

A 8408

INTÉRÊT DE L'INCORPORATION DE POUDRE DE LAIT DANS L'ALIMENT DE SEVRAGE DU PORCELET.

Effet du taux de protéines de la ration.

F. WILLEQUET (1), B. SEVE (2), G. BERTRAND (2), P. QUEMERE (1)

(1) S.E.R.E.P. - Route de Crèvecœur - 60000 BEAUVAIS

(2) I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - Saint-Gilles - 35590 L'HERMITAGE

INTRODUCTION

Le lait de truie apporte, sous forme hautement disponible, les nutriments qui permettent une croissance post-natale rapide du porcelet. Il devient cependant très vite quantitativement insuffisant pour maintenir un gain de poids journalier maximum. De ce fait, le porcelet peut être sevré aux environs de 3 semaines d'âge à condition que le nouvel aliment :

- contribue dès l'âge de deux semaines à l'adaptation de l'appareil digestif à l'utilisation d'un aliment sec non lacté,
- remplace le lait maternel en tant que source de nutriments disponibles.

Cette double exigence maintes fois rappelée (SEVE et AUMAITRE, 1978) peut être satisfaite si l'on adjoint aux matières premières qui constitueront la base de l'alimentation de croissance (céréales + tourteaux) des aliments et notamment des protéines de haute valeur énergétique et biologique. Parmi ces derniers, la poudre de lait écrémé reste encore la référence la plus satisfaisante (DANIELSON *et al.*, 1960 ; PEO, 1964 ; KNOBLOCH *et al.*, 1975 ; ZIMMERMAN, 1972, 1977).

Dans un travail précédent, nous avons constaté que la substitution isoprotéique de poudre de lait à un mélange céréales-soja, dans la ration distribuée au cours des 2 semaines suivant le sevrage, ne permettait qu'une fois sur trois d'améliorer les performances du porcelet mesurées jusqu'à 20-25 kg de poids vif (BERTRAND *et al.*, 1981). Nous avons alors formulé l'hypothèse que l'intérêt de l'incorporation de poudre de lait avait dû être masqué par la farine de poisson (4 %), ou le taux de protéines relativement élevé de l'aliment (21 %). C'est pourquoi une nouvelle série d'expériences a été mise en place dans le but d'évaluer les avantages éventuels de la poudre de lait dans les régimes dépourvus de toute autre protéine animale. De plus, nous avons comparé deux taux de protéines, l'un pouvant être considéré comme sublimitant (18 %) et l'autre adéquat (22 %) en ce qui concerne la satisfaction du besoin azoté de premier âge (DUEE et SEVE, 1978).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 – Schéma expérimental

L'influence de deux facteurs nutritionnels et de leurs interactions est étudiée au cours de la période dite de premier âge (première quinzaine qui suit le sevrage) :

- introduction de poudre de lait dans l'aliment,
- taux de protéines de la ration.

Quatre traitements expérimentaux sont ainsi comparés :

Traitement	R1	R2	R3	R4
Poudre de lait écrémé (%) (1)	0	0	10	15
Taux de M.A.T. (%)	18	22	18	22

(1) L'incorporation de poudre de lait écrémé (traitements 3 et 4) est réalisée de manière à remplacer 30 % du tourteau de soja dans chaque cas

Les mesures sont poursuivies au cours des deux quinzaines suivantes (deuxième âge), toutes les conditions d'environnement ou d'alimentation étant uniformisées.

2 – Animaux

Les porcelets issus d'une mère croisée (Large White × Landrace Français) et d'un père bien conformé (croisé Landrace Belge ou croisé Piétrain) proviennent du troupeau de la S.E.R.E.P. Le jour du sevrage, ils sont répartis sur caillebotis métallique dans 8 ou 12 loges suivant les essais. Le local est isolé thermiquement, ventilé et chauffé à une température initiale de 26 °C, abaissée progressivement jusqu'au seuil de 20 °C, au rythme de 1 °C par semaine.

