

## INFLUENCE DE L'ADMINISTRATION DE SOMATOTROPINE PORCINE ET D'UNE RÉDUCTION DU TAUX PROTÉIQUE DU RÉGIME SUR LES REJETS D'AZOTE ET DE PHOSPHORE CHEZ LE PORC

*Nathalie QUINIOU, J. NOBLET, J. Y. DOURMAD*

*Institut National de la Recherche Agronomique  
Station de Recherches Porcines, 35590 Saint-Gilles*

*avec la collaboration technique de J. P. PRIGENT et A. ROGER pour les mesures sur animaux,  
Sylviane BARRE et Nadine MÉZIÈRE pour les analyses de laboratoire.*

L'effet sur les performances et sur le rejet azoté de deux niveaux de protéines (18,6% niveau H et 15,7% niveau B) combinés à l'administration ou non de somatotropine porcine (pST) a été testé dans un essai conduit sur 20 porcs mâles castrés croisés (LWxP) entre 51 et 101 kg. Trois bilans azotés et phosphorés sont effectués sur chaque porc au cours de l'expérience. Le régime n'a pas d'effet significatif sur les performances et sur le niveau de rétention de l'azote et de phosphore. Par contre, l'administration de pST a un effet significatif sur le gain quotidien de poids (+23%), de muscles (+34%), de gras (-28%) et sur l'indice de consommation (-20%), l'adiposité des carcasses étant fortement réduite (-24%,  $P < 0,001$ ). La pST augmente la rétention azotée journalière de 35% (pas d'effet du régime), réduit le rejet journalier d'azote de 25% du fait d'une moindre excrétion urinaire ( $P < 0,001$ ) alors que le rejet fécal n'est pas modifié. La réduction du taux protéique du régime diminue les rejets azotés aux niveaux urinaire (-26%) et fécal (-28%). Sur l'ensemble de l'expérience, les porcs traités recevant le régime B excrètent 54% de moins d'azote que les témoins nourris avec le régime H. Le régime n'a pas d'effet sur le bilan phosphoré. L'administration de pST s'accompagne d'une augmentation de la rétention de phosphore (6,3 vs 5,1 g/j), ce qui est en accord avec un gain journalier de poids et d'os supérieur. Nos résultats montrent que l'excrétion de phosphore est réduite de 11% par la pST (9,0 vs 10,1 g/j,  $P < 0,001$ ).

### **effect of porcine somatotropin and dietary protein level on the nitrogen and phosphorus losses of pigs.**

The effects of low levels of dietary protein were studied in combination with modification of the growth potential in order to reduce nitrogen output of growing-finishing pigs. In the experiment, twenty crossbred barrows (LWxP), 51 to 101 kg live weight, were used to investigate the effect of two dietary protein levels (18.6% level H and 15.7% level B) and porcine somatotropin (pST) administration (0 or 3 mg/d) on growth and carcass characteristics and on N and phosphorus output. Pigs were individually penned, nitrogen and phosphorus balance was measured three times over the experiment. The protein content of the diet did not affect growth rate, carcass characteristics and nitrogen and phosphorus balance. The effect of pST administration was highly significant for daily weight gain (+23%), muscle gain (+35%), fat tissues gain (-28%) and feed gain ratio (-20%). The percentage of fat in the carcass was also lower (-24%,  $P < 0.001$ ). Daily nitrogen retention was improved (+35%) by pST, and daily nitrogen output was reduced (-25%) through a decrease in urinary losses ( $P < 0.001$ ), whereas fecal losses were unchanged. The reduction of dietary protein level was associated with a decreased fecal (-28%) and urinary nitrogen output (-26%). With the B diet, pST pigs excreted 54% less nitrogen than the control ones fed the B diet. The diet did not affect the phosphorus balance. Phosphorus retention was improved by pST (6.3 vs 5.1 g/d) which is consistent with the higher rate of body weight and bones gain. Finally our data showed that phosphorus excretion was reduced by about 11% by pST treatment (9.0 vs 10.1 g/d,  $P < 0.001$ ).

## INTRODUCTION

L'augmentation de la quantité d'effluents d'élevage produits au niveau de certains bassins de production s'accompagne de risques de pollution des sols et des eaux principalement par l'azote (N) et le phosphore (P) (HENRY et FOURMAD, 1992). Dans le cas particulier du porc en engraissement, un tiers de l'azote excrété est d'origine fécale, alors que deux tiers sont d'origine urinaire (VAN ES, 1978). La réduction des rejets azotés peut ainsi être envisagée à la fois par une amélioration de la digestibilité des protéines du régime, et surtout par une meilleure adéquation des apports aux besoins de l'animal. En ce qui concerne le phosphore, le niveau d'excrétion dépend du type d'animal et surtout de sa disponibilité qui varie en fonction des matières premières et de l'aliment (JONGBLOED, 1987).

Les rejets azotés peuvent également être réduits en augmentant la rétention protéique qui est elle-même fonction du potentiel de croissance de l'animal. Depuis plusieurs décennies, la sélection génétique a permis d'améliorer le gain moyen de poids quotidien (GMQ) et la teneur en muscle de la carcasse aux dépens du gras. Ceci s'est accompagné d'une réduction du coût énergétique du gain de poids et d'une amélioration de l'efficacité alimentaire. L'utilisation de facteurs de croissance permet également d'améliorer le potentiel de croissance des animaux. Ainsi, chez le porc, l'injection de somatotropine porcine (pST) exogène s'accompagne d'une augmentation importante de la rétention azotée associée à un meilleur rendement de fixation des protéines alimentaires en protéines corporelles, et à une efficacité alimentaire améliorée (NOBLET *et al.*, 1992).

Ce travail a pour objet d'étudier l'effet de l'administration de pST en combinaison avec une réduction du taux protéique du régime sur les rejets d'azote et de phosphore ainsi que sur les performances de croissance et de composition corporelle de porcs mâles castrés entre 50 et 100 kg.

