

# Incidence du taux azoté de l'aliment sur la consommation d'eau, la production de lisier et les rejets azotés en engraissement

J. ALBAR (1), R. GRANIER (2)

*Institut Technique du Porc*

(1) Pôle Techniques d'Élevage - 34, boulevard de la Gare, 31500 Toulouse

(2) Station Expérimentale - Les Cabrières, 12200 Villefranche de Rouergue

## Incidence du taux azoté de l'aliment sur la consommation d'eau, la production de lisier et les rejets azotés en engraissement

Les contraintes liées au lisier ne portent pas seulement sur les rejets azotés, mais aussi sur le volume produit. La réduction du taux azoté de l'aliment peut influencer à la fois sur ces deux aspects ; son incidence sur la diminution de la consommation d'eau a été jusqu'à présent peu étudiée en France.

Deux essais sur ce thème ont été réalisés à la Station I.T.P. de Villefranche de Rouergue. Deux traitements ont été comparés :

«HAUT MAT» : aliment unique à 18 % MAT

«BAS MAT» : aliment croissance à 16 % MAT et finition à 12 % ou 13 % MAT, réajustés en acides aminés industriels.

Les principaux effets liés à la baisse du taux azoté de l'aliment sont respectivement pour les deux essais :

- réduction de la consommation d'eau par porc et par jour qui ne concerne que les mâles : 30 et 14 %
- réduction de la production de lisier : 21 et 6 %
- réduction de l'excrétion azotée par porc produit : 24 et 29 %.

Les faibles niveaux de consommation constatés, en relation avec les fortes températures estivales, ont contribué à réduire plus fortement encore les apports journaliers en protéines, mais surtout en acides aminés. Cela a pénalisé en particulier les performances des femelles du traitement «BAS MAT» en finition.

Pour bénéficier à la fois de la réduction de l'excrétion azotée et de la diminution du volume de lisier produit, la réduction du taux azoté de l'aliment nécessite de bien ajuster les apports en acides aminés afin de ne pas pénaliser les performances.

## The effects of dietary protein content on water intake, the volume of slurry produced and nitrogen output in growing-finishing pigs

The problems associated with slurry concern not only nitrogen content but also the volume produced. Both can be reduced by reducing the level of dietary protein. The incidence of a reduction in dietary protein on water intake has been rarely studied in France.

Two studies were conducted on this subject at the ITP station at Villefranche de Rouergue. Two treatments were compared :

"HIGH PROTEIN" : a single diet of crude protein=18%

"LOW PROTEIN" : two diets; growing diet of 16% crude protein followed by a finishing diet of 12 or 13% crude protein. The diets were balanced with synthetic amino acids.

The main effects linked to the reduction in the crude protein level of the diet were for the two studies :

- reduced water intake per pig and per day, but only for the castrated males : 30 and 14% (study 1 and 2, respectively)
- reduced slurry production : 21 and 6%
- reduced nitrogen excretion per pig : 24 and 29%

Feed intake was low due to the high summer temperatures recorded during the experiment. Therefore, daily supplies of protein and especially amino acids were lower than expected. This reduced in particular the performance of the females in the "LOW PROTEIN" group during finishing.

In order to take advantage of the reductions in nitrogen excretion and the volume of slurry induced by reducing the level of protein in the diet it is important to ensure that the supply of amino acids is adequate so that performance is not reduced.

## INTRODUCTION

Les contraintes liées au lisier ne portent pas seulement sur les rejets azotés, mais aussi sur les quantités produites. Plusieurs études sur la réduction des quantités de lisier par l'abreuvement : limitation du gaspillage, accès séquentiel à l'eau, réglage du débit des abreuvoirs... ont été présentées au cours des dernières années (MASSABIE et al. 1992). Par contre, rares sont les études en France sur la relation : taux de protéines dans l'aliment, consommation d'eau et production de lisier.