Les caractéristiques des porcelets à la mise en lots figurent au tableau 1.

TABLEAU 1

CARACTÉRISTIQUES INITIALES DES PORCELETS (ENTRE PARENTHÈSES, ÉCART-TYPE INTRA CLASSE)

Classe de poids		Lourds		Moyens		Légers	
Essai 1	Age (j)	23,1	(2,8)	22,3	(3,0)	21,0	(2,5)
	Poids (kg)	6,91	(0,73)	5,41	(0,54)	4,47	(0,52)
Essai 2	Age (j)	26,1	(3,8)	25,2	(4,2)	21,7	(6,4)
	Poids (kg)	7,79	(0,62)	6,23	(0,43)	5,00	(0,39)
Essai 3	Age (j)	29,3	(2,5)	—	—	28,9	(2,3)
	Poids (kg)	8,64	(0,67)	—	—	6,82	(0,58)
Essai 4	Age (j)	27,4	(1,9)	26,7	(3,3)	25,5	(2,8)
	Poids (kg)	9,37	(1,03)	7,65	(0,36)	6,26	(0,64)
Essai 5	Age (j)	26,2	(2,6)	—	—	21,7	(4,1)
	Poids (kg)	8,43	(0,91)	—	—	5,12	(1,14)
Essai 6	Age (j)	27,2	(1,7)	—	—	23,8	(3,8)
	Poids (kg)	8,00	(0,91)	—	—	5,43	(0,67)

3 – Mise en lots

On constitue sans tenir compte du sexe, des groupes de quatre porcelets de poids et d'âge comparables issus si possible d'une même portée ou au moins d'un même verrat. Chaque porcelet d'un quadruplé est affecté au hasard à l'un des quatre traitements expérimentaux. Les animaux

associés à un même régime sont ensuite répartis en deux ou trois groupes de poids d'effectif variable suivant les essais, occupant une loge du local.

Le plan expérimental choisi est un split-plot à un facteur primaire, la classe de poids, et à un facteur secondaire le régime alimentaire pour la variable individuelle « gain de poids ». En ce qui concerne les variables collectives consommation et efficacité alimentaire, il s'agit d'un dispositif de blocs complets dont l'unité expérimentale est la loge.

L'essai est répété six fois et porte au total sur 580 porcelets. L'ensemble des données fait l'objet d'une analyse de variance comprenant l'évaluation des interactions répétitions \times régime alimentaire.

4 – Alimentation

La composition des aliments expérimentaux de premier âge et leur analyse prévisionnelle figurent au tableau 2.

TABLEAU 2
COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES PRÉVISIONNELLES DES ALIMENTS (% DU PRODUIT BRUT)

Traitement	R1	R2	R3	R4
Orge	22,8	19,5	22,0	18,0
Blé	22,8	19,5	21,9	18,0
Mais	22,7	19,4	21,9	17,9
Tourteau soja 50	23,0	33,0	16,0	23,0
Poudre de lait écrémé	—	—	10,0	15,0
Suif	3,0	3,0	3,0	3,0
Sel marin	0,5	0,5	0,3	0,3
Phosphate bicalcique	1,8	1,6	1,6	1,3
Carbonate de calcium	2,4	2,5	2,3	2,5
C.M.V. (1)	1,0	1,0	1,0	1,0
Matière sèche (2)	87,7	87,7	88,4	89,0
M.A.T. (2)	18,07	21,92	17,99	21,95
Lysine (3)	0,92	1,19	0,99	1,31
Méthionine + cystine (3) (4)	0,62	0,72	0,62	0,72

(1) apportant en ppm : Zn : 45 ; Fe : 50 ; Cu : 5 ; Co : 2 ; I : 0,6 ; Mn : 1,6 et pour 100 kg d'aliment : Vit A : 10^6 ui ; Vit D³ : 2×10^5 ui ; VitE : 300 mg

Vit B₂ : 400 mg ; D-pantothénate : 1 g ; acide nicotinique : 2,4 g ; chlorure de choline : 30 g
(2) Valeurs calculées à partir des données moyennes de 3 analyses sur chacune des matières premières

(3) Valeurs estimées à partir de la teneur moyenne des matières premières calculées d'après les équations disponibles (MOSSE et BAUDET, 1979) ou lue dans les tables A.E.C. (doc. n° 4 ; 1978)

(4) Apports d'acides aminés soufrés équilibrés en pourcentage de protéines de la ration (selon DUEE et SEVE, 1978)

Les contrôles analytiques effectués sont rassemblés au tableau 3.