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1. 1. Dispositif expérimental

L'expérience porte sur 20 mâles castrés croisés (Large White x Piétrain) répartis en 5 blocs de 4 frères de portée. Les animaux sont pesés au début de l'expérience et répartis en deux groupes, chacun recevant l'un des deux aliments qui diffèrent par leur niveau de protéines (18,6 % niveau H et 15,7% niveau B). Les teneurs en acides aminés indispensables des deux régimes sont comparables (tableau 1). Les porcs sont placés en cage de digestibilité jusqu'à l'abattage. Après une semaine d'adaptation à la cage et à l'aliment, les porcs sont répartis suivant un dispositif factoriel 2 x 2 comportant les deux niveaux de protéines, et un traitement ou non par la pST (0 ou 3 mg/j). Au sein de chaque bloc, le niveau d'alimentation est déterminé en fonction de la consommation des porcs traités à la pST et recevant le régime H, les porcs de chaque traitement recevant la même quantité d'énergie digestible en fonction de leur poids vif. L'aliment est distribué en deux repas (8<sup>h</sup>00 et 15<sup>h</sup>30) et l'eau est disponible à volonté. La pST est administrée en intramusculaire au niveau du garrot en alternant le côté d'injection tous les matins. Trois bilans azotés sont réalisés aux poids moyens de 62, 79 et 92 kg (durée: 10-11 jours).

### 1.2. Mesures, analyses et calculs

Les animaux sont pesés au début de l'expérience, au début et

**Tableau 1** - Composition, résultats d'analyse et caractéristiques nutritionnelles des régimes

Régime	- H -	- B -
<b>Composition centésimale, %</b>		
Blé	27,3	41,4
Orge	37,0	32,2
Pois de printemps	10,0	10,0
Tourteau de soja	16,9	7,0
Tourteau de colza	5,0	5,0
L Lysine HCl	0,18	0,51
DL Méthionine	0,07	0,16
L Thréonine	0,04	0,19
L Tryptophane	0,02	0,07
Sel	0,5	0,5
Complément oligo-éléments	0,5	0,5
Carbonate de calcium	1,4	1,3
Phosphore bicalcique	1,0	1,2
<b>Composition chimique, % frais</b>		
Matière sèche	87,0	87,0
Matière azotée totale	18,6	15,7
Matières minérales	5,6	4,9
Cellulose brute	3,6	3,4
NDF	12,8	11,8
ADF	5,0	4,2
ADL	1,0	1,0
Matières grasses	2,0	1,9
Phosphore	0,63	0,62
Phosphore disponible (1)	0,32	0,35
Lysine	1,15	1,12
Méthionine+Cystine (1)	0,70	0,70
Thréonine(1)	0,72	0,72
Tryptophane (1)	0,24	0,24
Énergie Brute (kcal/kg)	3757	3717
Énergie nette (kcal/kg)(1)	2278	2320

(1) Valeurs estimées à partir des tables en fonction des matières premières utilisées. EN calculée à l'aide de la formule n°16 de NOBLET *et al.* (1989) :  
 $EN = 0,826 \times ED - 1,98 \times MAT + 1,05 \times MG - 1,10 \times CB$

à la fin de chaque période de bilan, ainsi qu'à l'abattage vers 100 kg. Les mesures et analyses chimiques réalisées pour la détermination des bilans azotés et le calcul des coefficients de digestibilité de la matière sèche, de l'azote, de l'énergie, des matières minérales et du phosphore, sont identiques à celles décrites par NOBLET et HENRY (1987). La teneur en phosphore des urines et des fèces a été mesurée sur un échantillon moyen par lot et par période de bilan. Tous les quinze jours, l'épaisseur de lard dorsal est mesurée aux ultrasons afin de suivre l'état d'engraissement de chaque animal. A l'abattage, les poids de la carcasse, des deux demi-carcasses chaudes et froides, de la tête, de la queue, du sang, du tractus digestif plein et vide, du foie, du coeur, des poumons, des reins, de la rate et de l'épiploon sont déterminés. Les estomacs sont notés en fonction de l'importance des lésions présentes. Après 24 heures de ressuyage, la demi-carcasse gauche est découpée suivant la découpe parisienne normalisée. Les poids de muscle et de gras sont calculés à partir des résultats de la découpe (DESMOULIN *et al.*, 1988).

La composition corporelle en début d'expérience est estimée à l'aide de formules établies à partir de résultats de dissections

complètes, à différents stades d'engraissement (DOURMAD et GUILLOU, non publié). Par différence entre la composition corporelle initiale et finale, on détermine le gain journalier de muscle et de gras.

Les résultats de l'expérience ont été soumis à une analyse de variance (GLM, SAS 1990) incluant l'effet du traitement à la pST, du régime, de l'interaction entre ces deux facteurs, du bloc, et de la période de mesure. Pour les résultats concernant les performances d'abattage et de composition corporelle, les données sont ajustées pour un même poids vif à l'abattage.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Les performances de croissance

Conformément au protocole, la consommation journalière d'aliment n'est pas influencée par les traitements (tableau 2). Néanmoins, les porcs traités à la pST et recevant l'aliment H

présentent un niveau de consommation journalière légèrement inférieur aux autres lots pendant la période 3 (régime x pST,  $P < 0,05$ ), soit 2182 contre 2246 g matière sèche/j. D'autre part, la consommation augmente d'une période à l'autre (période,  $P < 0,001$ ) 1753, 2109 et 2235 g matière sèche/j respectivement pour les périodes 1, 2 et 3.

Sur l'ensemble de l'expérience, le régime n'a pas d'effet significatif sur le GMQ, ni sur l'IC (tableau 2). L'administration de pST s'accompagne d'une augmentation du GMQ de 23% (1081 contre 876 g/j) et d'une réduction de l'IC de 20% (1,86 kg matière sèche par kg de gain contre 2,33). La durée d'engraissement des porcs traités est réduite de 8 jours (tableau 2) et la consommation cumulée d'aliment (en matière sèche) est inférieure de 18 kg par rapport aux porcs témoins. Les effets de l'administration de pST sont observés pendant les trois périodes avec cependant des variations d'amplitude, l'augmentation du GMQ et la réduction de l'IC étant moindres pendant la deuxième période (respectivement +15%, -13%). Enfin, l'IC augmente avec le poids vif dans tous les lots.