Plusieurs auteurs ont déjà signalé l'effet du taux de protéines sur la consommation d'eau. AUMAITRE (1964) trouve une corrélation de 0,43 entre la teneur en matières azotées de l'aliment et l'ingestion d'eau par le porcelet avant sevrage. Comparant, sur des porcs de 27 à 91 kg, deux aliments à 16 et 12 % MAT, WAHLSTROM et al. (1970) constate que la quantité d'eau par porc et par jour chute de 26 %. FREMAUT et DE SCHRIJVER, en 1991, ont comparé 3 taux azotés : 18,5 - 16,3 et 12,9 % MAT, sur 60 mâles castrés entre 70 et 85 kg. Entre les régimes extrêmes, l'eau consommée par porc et par jour est réduite de 21 % et le taux de dilution de 23 %, pour des performances très proches. PFEIFFER et HENKEL (1991), testant sur des porcs entre 20 et 100 kg la succession de 2 aliments à 18,5 en croissance et 14,4 % de MAT en finition, par rapport à un seul aliment à 25 % MAT, enregistrent une baisse de 20 % de l'eau consommée. Dans un 2ème essai, entre 20 et 30 kg, la baisse atteint même 28 % entre des aliments à 23,8 et 12,5 % MAT. Dans ces différents essais, un apport d'acides aminés industriels est associé au faible taux azoté pour maintenir les performances.

À cette réduction de l'abreuvement correspond une réduction du volume de lisier produit. L'eau excrétée par jour à travers les urines et les fèces chute de 34 % dans l'essai de FREMAUT et DE SCHRIJVER (1991), de 25 et 30 % dans les essais de PFEIFFER et HENKEL (1991). HEINRICH (1994) constate une réduction de 9 % de la quantité de lisier produit suite à une diminution du taux azoté de l'aliment, au delà de 50 kg de poids vif.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux essais ont été réalisés, l'un de mai à août 1993, l'autre de juillet à novembre 1994, à la Station Expérimentale de l'I.T.P. à Villefranche de Rouergue.

### 1.1. Schéma expérimental

L'effet du taux de protéines de l'aliment sur la consommation d'eau, le volume et les caractéristiques du lisier a été testé par la comparaison de deux traitements :

«HAUT MAT » : aliment unique à 18 % MAT

«BAS MAT » : 2 aliments, croissance à 16 % et finition à 12-13 % MAT.

Les essais ont été conduits selon un dispositif factoriel en blocs complets à 2 facteurs étudiés : traitement et sexe. Ce dispositif comprend 30 blocs individuels constitués chacun

de 2 mâles castrés et 2 femelles. Ils sont regroupés en 3 blocs collectifs de 4 cases de 10 animaux chacune. Chaque traitement représente 60 porcs, en 6 cases homogènes en poids.

### 1.2. Animaux

Chaque essai porte sur 120 porcs de même type génétique : truies croisées LW x LR (PII) et de verrats Pen Ar Lan. Ils ont été mis en lots à 21,5 kg (1er essai) et 23,5 kg (2ème essai) et abattus à un poids moyen de 105 kg.

### 1.3. Logement

Ces essais ont été conduits dans un bâtiment avec caillebotis intégral, en 2 modules de 6 cases permettant de stocker séparément les lisiers de chaque traitement. L'aire de vie des animaux était identique pour les 2 traitements : surface 0,66 m<sup>2</sup> et volume 2,60 m<sup>3</sup> par porc, ainsi que les conditions d'ambiance.

### 1.4. Aliments

Les aliments comparés sont à base de blé, orge, tourteau de soja, pois... et acides aminés industriels. Leur concentration énergétique est voisine de 2400 kcal EN/kg dans le 1er essai et de 2250 dans le 2ème. Les aliments utilisés pour chaque traitement diffèrent essentiellement par leurs teneurs en protéines et en acides aminés.

- Les animaux du **traitement «HAUT MAT »** reçoivent un aliment «unique » pendant toute la durée de l'engraissement. Cet aliment renferme 17,8 % MAT et 8,9 g de lysine dans le 1er essai, 18,6 % MAT et 9,7 g de lysine dans le 2ème essai.
- Les animaux du **traitement «BAS MAT »** reçoivent 2 aliments distincts. L'aliment «croissance » est comparable à l'aliment «unique » pour les apports en acides aminés, mais nettement plus faible en MAT (16,1 et 16,3 %). L'aliment «finition » est pauvre en MAT (12,1 et 12,7 %). Tous sont rééquilibrés en acides aminés industriels.