TABLEAU 3
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES ALIMENTS EXPÉRIMENTAUX APRÈS ANALYSES SUR LES FABRICATIONS (% DU PRODUIT BRUT)

Essais	1				2-3				4-5-6			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Matière sèche (1)	88,6	88,8	89,1	89,8	88,9	88,9	89,3	89,9	88,4	88,1	89,2	90,1
M.A.T. (1)	17,89	21,78	18,68	21,83	18,01	21,79	18,66	21,87	17,30	21,78	17,80	21,47
Ecart-type	0,18	0,12	0,05	0,55	0,24	0,08	0,05	0,39	0,47	0,66	0,29	0,06

(1) Valeurs moyennes de 2 analyses (Essai 1) ou de 3 analyses (Essais 2, 3, 4, 5, 6)

Le régime unique distribué au cours du deuxième âge est moins riche en protéines dans l'essai 1 que dans les essais suivants (tableau 4). Pendant toute la durée de l'expérience, les aliments sont offerts à volonté sous forme de granulés de 2,5 mm de diamètre.

TABLEAU 4
COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DE L'ALIMENT 2^e AGE (% DU PRODUIT BRUT)

Composition	Essai 1	Essais 2-3-4-5-6
Blé	24	22
Orge	24	23
Maïs	26	23
Tourteau soja 50	22	24
Farine de poisson 65	—	4
C.M.V. (1)	4	4
Caractéristiques chimiques		
Matière sèche (2)	86,9	88,1
M.A.T. (2)	18,09	21,25
Ecart-type	0,15	0,69
Lysine (3)	0,89	1,13
Méthionine + Cystine (3)	0,60	0,70

(1) Apportant en % : Ca : 0,72 ; P : 0,22 ; NaCl : 0,30 ;
en ppm : Zn : 125 ; Mn : 56 ; Fe : 82 ; Cu : 125 ; Co :
0,24 ; I : 0,30
Se : 0,20 ;

Pour 100 kg d'aliment : VitA : 10^8 ui ; Vit D₃ : 2×10^5 ui ;
VitE : 300 mg Vit B₂ : 400 mg ;
D. pantothénate : 1 g ; acide nicotinique :
2,4 g ; Chlorure de choline : 30 g
en ppm : Carbadox : 50, Cu : 125

(2) Valeurs mesurées après une analyse pour l'essai 1, valeurs moyennes de 5 analyses pour la série d'essais 2-3-4-5-6

(3) Valeurs calculées à partir des tables A.E.C. (doc n° 4, 1978)

5 – Contrôles et mesures

Tous les quatorze jours, les porcelets sont pesés individuellement et la consommation d'aliment est évaluée par loge. Trois critères sont calculés :

- la croissance pondérale journalière,
- la quantité d'aliment ingéré, exprimée par jour et par porcelet,
- l'efficacité alimentaire par loge (gain de poids vif total/quantité d'aliment ingéré).

L'état sanitaire et plus particulièrement les diarrhées font l'objet d'un enregistrement quotidien.

Des échantillons d'aliments sont prélevés à chaque livraison afin d'évaluer la teneur en matière sèche et en matière azotée.