**Tableau 2** - Effets de la pST et du taux de protéines du régime sur les performances de croissance pendant l'expérience.

Régime	H + B		H		B		Signification statistique (1)			
	0	3	0	3	0	3	ETR	REG	pST	REG x pST
pST, mg/j										
Poids initial, kg	51,0	51,0	50,9	51,2	51,1	50,7	1,5	NS	NS	NS
Poids final, kg	99,9	102,6	100,7	103,1	99,3	102,0	2,1	NS	*	NS
Durée, j	56,1	47,8	56,2	48,0	56,0	47,6	2,2	NS	***	NS
<b>Gain de poids, g/j</b>										
. Total	876	1081	889	1083	863	1079	43	NS	***	NS
. Muscles	357	479	365	483	350	475	44	NS	***	NS
. Gras	196	141	204	131	187	150	30	NS	*	NS
Aliment ingéré total, kg MS (2)	114	96	116	96	113	97	5	NS	***	NS
Aliment ingéré, g MS/j	2035	2010	2056 <sup>a</sup>	1991 <sup>b</sup>	2015 <sup>ab</sup>	2029 <sup>ab</sup>	38	NS	NS	*
IC (kg MS/kg)	2,33	1,86	2,32	1,84	2,34	1,88	0,11	NS	***	NS
Épaisseur de lard dorsal finale, mm	9,2	7,3	9,5	7,3	8,9	7,3	0,1	NS	***	NS
Variation de l'épaisseur de lard dorsal, mm	3,0	1,4	3,0	1,2	3,0	1,5	0,8	NS	***	NS

(1) Analyse de la variance incluant l'effet régime (REG), pST, bloc et l'interaction régime x pST. L'effet du bloc est significatif sur la durée et l'aliment ingéré ( $P < 0,5$ ), et a une tendance sur le GMQ total et sur l'aliment ingéré total. ETR pour écart-type résiduel. Niveaux de signification: \*\*\*:  $P < 0,001$ ; \*\*:  $P < 0,01$ ; \*:  $P < 0,05$ ; t:  $P < 0,10$ ; NS:  $P > 0,10$ .

(2) MS pour matière sèche

### 2.2. Les performances d'abattage

Les résultats sont ajustés pour un même poids vif d'abattage (tableaux 3 et 4), les animaux traités étant légèrement plus lourds en fin d'expérience (tableau 2). Le régime n'a pas d'effet significatif sur les critères mesurés. Le rendement à chaud et les pertes de ressuyage après 24h ne sont pas significativement affectés par l'administration de pST (tableau 3), mais les animaux traités présentent un rendement un peu plus faible (82,4 contre 83,1 points). Le traitement à la pST s'accompagne

d'une augmentation du poids de la tête (5,00 contre 4,60 kg), du coeur (0,41 contre 0,34 kg) et des reins (0,36 contre 0,29 kg). Le foie est également plus lourd chez les animaux traités bien que l'effet ne soit pas significatif (1,82 contre 1,70 kg). À l'abattage, la plupart des porcs présentent des ulcères gastriques importants, notés en moyenne entre 3 et 4, mais la présence et l'importance de ces ulcères sont indépendantes de l'administration de pST et du régime (tableau 3).

L'administration de pST s'accompagne d'une modification im-

**Tableau 3** - Effet de la pST et du taux de protéines du régime sur les données d'abattage (moyennes ajustées) (1)

Régime	H		B		Signification statistique(1)		
	0	3	0	3	ETR	REG	pST
pST, mg/j							
Poids net, kg	84,7	83,5	84,0	83,6	1,02	NS	NS
Rendement chaud(%)	83,5	82,3	82,7	82,4	1,01	NS	NS
Pertes de ressuyage, kg	2,08	2,18	2,01	2,16	0,23	NS	NS
<b>Poids à l'abattage, kg</b>							
Tête	4,66a	5,02b	4,53a	4,99b	0,23	NS	*
Queue	0,12	0,14	0,12	0,13	0,02	NS	NS
Sang	2,78	3,05	2,88	2,76	0,52	NS	NS
Tube digestif(plein)	6,87	6,37	6,83	6,43	0,48	NS	NS
Tube digestif(vide)	4,25	4,68	4,36	4,42	0,37	NS	NS
Foie	1,63	1,79	1,76	1,84	0,13	NS	NS
Coeur	0,33 <sup>a</sup>	0,40 <sup>ab</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,04	NS	*
Poumons	1,36	1,61	1,59	1,52	0,22	NS	NS
Reins	0,30 <sup>a</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,04	NS	**
Ulcères (note)	3,5	4,9	3,4	3,5	1,5	NS	NS

(1) Analyse de la covariance incluant l'effet régime, pST, bloc, l'interaction régime x pST et le poids d'abattage (PV, covariable). L'interaction régime x pST n'a d'effet significatif sur aucun des critères; le bloc a un effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur le tube digestif plein et sur le foie; le poids d'abattage a un effet significatif uniquement sur le poids net ( $P < 0,001$ ). Voir tableau 2 pour la signification statistique.

