgré un effet néfaste d'augmentation de la fréquence des diarrhées. Cependant, ces améliorations restent modestes et voisines de 10 p. cent sur les performances et toute recommandation d'application d'un tel traitement de l'orge doit s'accompagner d'un jugement de l'efficacité économique d'un tel traitement ne doit pas augmenter le prix de revient de l'aliment de plus de 7 à 8 p. cent, ce qui semble condamner dans les conditions actuelles le traitement de cuisson-extrusion.

Le résultat le plus constant reste l'amélioration chez le jeune animal de l'utilisation digestive des éléments nutritifs de la ration. Il est surtout notable et intéressant dans le cas de l'azote, dès le sevrage de l'animal.

De tels résultats confirment les données de quelques auteurs ayant travaillé sur le porc plus âgé avec des amidons divers ayant été traités par des procédés hydrothermiques (ZELTER et al., 1967 ; LAWRENCE, 1973). Leur intérêt concerne l'éventualité d'une épargne d'azote consécutive sans doute à une réduction de l'excrétion d'azote endogène, selon les hypothèses de l'ensemble des auteurs. Par contre, l'effet favorable éventuel des traitements hydrothermiques des céréales sur la rétention azotée observée par BORGIDA, mais démentie par LAWRENCE (1973) mériterait d'être mieux précisé chez le porcelet.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON R.A., CONWAY H.F., PEPLINSKI A.J. 1970 - Gelatinization of corn grits by roll cooking extrusion cooking and steaming. *Die Stärke* **22**, 130-135.
- AUMAITRE A., 1969 - Valeur alimentaire du manioc et de différentes céréales dans les régimes de sevrage précoce des porcelets. Utilisation digestive de l'aliment et effet sur la croissance des animaux. *Ann. Zootech.* **18**, 385-398.
- BERANGER C., THIVEND P., JARRIGE R. 1972 - Influence des traitements mécaniques et hydrothermiques sur la valeur nutritive du maïs pour les jeunes bovins à l'engrais. *Ann. Zootech.* **21**, 175-190.
- COCHRAN W.G., COX G.M. 1957 - *Experimental design*. Wiley inter ed. New-York 661 pp.
- GUILBOT A., MERCIER Ch. 1962 - Répercussions sur la digestibilité de l'amidon, des modifications de sa structure physico-chimique au cours de ses transformations technologiques. *Inds. Aliment. Agri.* **79**, 939-947.
- LAWRENCE T.L.J., 1968 - High level cereal diets for the growing finishing pig - III A Comparison with a control diet of the diets containing high level of maize, flaked maize, sorghum, wheat and barley. *J. Agric. Sci. Camb.* **70**, 287-297.
- LAWRENCE T.L.J., 1973 - An evaluation of the micronization process for preparing cereals for the growing pig. I Effects on digestibility and nitrogen retention. *Anim. Prod.* **16**, 99-107.
- MELCION J.P., VAISSADE P., VALDEBOUZE P., VIROBEN G. 1974 - Influence des conditions d'agglomération sur quelques caractéristiques physicochimiques d'un aliment pour porcelets. *Ann. Zootech.* **23**, 149-160.
- PERISSE J., ADRIAN J., JACQUOT R. 1956 - Etude in vivo et in vitro de la digestibilité du manioc sous différentes formes : farine entière, farine blutée, fécule et gary. *Ann. Nutr. Alim.* **10**, 13-21.
- PUACA V., 1970 - The influence of hydrothermal treatment of maize with steam on its physical and chemical change and nutritional value by feeding piglets. *Polyjoprivedni Fakultat Novi Sad.* **1**, 12.
- RERAT A., 1971 - La valeur biologique des protéines : quelques acquisitions récentes. *Ann. Zootech.* **20**, 193-246.
- ZELTER S.Z., CHARLET-LERY G., DELORT-LAVAL J. 1967 - Der Einfluss von roher und Quell-Kartoffelstärke auf die metabolischen und endogenen Stickstoffverluste und auf die Verwertung einer vollwertigen Proteinmischung beim wachsenden Schwein. *Zeit. Tierphysiol. Tierernährung. u. Futterm.* **23**, 30-60.