RÉSULTATS

1 – Effets de la classe de poids

Au cours de la période premier âge, dans quatre essais sur six, les porcelets lourds consomment plus d'aliment que les légers. Dans deux cas, cela se traduit par une augmentation

significative de la vitesse de croissance. Toutefois, cette augmentation des quantités ingérées n'est jamais accompagnée d'une amélioration de l'efficacité alimentaire ; dans trois essais une réduction significative de ce critère est même observée. Au cours de la période deuxième âge et sur l'ensemble de l'expérience, les quantités ingérées et le gain de poids sont supérieurs dans cinq essais sur six chez les porcelets lourds. Néanmoins, l'efficacité alimentaire reste très largement indépendante de la classe de poids initial. L'essai 1 est le seul dans lequel les porcelets légers réalisent une performance de croissance supérieure à celle des porcelets lourds en premier âge, mais cet avantage disparaît sur la totalité de l'essai.

TABLEAU 5
QUANTITÉS INGÉRÉES (g/j)

Traitement		R1	R2	R3	R4	Interprétation statistique (1)		
Période	Essai					P	L	T
1 ^{er} âge	1	190	177	203	196			
	2	259	287	252	248	**		
	3	243	235	261	249			
	4	252	217	236	234	+		
	5	164	161	169	193	*		
	6	171	185	195	189	*		
Tous essais		216	211	222	219			
Tot. Expé.	1	558	612	593	619			
	2	786	787	808	799	*		
	3	633	611	663	694	+		
	4	636	658	605	537	*	**	
	5	571	577	567	580	**		
	6	637	629	635	613	**		
Tous essais		636	648	646	640			

(1) P : effet du facteur classe de poids, L : effet du facteur poudre de lait, T : effet du facteur taux protéique
+ : P < 0,10 ; * : P < 0,05 ; ** : P < 0,01 ; *** : P < 0,001

2 - Effets du régime alimentaire

Aucun essai ne fait apparaître d'interaction significative entre les effets de la poudre de lait et ceux du taux azoté de l'aliment quelle que soit la période considérée.

L'incorporation de poudre de lait à la ration du premier âge n'entraîne jamais d'augmentation significative des quantités ingérées, ni après sevrage, ni sur la période expérimentale complète (tableau 5). Dans l'essai 4, on a relevé en deuxième âge une réduction significative de l'appétit chez les animaux d'une loge recevant l'un des aliments contenant de la poudre de lait. Cette observation explique à elle seule la diminution des quantités ingérées enregistrée en fin d'expérience, sans que le régime expérimental puisse être mis en cause.

Le gain de poids mesuré au cours de la période premier âge est amélioré significativement par l'addition, dans l'essai 1, de poudre de lait écrémé à la ration (tableau 6). La même tendance est relevée dans les autres essais, si bien que l'amélioration moyenne calculée tous essais confondus est d'environ 10 % (P < 0,05) au cours de la première quinzaine qui suit le sevrage. Cet avantage initial est confirmé sur la période expérimentale complète dans deux essais (essais 1 et 3) ; finalement, tous essais confondus, il est évalué à 5 % et reste significatif (P < 0,05).

D'une manière générale, l'adjonction de poudre de lait dans l'aliment premier âge permet une amélioration de 5 à 10 % de l'efficacité alimentaire qui subsiste et devient significative sur la

totalité de la période expérimentale ($P < 0,01$) (tableau 7).

TABLEAU 6
GAIN DE POIDS VIF (g/j)

Traitement		R1	R2	R3	R4	Interprétation statistique (1)		
Période	Essai					P	L	T
1 ^{er} âge	1	101	114	127	131	*	*	
	2	159	207	178	193	**		
	3	147	147	167	177	+		
	4	123	126	123	138	+		
	5	128	116	129	146	*		
	6	106	134	130	120	*		
Tous essais		126	140	142	150		*	*
Tot. Expé.	1	255	323	302	342	***	**	***
	2	460	466	485	468	***		
	3	383	387	401	434	***	*	
	4	342	335	337	347	*		
	5	341	358	349	369	**		
	6	387	395	395	389	***		
Tous essais		357	375	375	390		*	*