**Tableau 4** - Effet de la pST et du taux de protéines du régime sur le poids des pièces de découpe après 24 heures de ressuyage (moyennes ajustées) (1)

Régime	H		B		Signification statistique (1)				
	0	3	0	3	ETR	REG	pST	REG x pST	PV
pST, mg/j									
<b>Poids de la demi-carasse, kg</b>	39,3 <sup>a</sup>	37,9 <sup>b</sup>	38,9 <sup>ac</sup>	38,4 <sup>c</sup>	0,5	NS	*	t	***
<b>Poids des morceaux de découpe, kg</b>									
Hachage+Jambonneau	5,88 <sup>a</sup>	6,05 <sup>a</sup>	5,92 <sup>a</sup>	6,12 <sup>ab</sup>	0,17	NS	t	NS	*
Jambon	9,53	9,73	9,61	9,78	0,39	NS	NS	NS	*
Longe	13,79	13,68	13,79	13,91	0,41	NS	NS	NS	**
Poitrine	4,31	4,20	4,26	4,33	0,20	NS	NS	NS	*
Bardière	3,98 <sup>a</sup>	2,65 <sup>b</sup>	3,53 <sup>a</sup>	2,64 <sup>b</sup>	0,58	NS	**	NS	NS
Panne	0,65 <sup>a</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,51 <sup>ab</sup>	0,12	NS	*	NS	NS
Pieds	0,92	0,96	0,92	0,92	0,06	NS	NS	NS	NS
Hampe	0,17	0,20	0,17	0,20	0,04	NS	NS	NS	NS
<b>Muscles</b>									
Poids, kg	45,4	46,6	45,8	46,9	1,8	NS	NS	NS	*
% carcasse entière	54,2	56,9	55,1	56,8	2,0	NS	NS	NS	NS
<b>Tissus adipeux</b>									
Poids, kg	17,6 <sup>a</sup>	12,6 <sup>b</sup>	16,1 <sup>a</sup>	12,9 <sup>b</sup>	2,1	NS	**	NS	NS
% carcasse entière sans la tête	22,6	16,7	20,8 <sup>a</sup>	16,9 <sup>b</sup>	2,8	NS	*	NS	NS

(1) Analyse de la covariance incluant l'effet régime, pST, bloc, l'interaction régime x pST et le poids d'abattage (covariable). Le bloc n'a aucun effet significatif sur les critères. Voir tableau 2 pour la signification statistique.

portante de la composition corporelle à l'abattage, alors que le régime n'a pas d'effet (tableau 4). Ainsi, le poids et le taux de gras sont significativement réduits par l'administration de pST de respectivement 4,1 kg (-24%) et 5 points (-23%), indépendamment du régime. L'épaisseur de lard dorsal à l'abattage diffère dans les mêmes proportions (tableau 2). Le poids de certaines pièces de découpe dites «grasses» est réduit chez les animaux recevant de la pST. Cette réduction atteint 30% pour la bardière (2,64 contre 3,76 kg) et 28% pour la panne (0,46 contre 0,64 kg). Le poids de muscle n'est pas différent entre les animaux traités et les témoins. Cependant, le poids de la demi-carrosse étant plus faible ( $P < 0,05$ ), le traitement à la pST s'accompagne d'une augmentation du taux de muscle de la carcasse (56,8 contre 54,7 points,  $P < 0,1$ ) (tableau 4).

La vitesse de croissance plus élevée des animaux traités à la pST (tableau 2) est associée à un dépôt journalier de tissus maigres plus important (479 contre 357 g/j, soit +34%) et un dépôt de gras plus faible (141 contre 196 g/j, soit -28%). La composition du gain de poids journalier est donc significativement modifiée par l'administration de la pST. Ainsi, chez les animaux

traités, le gain de muscle journalier représente 44% du GMQ (contre 41% pour les témoins), et le gain de gras journalier représente 13% du GMQ (contre 22% pour les témoins).

### 2.3. Utilisation digestive des régimes

Indépendamment de la période de mesure, le coefficient d'utilisation digestive (CUD) de la matière sèche est plus faible pour le régime H (85,3 points en moyenne) que pour le régime B (85,9 points en moyenne), alors que le CUD des matières minérales du régime H (49,9 points) est plus élevé (49,9 points vs 48,1) ( $P < 0,001$ , tableau 5). Par contre, les CUD de l'azote, du phosphore et de l'énergie sont comparables pour les deux aliments, soit respectivement 85,9, 40,7 et 86,1 %. L'administration de pST s'accompagne d'une augmentation de l'utilisation digestive de la matière sèche (+0,7 point), de l'azote (+0,9 point), des matières minérales (+4 points), du phosphore (+5,4 points) indépendamment du régime. Par contre, le CUD de l'énergie et la teneur en énergie digestible des aliments sont similaires chez les porcs traités et les témoins.

**Tableau 5** - Effet de la pST et du taux de protéines du régime sur la digestibilité des nutriments et le bilan azoté durant l'expérience totale (moyennes ajustées) (1)

Régime	H + B		H		B		Signification statistique (1)			
	0	3	0	3	0	3	ETR	REG	pST	Période
pST, mg/j	0	3	0	3	0	3				
<b>Coefficients d'utilisation digestive moyens, %</b>										
Matière sèche	85,2	85,9	85,0	85,6	85,5	86,3	0,5	*	*	***
Azote	85,4	86,3	85,6	85,6	85,3	87,0	0,9	NS	t	***
Énergie	85,8	86,3	85,8	86,0	85,9	86,5	0,5	NS	NS	***
Matières minérales	47,8	51,9	49,4	53,3	45,9	50,5	1,6	**	***	NS
Phosphore	38,0	43,4	38,2	43,3	37,8	43,5	-	-	-	-
ED, kcal/kgMS	3689	3706	3704	3714	3671	3697	22	*	NS	***
<b>Bilan azoté quotidien, g/j (2)</b>										
Ingéré	64,2	63,3	70,4 <sup>a</sup>	68,2 <sup>b</sup>	58,0 <sup>c</sup>	58,4 <sup>c</sup>	1,2	***	NS	-
Fixé	24,8	33,5	25,3	33,5	24,3	33,6	2,9	NS	***	-
Excrété total	39,5	29,8	45,2	34,7	33,7	24,9	3,2	***	***	-
Fécal	10,0	8,7	11,6	9,8	8,3	7,6	1,9	*	NS	-
Urinaire	29,5	21,1	33,5	24,9	24,4	17,3	2,6	***	***	-
<b>Bilan azoté cumulé, g (2)</b>										
Ingéré	3604	3026	3957	3271	3249	2782	154	***	***	-
Fixé	1381	1602	1408	1608	1355	1596	142	NS	**	-
Excrété total	2223	1425	2550	1663	1896	1186	232	***	***	-

(1) Analyse de la variance incluant l'effet régime, pST, bloc, et l'interaction régime x pST, et pour les CUD l'effet période et les interactions. L'effet du bloc n'est significatif que pour l'N ingéré (par jour:  $P < 0,05$ ; total:  $P < 0,1$ ), l'interaction régime x pST est significative pour l'N ingéré ( $P < 0,05$ ).