### 1.5. Conduite de l'alimentation

L'aliment a été distribué en granulés au nourrisseur, à raison d'un seul repas par jour le matin.

Le plan d'alimentation énergétique est celui proposé dans les Tables d'alimentation ITP-ITCF-AGPM 1993. Il correspond à un objectif de croissance supérieur à 800 g/jour. Au delà de 60 kg jusqu'à l'abattage, le plafond prévu était de 5960 kcal EN par jour, identique pour mâles castrés et femelles dans le 1er essai, plus faible pour les mâles castrés (5540 kcal EN/jour) dans le 2ème essai.

Les quantités distribuées par case ont été modulées en fonction de la présence ou non de refus et ajustées entre traitements.

Dans le traitement «BAS MAT », le passage à l'aliment finition s'est effectué à un poids moyen des cases de 63 kg, avec une transition sur 2 à 3 jours.

Tableau 1 - Caractéristiques des aliments

Essai	1			2		
	HAUT	BAS		HAUT	BAS	
Aliments	Unique	Croissance	Finition	Unique	Croissance	Finition
<b>MAT analyse %</b>	17,8	16,1	12,1	18,6	16,3	12,7
<b>Lysine calculée g/kg</b>	8,9	9,0	7,4	10,0	10,0	8,5
<b>Lysine analyse g/kg</b>	8,9	8,9	6,7	9,7	10,5	8,9
<b>ENg4 kcal/kg</b>	2380	2400	2460	2220	2250	2290
<b>Acides aminés industriels g/kg</b>						
Lysine Hcl	1	2,4	4,1	0,6	2,9	4,4
DL Méthionine	-	-	0,2	0,5	0,8	0,6
L Thréonine	-	-	0,6	0,08	1,1	1,3
<b>Équilibre acides aminés %/Lysine</b>						
Méthio + Cystine	76	72	81	63	61	62
Thréonine	69	61	60	65	65	64
Tryptophane	25	22	17	21	18	18
Méthio/Méthio+Cystine	39	36	32	47	50	47

## 1.6. Abreuvement

L'abreuvement est assuré par des abreuvoirs à bol et palette, un par case de 10 porcs, placé à l'avant de la case et proche du nourrisseur. Ils sont réglés pour un débit maximum de 1 litre par minute.

Chaque case est équipée d'un compteur d'eau. Un compteur général par salle a permis de constater l'excellente cohérence entre les relevés effectués par salle et le cumul des 6 compteurs de case.

## 1.7. Mesures

Les animaux ont été pesés tous les 14 jours. Un bilan des consommations d'aliment a été réalisé toutes les semaines. Les relevés des compteurs d'eau et des températures ont été effectués tous les jours. Chaque lot de matières premières et chaque fabrication d'aliment ont fait l'objet d'une analyse.

À l'abattage, le taux de muscle a été estimé selon la méthode FOM et le rendement calculé à partir du poids de carcasse chaud corrigé par un coefficient de ressuage de 3 %.

Les caniveaux à lisier ont été vidés plusieurs fois en cours d'essai pour mesurer les volumes de lisier produits par traitement, avec prélèvement de lisier pour analyse (matière sèche, azote et phosphore).

## 1.8. Traitement des données

L'analyse de variance par blocs complets a été réalisée avec le logiciel STAT-ITCF. L'unité expérimentale est le porc pour

les performances individuelles (croissance, taux de muscle, rendement), la loge pour les performances collectives (indice de consommation, consommation d'aliment et d'eau).

## 2. RÉSULTATS

Les performances globales moyennes sont d'un bon niveau (tableau 2).

### 2.1. Performances d'élevage et résultats d'abattage

#### 2.1.1. Consommations d'aliment

Conformément au protocole, les consommations moyennes d'aliment par jour sont identiques entre les 2 traitements, à la fois pendant les phases croissance et finition et pour chacun des sexes. Aucune différence significative n'est constatée.