(1) Voir tableau 5

TABLEAU 7
EFFICACITÉ ALIMENTAIRE

Traitement		R1	R2	R3	R4	Interprétation statistique (1)		
Période	Essai					P	L	T
1 ^{er} âge	1	0,47	0,62	0,57	0,66	+		
	2	0,61	0,72	0,71	0,77		*	*
	3	0,60	0,59	0,63	0,70			*
	4	0,49	0,58	0,52	0,59			
	5	0,79	0,70	0,77	0,79	+		
	6	0,60	0,69	0,68	0,58	*		
Tous essais		0,57	0,65	0,64	0,68			*
Tot. Expé.	1	0,46	0,53	0,50	0,56	+		**
	2	0,59	0,59	0,60	0,58			
	3	0,60	0,61	0,62	0,63	+		
	4	0,54	0,50	0,56	0,61			
	5	0,60	0,62	0,62	0,63	+		
	6	0,60	0,62	0,62	0,63	**		
Tous essais		0,55	0,57	0,57	0,60		**	

(1) Voir tableau 5

Le taux de protéines de l'aliment n'exerce aucun effet significatif sur les quantités ingérées, ni en premier âge, ni sur la période complète. Si l'on considère séparément chaque essai, le gain de poids des porcelets n'est influencé significativement par les matières azotées supplémentaires

que dans un cas (essai 1) sur l'ensemble de la période étudiée. Toutefois, l'analyse de variance générale fait apparaître un effet favorable ($P < 0,05$) de l'apport azoté initial d'amplitude comparable à celui de la poudre de lait, 10 % en premier âge et 5 % sur la durée complète (tableau 6). De la même façon l'augmentation des apports azotés de premier âge entraîne une amélioration significative de 9 à 14 % de l'efficacité alimentaire au cours de cette période.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le poids des porcelets au sevrage influence favorablement la croissance pondérale à moyen terme. Toutefois, il semble que l'avantage des animaux lourds ne s'exprime vraiment qu'en deuxième âge. Ainsi, lorsqu'ils sont relativement jeunes (essai 1) ces derniers paraissent plus affectés par le sevrage que les porcelets légers. Ce résultat s'explique sans doute par le fait qu'à un âge donné, la quantité d'aliment ingérée au cours de la quinzaine de jours suivant le sevrage n'est que faiblement corrélée au poids vif (BERTRAND, 1980). Dans les conditions de la conduite en bande, on sait que, même dans le cas de sevrages plus tardifs, la variable « âge » fournit toujours une explication partielle de la variation des performances de croissance indépendamment du poids vif (LE DENMAT et VAUDELET, 1982).

Selon ZIMMERMAN (1977), les porcelets améliorent d'autant plus leurs performances, en réponse à l'introduction de poudre de lait dans leur ration, qu'ils sont plus jeunes et légers. Par ailleurs, OKAI *et al.*, (1976) montrent qu'au même âge de 21 jours les porcelets légers sont plus sensibles à la complexité du régime que les lourds. La même tendance peut être notée dans certains essais de la présente expérience mais elle n'atteint jamais le seuil de signification (données non détaillées).

Au cours de la période « premier âge », conformément à nos observations antérieures, l'appétit des porcelets n'est pas influencé par les variations quantitatives de l'apport azoté (SEVE, 1980) ou la présence de poudre de lait dans la ration (BERTRAND *et al.*, 1981). La faiblesse du niveau d'ingestion (216 g/j) ne permet pas d'invoquer une exceptionnelle appétibilité du régime de base céréales-soja pour expliquer l'absence de l'effet favorable du lait que signalent d'autres auteurs (KNOBLOCH *et al.*, 1975 ; OKAI *et al.*, 1976 ; BECKAERT ET EECKOUT, 1980). La brièveté de la période de distribution de nos aliments expérimentaux est peut-être à l'origine de cette contradiction. Il est en effet possible que l'intensité du stress soit le facteur limitant primaire de la prise alimentaire. Notons toutefois que ZIMMERMAN (1977) et BERTRAND *et al.*, (1981) ne mettaient en évidence aucun effet du lait écrémé sur l'appétit dans le cas d'une durée plus longue de distribution de l'aliment.