(2): calculé pour l'ensemble de la période expérimentale à partir des 3 mesures de bilan azoté pondérés en fonction de la durée des trois périodes d'étude.

### 2.4. La rétention et l'excrétion d'azote et de phosphore

Le régime n'a pas d'effet significatif sur la rétention journalière d'azote des animaux, quelle que soit la période considérée. Néanmoins, la rétention azotée tend à être plus faible au cours de la période 2 pour les animaux recevant l'aliment H (régime x période,  $P < 0,01$ ), soit 27,4 g/j contre 30,5 (P1) et 31,4 (P3). L'administration de pST accroît la rétention azotée quotidienne

de 35% sur l'ensemble de l'expérience, soit 33,5 contre 24,8 g/j (tableau 5), indépendamment du régime. L'amplitude de variation de la rétention azotée journalière entre les animaux traités et les témoins augmente d'une période à l'autre. Elle est maximale pendant la troisième période, soit 35,7 contre 24,8 g/j (pST x période,  $P < 0,01$ ).

En conséquence, l'administration de pST s'accompagne d'une

diminution du rejet azoté journalier de 25% (29,8 contre 39,5 g/j) (tableau 5). La répartition de l'azote excrété entre les fractions fécale et urinaire est influencée à la fois par le régime et par l'administration de pST. Ainsi, la diminution du taux de protéines alimentaires de 18,6 à 15,7% s'accompagne d'une réduction de l'azote fécal de 28% (8,3 contre 11,6 g/j) et d'une réduction de l'azote urinaire de 26% (24,4 contre 33,5 g/j). Par contre, l'administration de pST n'a pas d'effet sur l'excrétion fécale de l'azote, et s'accompagne seulement d'une réduction de l'excrétion azotée dans les urines de 28% (pas d'interaction régime x pST).

Sur l'ensemble de l'expérience, le régime n'a pas d'effet significatif sur la rétention azotée cumulée (1492 g en moyenne), alors que le traitement à la pST augmente la rétention azotée cumulée de 16% ( $P < 0,01$ ) indépendamment du régime (1602 g contre 1381 g) (tableau 5). De plus, en raison d'une vitesse de croissance supérieure des animaux traités, l'administration de pST s'accompagne d'une réduction de la quantité totale d'azote ingéré. Ces effets conjoints conduisent à une réduction des rejets azotés cumulés de 36% chez les animaux traités à la pST. Comparativement aux animaux les moins efficaces, c'est à dire les porcs non traités recevant le régime à taux protéique élevé, les porcs traités consommant le régime à bas taux protéique excrètent 54% d'azote en moins.

**Tableau 6** - Effets de la pST et du régime sur l'utilisation du phosphore (P)

Régime	H + B		H		B	
	0	3	0	3	0	3
pST						
<b>Bilan de phosphore quotidien, g/j</b>						
Ingéré (1)	15,2	15,1	15,1	14,9	15,2	15,2
Fixé (2)	5,1	6,2	5,3	6,2	4,9	6,1
Excrété total	10,1	9,0	9,8	8,7	10,3	9,2
Fécal	9,4	8,6	9,3	8,5	9,4	8,7
Urinaire, g/j (2)	0,7	0,4	0,5	0,2	0,9	0,5
<b>Bilan de phosphore cumulé, g (3)</b>						
Ingéré	853	722	849	715	851	724
Fixé	286	296	298	298	274	290
Excrété total	567	430	551	418	577	438

(1) Pour le P ingéré: analyse multi-factorielle de la variance (procédure split-plot) incluant l'effet protéine, pST, période, animal, bloc et les interactions. Les effets du bloc, les interactions REG x pST, pST x période, REG x période ne sont pas significatives.

(2,3) **Moyennes** de P fécal, P urinaire, P retenu, CUDP **par lot** sur l'ensemble de l'expérience, calculée à partir des 3 mesures de bilans pondérés en fonction de la durée des trois périodes d'étude..

La quantité de phosphore ingéré est comparable pour chaque traitement (15,1 g) (tableau 6). La rétention journalière de phosphore est identique pour les deux aliments (5,6 g), les pertes urinaires étant plus élevées avec le régime B (0,7 contre 0,3 g/j). Le traitement par la pST s'accompagne d'une réduction des pertes fécales et urinaires de phosphore ( $P < 0,01$ ), soit respectivement 8,6 contre 9,4 g/j et 0,4 contre 0,7 g/j. La rétention de phosphore est supérieure chez les animaux traités (6,2 contre 5,1 g/j). Sur l'ensemble de l'expérience, la quantité

de phosphore ingérée est la même pour les deux régimes (785 g en moyenne), la rétention est légèrement supérieure avec le régime H (298 contre 282 g), les pertes urinaires de phosphore étant réduites de moitié (19 vs 37 g) alors que le phosphore fécal n'est pas modifié.