Par contre, on note un effet sexe important, en général significatif. Les femelles ont consommé en moyenne 7 % de moins que les mâles castrés, aussi bien en croissance qu'en finition, et ceci dans les deux traitements, pour les 2 essais.

Globalement, les consommations constatées sont inférieures à celles prévues au plan d'alimentation, de l'ordre de - 20 et - 30 % respectivement en croissance et en finition pour les femelles dans l'essai 1, et - 5 et - 13 % dans l'essai 2. Les consommations des mâles castrés sont respectivement inférieures de 11 et 24 % en croissance et en finition dans l'essai 1 ; dans l'essai 2 elles sont identiques au plan prévu.

**Tableau 2** - Performances d'élevage et résultats d'abattage

ESSAI 1	Mâles		Femelles		CV (1)	Probabilité sous Ho (2)		
	HAUT	BAS	HAUT	BAS		Sexe	Traitement	S x T
<b>Taux MAT</b>								
<b>Consom. aliment kg/j</b>								
Croissance	1,68	1,65	1,50	1,52	2,3	***	NS	NS
Finition	2,20	2,21	2,05	1,98	6,8	NS	NS	NS
GLOBAL	1,92	1,92	1,78	1,76	4,0	*	NS	NS
<b>GMQ g</b>								
Croissance	766	753	715	711	7,9	***	NS	NS
Finition	785	739	751	637	12,2	***	***	*
GLOBAL	773	744	731	671	8,1	***	***	NS
<b>I.C. kg/kg</b>								
Croissance	2,17	2,22	2,10	2,13	1,1	**	*	NS
Finition	2,85	3,11	2,76	3,09	5,4	NS	*	NS
GLOBAL	2,49	2,64	2,44	2,60	3,0	NS	*	NS
<b>Rendement %</b>	78,8	79,4	79,3	79,7	1,4	NS	*	NS
<b>Taux Muscle %</b>	56,3	55,6	58,5	56,7	3,4	***	**	NS
<b>ESSAI 2</b>	<b>Mâles</b>		<b>Femelles</b>		<b>CV (1)</b>	<b>Probabilité sous Ho (2)</b>		
<b>Taux MAT</b>	<b>HAUT</b>	<b>BAS</b>	<b>HAUT</b>	<b>BAS</b>		<b>Sexe</b>	<b>Traitement</b>	<b>S x T</b>
<b>Consom. aliment kg/j</b>								
Croissance	1,71	1,69	1,63	1,61	2,9	*	NS	NS
Finition	2,48	2,46	2,31	2,30	2,0	**	NS	NS
GLOBAL	2,10	2,08	1,97	1,96	2,3	**	NS	NS
<b>GMQ g</b>								
Croissance	797	802	757	772	9,2	**	NS	NS
Finition	812ab	820ab	861a	774b	13,4	NS	NS	*
GLOBAL	803	811	808	771	9,4	NS	NS	NS
<b>I.C. kg/kg</b>								
Croissance	2,16	2,10	2,15	2,08	2,4	NS	NS	NS
Finition	3,09a	3,03a	2,70b	3,01a	3,2	**	NS	*
GLOBAL	2,63	2,58	2,44	2,55	2,4	*	NS	NS
<b>Rendement %</b>	78,4	78,1	77,9	78,0	2,3	NS	NS	NS
<b>Taux muscle %</b>	56,1	55,6	58,7	57,4	4,0	***	*	NS

(1) Coefficient de variation résiduel

(2) Probabilité sous Ho = hypothèse d'égalité des moyennes des traitements

Rejet de Ho pour  $P < 0,05$  (risque alpha = 5 %)

Degré de signification : \*( $P < 0,05$ ) ; \*\*( $P < 0,01$ ) ; \*\*\*( $P < 0,001$ )

3 colonnes : respectivement pour les facteurs : sexe, traitement, interaction " sexe x traitement "

Les moyennes accompagnées de lettres différentes diffèrent significativement.