L'augmentation de 18 à 22 % du taux de protéines et l'incorporation de poudre de lait dans l'aliment le moins riche en matières azotées améliorent de manière comparable la croissance pondérale au cours de la période premier âge. Dans des conditions analogues on observe le même résultat en augmentant le taux de protéines de 20 à 25 % (SEVE, 1980). L'effet favorable de la poudre de lait est en accord avec les données de ZIMMERMAN portant également sur les deux semaines suivant le sevrage. Bien que l'interaction ne soit pas significative, on peut observer que la présence de poudre de lait dans l'aliment accélère moins la croissance à 22 (+ 8 %) qu'à 18 % (+13 %) de protéines. Peut-être faut-il voir là une explication du fait que nous n'avions précédemment trouvé que dans un essai sur trois un effet significatif de la poudre de lait dans un aliment à 21 % de matières azotées (BERTRAND *et al.*, 1981). Rappelons cependant que le régime de base alors utilisé renfermait 4 % de farine de poisson.

En fin de période expérimentale les effets des facteurs nutritionnels sont atténués mais restent significatifs (vitesse de croissance) ou même hautement significatifs (efficacité alimentaire). L'amélioration obtenue en augmentant le taux de protéines de 18 à 22 % avec ou sans poudre de lait est en accord avec la plupart des données concernant des porcelets sevrés au même âge (MEADE *et al.*, 1965, 1969, 1973 ; NIELSEN, 1973 ; CAMPBELL et BIDEN, 1978). Soulignons toutefois que ces auteurs maintenaient les variations de l'apport azoté pendant toute la phase de post-sevrage y compris la période deuxième âge. Nos résultats tendent à montrer que le retard de croissance consécutif à une alimentation azotée qualitativement et/ou quantitativement insuffisante au sevrage n'est pas comblé par la suite même si les apports azotés deviennent adéquats

FIGURE 1

EFFETS RESPECTIFS DU TAUX DE PROTÉINES ET DE LA POUDRE DE LAIT DE L'ALIMENT 1^{er} AGE SUR LES PERFORMANCES DES PORCELETS (BASE 100 = RÉGIME A 18 % DE PROTÉINES SANS LAIT)