### 3. DISCUSSION

#### 3.1. L'effet de la pST sur les performances

L'amélioration des performances de croissance obtenue suite au traitement par la pST confirme les résultats de nombreuses études. Ainsi sur l'ensemble de l'expérience, l'amélioration de la **vitesse de croissance (+23%)** et de l'**indice de consommation (-20%)** chez les porcs traités est en accord avec les résultats de BOYD *et al.* (1986), BONNEAU *et al.* (1989) et BAILE *et al.* (1990), mais supérieure à celle obtenue par VAN WEERDEN *et al.* (1988) et VERSTEGEN *et al.* (1990) sur des animaux d'un poids comparable (60-100 kg). À l'inverse, CAMPBELL *et al.* (1988) et SMITH et KASSON (1991) observent une diminution d'IC plus importante (-33 et -28% respectivement) et FENTENER VAN VLISSINGER *et al.* (1990) observent une augmentation de GMQ plus élevée (+27%). Parmi les facteurs de variation des effets de la pST (type génétique et sexuel, forme et période d'administration, conditions nutritionnelles) l'un des principaux facteurs est la dose d'hormone administrée aux porcs (BONNEAU, 1990; BOYD *et al.*, 1988). Dans la plupart des expériences, les doses de pST utilisées sont beaucoup plus élevées que celle employée dans notre étude. En effet, si la dose quotidienne (3 mg) administrée au cours de notre expérience est ramenée au poids moyen de chaque période d'étude, elle correspond respectivement à 50, 38 et 32 µg/kg pour les périodes 1, 2 et 3, soit 3 à 4 fois moins que dans les travaux de BOYD *et al.* (1986), CAMPBELL *et al.* (1988), et WRAY-CAHEN *et al.* (1991).

La différence de coût énergétique du gain de poids associé au dépôt de protéines (2,2 kcal/g) ou de lipides (12,0 kcal/g) (NOBLET, 1992), permet d'expliquer l'effet sur l'IC. Ainsi NOBLET *et al.* (1992) observent une réduction du coût énergétique du gain de poids de 24%, proche de ce qui est observé pour l'IC (-20%). Cette réduction du coût énergétique du gain de poids est largement supérieure à l'augmentation des besoins d'entretien observée chez les animaux traités (NOBLET *et al.*, 1992).

En relation avec des besoins d'entretien supérieurs et à un dépôt de gras plus important en fin d'engraissement, l'IC augmente avec le poids vif des animaux. L'effet de la pST sur l'IC est plus prononcé pendant la première période (pST x période,  $P < 0,05$ ), ce qui peut s'expliquer par l'administration d'une dose supérieure relativement au poids vif (50 µg/kg/j), mais également par un niveau alimentaire relativement bas pouvant constituer un facteur limitant pour les porcs témoins. Pendant la troisième période, lorsque la capacité des animaux témoins à déposer du tissu maigre diminue et que la croissance du tissu adipeux s'accélère, l'effet de la pST est également plus important. Cela est à mettre en relation avec la diminution de sécrétion de pST endogène depuis la naissance, et avec l'arrêt d'augmentation du niveau d'IGF1 circulant, chez les mâles castrés la castration exerçant un effet dépresseur sur la sécrétion de pST et d'IGF1 après deux mois d'âge (BONNEAU, 1990).

Le régime et l'interaction régime x pST n'ont pas d'effet sur les performances de croissance. Ce résultat est en accord avec ceux de VERSTEGEN *et al.* (1990) et de CAPERNA *et al.*

(1989) pour des régimes contenant de 15 à 27% de protéines. L'absence d'interaction s'explique par le fait que les besoins en protéines des deux types d'animaux (témoins et porcs traités) sont couverts quel que soit le régime. En outre, d'après les travaux de NOBLET *et al.* (1992), il semble que les besoins azotés journaliers des porcs ne soient pas beaucoup augmentés par l'administration de pST, le rendement de fixation de l'azote étant supérieur chez les porcs traités par rapport aux témoins. Cependant, CAMPBELL *et al.* (1990) et SMITH et KASSON (1991) constatent une interaction régime x pST, mais pour des apports de protéines parfois très faibles (11 - 12%, non supplémentés en acides aminés essentiels). Or l'un des effets de la pST étant la réduction de l'ingestion alimentaire spontanée, les apports en protéines et acides aminés essentiels ne couvrent alors plus les besoins de croissance pour les taux de protéines alimentaires inférieurs à 14%, d'où une chute des performances.

**Les résultats de composition corporelle** sont en accord avec les travaux disponibles; ils mettent en évidence une réduction de l'adiposité des carcasses, le poids des pièces de découpe riches en lipides étant réduit par le traitement à la pST, alors que le poids des morceaux maigres ou mixtes ne sont pas significativement différents de ceux des animaux témoins. La réduction de l'épaisseur de lard dorsal (-20%) traduit également cette adiposité moindre, résultat qui corrobore ceux obtenus dans de nombreuses études (BOYD *et al.*, 1986; SMITH et KASSON, 1991; NOBLET *et al.*, 1992). Cependant, selon BONNEAU *et al.* (1989), la diminution du poids de gras de la carcasse se répartirait entre le gras sous-cutané et le gras intermusculaire alors que le gras interne (panne) serait peu touché. Or, les résultats de notre étude semblent indiquer le contraire puisque la réduction du poids de la panne est tout à fait similaire à celle des autres morceaux gras.

Contrairement à de nombreux travaux, l'administration de pST n'a, dans notre étude, pas d'effet sur le poids de muscle lorsque celui-ci est ajusté en fonction du poids d'abattage. Toutefois le rapport entre le poids de carcasse et le poids vif à l'abattage est plus faible chez les animaux traités (EVROCK *et al.*, 1988; BRYAN *et al.*, 1989), d'où un taux de muscle de la carcasse qui augmente chez les porcs traités (tendance dans notre étude). Les poids plus élevés du cœur et des reins confirment les résultats de MCLAUGHIN *et al.* (1989) et de EVROCK *et al.* (1988). Le poids du foie n'est pas significativement modifié par le traitement à la pST, mais il est toutefois plus lourd chez les porcs traités, en accord avec EVROCK *et al.* (1988), BONNEAU *et al.* (1989) et NOBLET *et al.* (1992). Cependant, aucun auteur n'apporte d'explication quant à l'effet de la pST sur le poids des organes. En ce qui concerne le foie, l'augmentation de poids pourrait être liée à un accroissement de la sécrétion d'IGF, et de la production de glucose hépatique qui sont constatées par GOPINAH et ETHERTON (1989, cités par BONNEAU, 1990). De plus, le métabolisme du foie est significativement plus élevé avec la pST (NOBLET *et al.*, 1992). Selon CAPERNA *et al.* (1990) la régulation du métabolisme des viscères ne serait pas la même que pour les tissus de la carcasse. L'hypothèse émise serait celle d'une augmentation de la protéosynthèse et surtout d'une inhibition possible de la protéolyse tout comme chez le rat ou les bovins (CAMPBELL *et al.*, 1988). SEVE *et al.* (1993) notent cependant une augmentation du niveau de protéosynthèse dans le foie et dans le muscle mais pas dans le tube digestif chez des porcs de 65 kg recevant 3 mg/j de pST.