### 2.1.2. Croissances

Pendant la phase croissance, les GMQ sont comparables entre les 2 traitements. Par contre, ils chutent de façon signifi-

ficative en finition pour le traitement «BAS MAT », pour les 2 sexes dans le 1er essai (MC - 6 % et F - 15 %) et uniquement pour les femelles (F - 10 %) dans le 2ème essai. Pour les femelles, cette chute en finition est de 114 g dans le 1er

essai et de 87 g dans le 2ème essai.

### 2.1.3. Indices de consommation

Dans le 1er essai, les indices de consommation sont dégradés de façon significative dans le traitement «BAS MAT » pour les 2 sexes et ceci plus particulièrement en finition (+ 10 %). Dans le 2ème essai, ce constat ne concerne que les femelles en finition (+ 11 %).

### 2.1.4. Taux de muscle

Le traitement «BAS MAT » entraîne une dégradation significative du taux de muscle, égale à 1,2 points dans le 1er essai et à 0,9 point dans le second. Cet effet traitement est plus important pour les femelles (- 1,8 et - 1,3 points)

que pour les mâles (- 0,7 et - 0,5 point) respectivement pour les 2 essais.

L'effet sexe sur le taux de muscle est significatif et en moyenne de + 1,7 points en faveur des femelles. Il est plus important dans le traitement «HAUT MAT » (+ 2,2 et + 2,6 points) que dans le traitement «BAS MAT » (+ 1,1 et + 1,8 points).

### 2.1.5. Rendement

Un écart de rendement, faible (0,5 point) mais significatif, n'apparaît en faveur du traitement «BAS MAT » que dans le 1er essai. Dans ce cas, il est constaté à la fois pour les mâles (0,6 point) et pour les femelles (0,4 point).

## 2.2. Consommations d'eau

Tableau 3 - Consommations d'eau et dilution

ESSAI 1	Mâles		Femelles		MC + F		CV (1)	Probabilité sous Ho (2)		
	HAUT	BAS	HAUT	BAS	HAUT	BAS		Sexe	Traitement	S x T
<b>Taux MAT</b>										
<b>Par porc/jour</b>										
- croissance	6,87a	5,18b	4,80b	4,80b	5,83a	4,99b	6,1	***	**	**
- finition	10,39a	6,89b	6,76b	6,75b	8,57a	6,82b	10,3	**	**	**
- GLOBAL	8,54a	5,99b	5,79b	5,82b	7,16a	5,91b	6,4	***	**	**
<b>Par kg gain</b>										
- croissance	8,86a	6,99b	6,73b	6,75b	7,79a	6,87b	7,0	**	*	*
- finition	13,50a	9,63b	9,11b	10,46b	11,31	10,04	8,5	*	*	**
- GLOBAL	11,06a	8,24b	7,96b	8,58b	9,51a	8,41b	5,9	**	*	**
<b>Dilution (l/kg)</b>										
- croissance	4,08a	3,15b	3,20b	3,16b	3,64a	3,15b	6,6	*	**	*
- finition	4,73a	3,10b	3,30b	3,39b	4,01a	3,25b	5,5	**	***	***
- GLOBAL	4,43a	3,12b	3,26b	3,30b	3,85a	3,21b	4,7	**	***	***
<b>Eau/porc (3)</b>	894a	665b	634b	688b	764a	676b	5,8	**	**	**
<b>ESSAI 2</b>										
<b>Taux MAT</b>										
<b>Par porc/jour</b>										
- croissance	6,43	5,79	5,78	6,03	6,10	5,91	9,5	NS	NS	NS
- finition	9,15	7,63	7,70	7,81	8,43	7,72	11,7	NS	NS	NS
- GLOBAL	7,79	6,72	6,72	6,94	7,26	6,83	8,8	NS	NS	NS
<b>Par kg gain</b>										
- croissance	8,11	7,21	7,62	7,81	7,86	7,51	9,5	NS	NS	NS
- finition	11,44a	9,38a	9,00a	10,21a	10,22	9,80	9,9	NS	NS	*
- GLOBAL	9,79a	8,31a	8,34a	9,03a	9,07	8,67	6,9	NS	NS	*
<b>Dilution (l/kg)</b>										
- croissance	3,75	3,42	3,55	3,76	3,65	3,59	9,3	NS	NS	NS
- finition	3,69	3,10	3,33	3,40	3,51	3,25	10,8	NS	NS	NS
- GLOBAL	3,71	3,23	3,42	3,54	3,57	3,38	7,6	NS	NS	NS
<b>Eau/porc (3)</b>	782a	664a	665a	721a	723	692	6,8	NS	NS	*