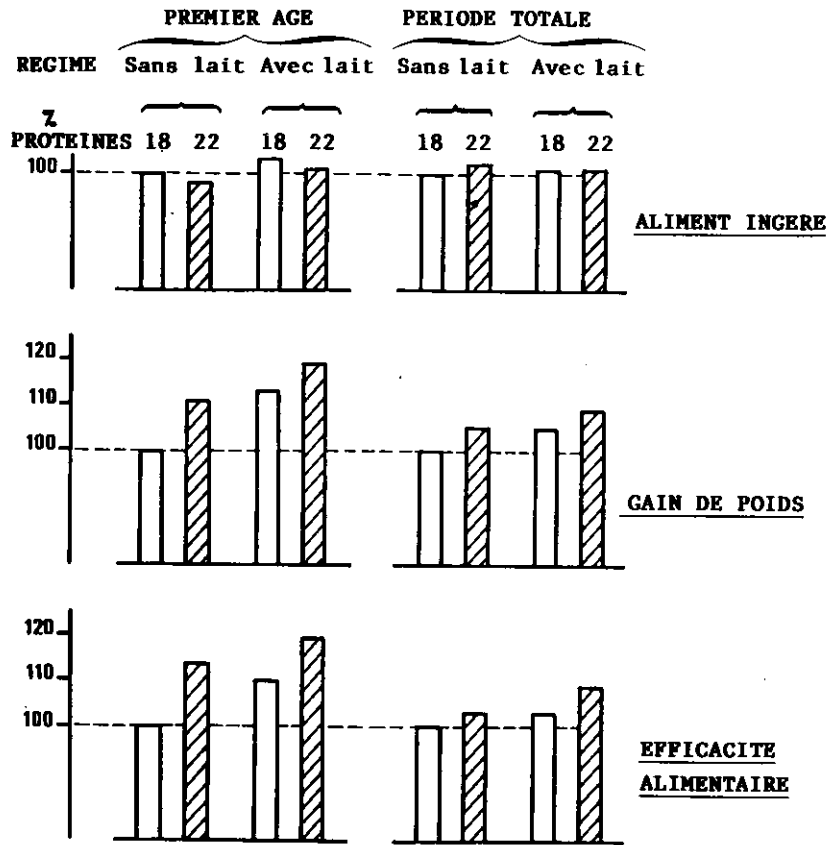
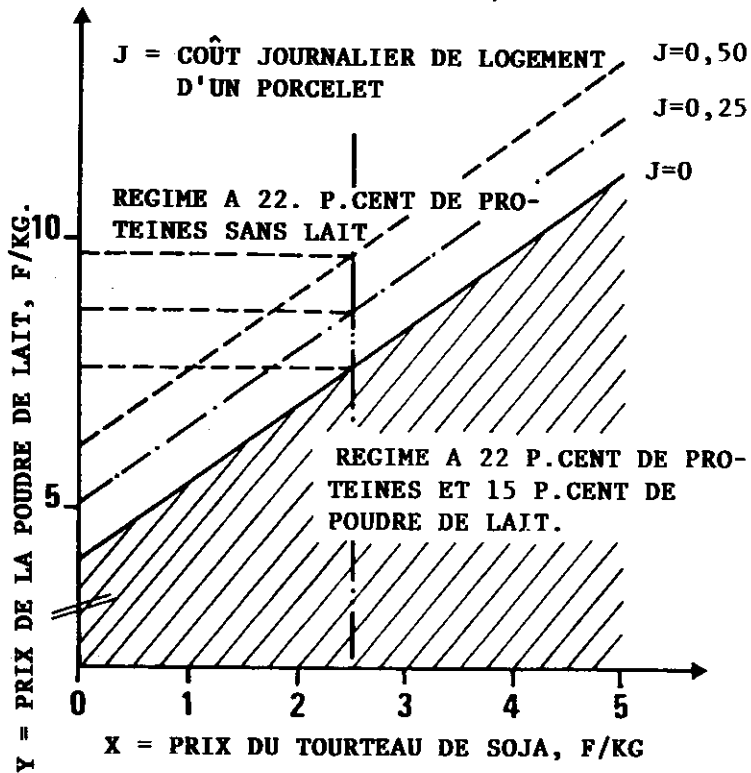


FIGURE 2

PRIX D'INTÉRÊT DE LA POUDRE DE LAIT EN FONCTION DU PRIX DU TOURTEAU DE SOJA ET DU COÛT DE LOGEMENT

$$(Y = 1,44 + 4,06 + 4,21 j)$$



et conformes aux recommandations de FEKETE *et al.*, (1981). On ne peut donc affirmer comme ZIMMERMAN (1977) que l'effet de la poudre de lait disparaît quatre semaines après le sevrage. Notre conclusion reste valable au taux de protéines le plus élevé de la ration, notamment si l'on considère les données d'efficacité alimentaire. Elle est en accord avec les résultats de KNOBLOCH *et al.*, (1975).