**En ce qui concerne la digestibilité des nutriments**, l'un des principaux facteurs de variation intervenant sur la valeur du CUD, outre la composition chimique de l'aliment, est le plan de

rationnement (NOBLET *et al.*, 1993). Ainsi, en alimentation *ad libitum*, WRAY-CAHEN *et al.* (1991) observent une augmentation de 3 et 4% des CUDN et CUDE chez des animaux traités. Cette augmentation des CUD serait alors liée à une réduction de l'ingestion de 23% par rapport aux porcs témoins. Par contre, VERSTEGEN *et al.* (1990) et NOBLET *et al.* (1992) n'observent pas d'effet de la pST sur le CUDN lorsque les animaux sont conduits suivant le même plan de rationnement. De même, chez la vache en lactation et chez des bovins en croissance, MOSELEY *et al.* (1982) et EISEMAN *et al.* (1986) (cités par WRAY-CAHEN *et al.*, 1991) n'ont pas trouvé d'effet de la pST sur les CUD de l'azote et de l'énergie. Dans notre étude, l'augmentation du CUD de l'azote et de la matière sèche chez les animaux traités peut s'expliquer par un poids moyen supérieur pendant les périodes de bilan. En effet, lorsque l'on tient compte du poids moyen comme covariable, l'effet du traitement à la pST sur le CUD de l'azote et de la matière sèche disparaît. Toutefois, l'absence d'effet de la pST sur les CUD de la matière sèche de l'azote et de l'énergie, n'exclut pas une possible modification de l'utilisation digestive des nutriments. Ainsi GONSALEZ et EASTER (1990) observent, chez les animaux traités, une augmentation de la digestibilité apparente iléale de la lysine, de la thréonine et de l'isoleucine avec un régime à base de farine de viande et d'os. Cependant, il semble que ces effets soient faibles, et une amélioration des CUD de l'ordre de 1 à 2 points ne suffit pas de toute façon à expliquer l'augmentation de l'efficacité alimentaire constatée.

### 3.2. Les rejets azotés et le potentiel de croissance

La réduction du rejet azoté journalier induite par le traitement à la pST est très importante et principalement liée à la diminution du rejet d'azote dans les urines, en accord avec les résultats de VAN WEERDEN *et al.* (1988), de BOYD *et al.* (1988) et de NOBLET *et al.* (1992). Peu de résultats quantitatifs étant disponibles dans la bibliographie sur l'effet de la pST sur le rejet azoté, nous l'avons estimé à partir des données de croissance et de composition chimique du gain de poids. Les résultats ainsi obtenus varient beaucoup d'une étude à l'autre. Ainsi CAMPBELL *et al.* (1988) et WRAY-CAHEN *et al.* (1991) trouvent une réduction de 45% du rejet journalier, alors que VERSTEGEN *et al.* (1990) observent une réduction des rejets de seulement 8%. Tout comme pour les performances de croissance, les différences entre les résultats sont liées principalement à la dose de pST employée. Avec une dose de 4 mg/j, les résultats de VAN WEERDEN *et al.* (1990) se rapprochent plus de ceux obtenus dans notre étude. Il semble que l'utilisation d'une faible dose permette l'amélioration des performances tout en évitant les problèmes observés avec des doses plus élevées (10 mg/j ou 200 µg/kg/j): détérioration des aplombs, des reins et de l'estomac pouvant conduire à la mort de l'animal (ANDERSON *et al.*, 1981).

La combinaison d'un bas niveau protéique (rééquilibré en acides aminés essentiels) et du traitement à la pST permet une réduction de **54% de l'excrété cumulé** par rapport aux témoins non traités recevant le régime riche en protéines, cette réduction étant due pour 72% à une moindre ingestion d'azote cumulée, et pour 28% à une augmentation de la rétention azotée cumulée.

### 3.3. Les rejets de phosphore et la pST

Dans le régime B, l'apport de phosphore minéral était plus important afin de compenser la réduction du taux de tourteau de soja, matière première riche en phosphore total (0,69%, INRA 1984). La disponibilité du phosphore minéral étant supérieure

à celle du phosphore du tourteau de soja (60% de phosphore phytique), il en est résulté un CUD du phosphore plus élevé avec le régime B. L'augmentation du phosphore excrété dans les urines pour le régime B n'est alors que la conséquence d'une absorption plus importante.

La réduction du rejet de phosphore journalier suite à l'administration de pST est de 11 % (9,0 contre 10,1 g), la réduction étant plus importante dans la fraction fécale (contrairement à l'azote). La rétention de phosphore plus importante chez les porcs traités est à rapprocher d'un dépôt accru de tissu osseux, ce qui confirmerait l'existence d'un couplage entre la minéralisation et la croissance osseuse (DENIS *et al.*, 1992). L'excrétion de phosphore des porcs recevant de la pST, pendant l'ensemble de l'expérience, représente 76% de celle mesurée chez les témoins. Cette différence est due principalement à une ingestion moindre (722 contre 853 g) alors que le niveau de rétention est en moyenne de 292 g.