En termes économiques, l'augmentation du taux de protéines ou l'incorporation de poudre de lait dans la ration ne sont intéressantes que lorsque la diminution consécutive du coût de production excède l'augmentation du coût alimentaire. Dans le cas présent, cette dernière ne concerne que l'aliment distribué au cours des deux semaines suivant le sevrage et consommé en quantités égales (environ 3 kg) quelle que soit sa composition. La diminution du coût de production résulte de l'épargne réalisée sur l'aliment deuxième âge nécessaire à l'obtention d'un poids vif donné. Nous avons choisi comme poids de référence celui des porcelets ingérant l'aliment le moins performant à la fin de l'expérience (21,5 kg environ). Le calcul montre que les régimes de sevrage à faible taux de protéines ne deviennent intéressants qu'à des valeurs très élevées de prix des sources azotées étudiées. En supposant constant le prix des céréales (1,40 F/kg) la droite tracée sur la figure 2 matérialise les combinaisons de prix du tourteau de soja et de la poudre de lait pour lesquelles on peut utiliser indifféremment l'aliment à 22 % de protéines sans lait et celui renfermant 15 % de poudre de lait écrémé. Ainsi, dans l'hypothèse d'un tourteau de soja à 2,50 F/kg, la poudre de lait serait valorisée à 7,65 F/kg. La réduction du temps nécessaire à l'obtention du poids de référence, c'est-à-dire l'augmentation de la vitesse de croissance, constitue un autre facteur de diminution du coût de production. Le calcul montre que le prix d'intérêt de la poudre de lait par kg peut être majoré d'une valeur égale à plus de quatre fois le coût journalier de logement d'un porcelet (amortissement du bâtiment et main-d'œuvre).

En conclusion, cette expérience démontre clairement l'intérêt de bien couvrir le besoin azoté correspondant à la phase du sevrage et les avantages de la poudre de lait non seulement pour améliorer l'expression du potentiel de croissance mais aussi pour minimiser le coût de production du porcelet. Toutefois, la question reste posée de savoir le ou lesquels des constituants du lait-protéines, lysine, lactose ou minéraux permettrait de reproduire ses effets favorables. En outre, il conviendrait de vérifier que les avantages d'un taux de protéines élevé ou de l'incorporation de lait dans la ration de sevrage sont conservés au cours de la période de croissance-finition.

BIBLIOGRAPHIE

- BECKAERT H., ECKOUT W., 1980. *Revue de l'Agriculture*. **33**, 239-304.
- BERTRAND G., 1980. Rapport de D.E.A. - U.E.R. des Sciences biologiques. Université de Rennes.
- BERTRAND G., SEVE B., QUEMERE P., 1981. *Journées Rech. Porcine en France*. **13**, 83-94.
- CAMPBELL R.G., BIDEN R.S., 1978. *Anim. Prod.* **27**, 223-228.
- DANIELSON D.M., PEO E.R., HUDMAN D.B., 1960. *J. Anim. Sci.* **19**, 1055-1061.
- DUEE P.H., SEVE B., 1978. *Journées Rech. Porcine en France*. **13**, 71-82.
- FEKETE J., CASTAING J., BOUARD J.P., LEUILLET M., 1981. *Journées Rech. Porcine en France*. **13**, 71-82.
- KNOBLOCH F., WIESEMULLER W., POPPE S., 1975. *Jahrb. Tierern. Fütterung Univ. Rostock*. **9**, 124-128.
- LE DENMAT M., VAUDELET J.C., 1982. 33^e réunion annuelle de la F.E.Z. Commission porcine - Session n° 2 - Leningrad.
- LE DIVIDICH J., AUMAITRE A., 1978. *Livest. Prod. Sci.*, **5**, 71-80.
- MEADE R.J., 1973. *Proc. Maryland Nutr. Conf. Feed manuf.* 89-97.
- MEADE R.J., RUST J.W., MILLER K.P., HANKE H.E., GRANT R.S., VERMEDAHL L.D., WASS D.F., HANSON L.D., 1969. *J. Anim. Sci.*, **29**, 303-318.
- MEADE R.J., TYPPO J.T., TUMBLESON M.E., GOIHL J.H., VON DER MEHDEN H., 1965. *J. Anim. Sci.*, **24**, 626-632.
- OKAI D.B., AHERNE F.X., 1976. *Can. J. Anim. Sci.*, **56**, 573-586.
- PEO E.R., 1964. *Feed Age*. **14**, 30-34.
- SEVE B., AUMAITRE A., 1978. *World Rev. Anim. Prod.* **14**, 25-32.
- ZIMMERMAN D.R., 1972. Iowa State University Mimeo Report AS 379 C.
- ZIMMERMAN D.R., 1977. *Hoy Farm Management*. **14**, 52-58.