## CONCLUSION

La diminution du taux protéique de l'aliment, associée à une

poly-supplémentation en acides aminés essentiels, s'accompagne d'une réduction importante du rejet azoté des porcs en finition sans modification des performances de croissance, de composition corporelle, et de rétention azotée. L'administration de pST entraîne une augmentation significative du GMQ, de la vitesse de croissance musculaire et de la rétention azotée sans apparemment augmenter le besoin journalier de protéines. Cela peut s'expliquer par une efficacité d'utilisation métabolique des protéines supérieure chez les porcs traités. Notre étude montre également que la réduction de la quantité d'azote excrété peut être encore accrue en combinant l'administration de pST avec la distribution d'un régime à basse teneur en protéines. Les effets de la pST sur l'utilisation du phosphore sont comparables à ceux observés pour l'azote.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient PITMAN-MOORE Ltd pour la fourniture de la pST et leur soutien financier, ainsi que Colette COLIN et A.POINTILLARD du LNSA-INRA-Jouy-en-Josas pour les analyses de phosphore sur les échantillons d'urine et D. BOURDON pour l'évaluation et la notation de l'état des estomacs à l'abattage.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON L.L., BOHNER C.R., PARKER R.O., KERTILES L.P., 1981. *J.Anim.Sci.* 53, 2, 363-370.
- BAILE C.A., McLAUGHLIN C.L., BAUDICHAU A.E., 1990. *J.Anim.Sci.* 68 (suppl. 1), 291.
- BONNEAU M., 1990. *Journées Rech. Porcine en France* 22, 51-68.
- BONNEAU M., LEFAUCHEUR L., MOUROT J., 1989. *Journées Rech. Porcine en France* 21, 31-37.
- BOYD R.D., BAUMAN D.E., BEERMAN D.H., De NEERGAARD A.F., SOUZA L., BUTLER W.R., 1986. *J.Anim.Sci.* 63 (suppl. 1), 219.
- BOYD R.D., WRAY-CAHEN D., KRICK B., 1988. Implications of somatotropin on nutrient requirements of growing swine. *Proc.Cornell.Nutr.Conf.Feed.Mam.*, 81-82.
- BRYANK A., HOMMOND J.M., CANNING S., et al, 1989. *J.Anim.Sci.* 67, 196-205.
- CAMPBELL R.G., STEELE N.C., McMURTRY J.P., SOLOMON M.B., MITCHELL A.D., 1988. *J.Anim.Sci.* 66, 1643-1655.
- CAMPBELL R.G., JOHNSON R.J., KING R.H., TAVERNER M.R., MEISINGER D.J., 1990. *J.Anim.Sci.* 68, 3217-3225.
- CAPERNA T.J., STEELE N.C., KOMAREK D.R., MCMURPHY J.P., ROSEBROUGH R.W., 1990. *J.Anim.Sci.* 69, 4019-4029.
- DENIS I., POINTILLART A., ZERATH E., BONNEAU M., 1992. *Journées Rech. Porcine en France*, 24, 249-254.
- DESMOULINS B., ECOLAN P., BONNEAU M., 1988. Estimation de la composition tissulaire des carcasses de porc: récapitulatif de diverses méthodes utilisables en expérimentation. *INRA Prod. Anim.* 1, 1, 59-64.
- ES van A.J.H., 1978. *The future of beef production in the European Community.* Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, The Netherlands.
- EVROCK C.M., ETHERTON T.D., CHUNG C.S., IVY R.E., 1988. *J.Anim.Sci.* 66 (suppl. 1), 1928-1941.
- FENTENER van VLISSINGEN J.M., KANIS E., WEERDEN van E.J., WAL van der P., 1990. *J.Anim.Sci.* 68 (suppl. 1), 273-274.
- GONZALEZ A., EASTER R.A., 1990. *J.Anim.Sci.* 68 (suppl.1), 361.
- HENRY Y., DOURMAD J.Y., 1992. Protein nutrition and N pollution in pigs. *Second Int.Feed Prod.Conf. Piacenza, Facoltà di Agraria*, (sous presse).
- INRA, 1984. *L'alimentation des monogastriques.* INRA éd., Paris, 282 p.
- JONGBLOED A.W., 1987. Phosphorus in the feeding of pigs. Ed. Instituut voor Veervoedingsonderzoek.
- McLAUGHIN C.L., BAILE C.A., SHUN-ZHANG Q., LIAN-CHUN W., JIN-PU X., 1989. *J.Anim.Sci.* 67, 116-127.
- NOBLET J., HENRY Y., 1987. *J.Anim.Sci.* 65, 717-726.
- NOBLET J., FORTUNE H., DUBOIS S., HENRY Y., 1989. Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible métabolisable et nette des aliments pour le porc, INRA éd., Paris, 106 p.
- NOBLET J., 1992. *Feedstuffs congress*, June 23-26, 1992; Dinard.
- NOBLET J., DUBOIS S., HERPIN P., SÈVE B., 1992. *Journées Rech. Porcine en France* 24, 237-258.
- NOBLET J., SHIX S., KAREGE C., DUBOIS S., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 165-180.
- S.A.S., 1990. *User guide: statistics.* Statistical Analysis Systems Institute, Inc, Cary, NC.
- SÈVE B., BALLÈVRE O., GANIER P., NOBLET J., PRUGNAUD J., OBLED C., 1993. *J.Anim.Sci.* (accepté pour publication).
- SMITH V.G., KASSON C.W., 1991. *J.Anim.Sci.* 69, 571-577.
- SMITH V.G., KASSON C.W., ASH K.A., PAULISSEN J.B., 1989. *J.Anim.Sci.* 67 (suppl. 1), 193.
- VERSTEGEN M.W.A., HEL van der W., HENKEN A.M., HUISMAN J., KANIS E., WAL van der P., WEERDEN van E.J., 1990. *J.Anim.Sci.* 68, 1008-1016.
- WEERDEN van E.J., VERSTEGEN M.W.A., 1988. Effect of pST on environmental pollution. In: *Biotechnology for control of growth and product quality in swine, implications and acceptability.* Eds: van der Wal P., Nieuwhof G.J., Politiek R.D., Pudoc, Wageningen, Netherlands, 237-243.
- WEERDEN van E.J., VERSTEGEN M.W.A., FENTENER van VLISSINGEN J.M., HEL van der W., KANIS E., WAL van der P., 1990. *J.Anim.Sci.* 68 (suppl. 1), 275.
- WRAY-CAHEN D., ROSS D.A., BAUMAN D.E., BOYD R.D., 1991. *J.Anim.Sci.* 69, 1503-1514.