(1) et (2) Voir tableau 2

(3) Calculée sur la base 40 kg de gain en croissance et 40 kg de gain en finition

Pour l'ensemble des critères relatifs à la consommation d'eau, seuls les mâles «HAUT MAT» du 1er essai se distinguent de façon significative par des consommations plus élevées en croissance et en finition. Dans le 2ème essai, la même tendance apparaît mais elle n'est pas significative.

Les femelles des 2 traitements ont des consommations journalières comparables mais celles du traitement «BAS MAT » ont tendance à avoir des consommations globales plus élevées.

### 2.2.1. Consommations journalières d'eau par porc

Une interaction significative entre sexes et traitements existe dans le 1er essai.

Les faibles taux azotés ont entraîné une baisse des consommations journalières d'eau pour les mâles, de façon significative dans le 1er essai, non significative dans le 2ème. Elle atteint 30 % dans le 1er essai et 14 % dans le 2ème. Par contre, les femelles des 2 traitements ont des consommations comparables, dans les 2 essais, tant en croissance qu'en finition.

### 2.2.2. Consommations d'eau par kg de gain et par porc produit

L'interaction entre les effets «sexes » et «traitements » existe dans les 2 essais, du moins en finition.

Les consommations d'eau varient entre 8 et 11 litres par kg de gain. Chez les mâles castrés, elles sont significativement plus faibles de 25 % pour le régime «BAS MAT » dans l'essai 1. Dans l'essai 2, l'écart non significatif est de 15 %. Dans les 2 essais, les écarts observés sont plus importants en finition qu'en croissance. Cela se traduit, sur la base de 80 kg de gain de poids, par une moindre consommation d'eau pour le traitement BAS MAT » de 229 litres par porc dans l'essai 1 et de 118 litres dans l'essai 2.

Une tendance inverse, non significative, est constatée pour les femelles en finition dans les 2 essais. Une hausse de la consommation d'eau par kg de gain de 15 % et 13 % est observée avec le régime «BAS MAT », due à une augmentation de la durée d'engraissement. L'augmentation de consommation totale par porc produit est de 54 litres (+ 9 %) dans l'essai 1 et de 56 litres (+ 8 %) dans l'essai 2. Elle concerne uniquement la phase finition. Les consommations journalières individuelles entre les 2 traitements sont restées comparables pour les femelles

### 2.2.3. Dilution

Le taux de dilution est supérieur à 4 pour les mâles castrés du traitement «HAUT MAT» dans le 1er essai et atteint même 4,7 en finition. Dans tous les autres cas, il fluctue entre 3,10 et 3,75.

Pour ce critère, les tendances sont en accord avec celles des consommations journalières. Dans le cas des mâles castrés, le taux de dilution diminue avec la baisse du taux azoté, de 30 % dans l'essai 1 et de 13 % dans l'essai 2. Cette diminu-

tion concerne la phase de croissance (- 23 % et - 9 %) mais surtout la phase de finition (- 34 % et - 16 %). Ces valeurs ne sont significatives que dans le 1er essai.

Les taux de dilution concernant les femelles sont comparables entre traitements dans chaque essai.

## 2.3. Bilans des rejets

Les bilans sont établis pour des gains de poids identiques (80 kg par porc : 40 en croissance et 40 en finition). La collecte globale des lisiers par salle ne permet pas de faire une distinction entre mâles et femelles.

### 2.3.1. Quantité de lisier

Les quantités de lisier produites par porc sont élevées et supérieures à 400 l, sauf dans le traitement «BAS MAT» de l'essai 1 (348 l) qui rejoint les quantités moyennes de 350 l constatées au cours de 3 essais dans ce même bâtiment en 1992.

La quantité de matière sèche rejetée par porc produit est faible et comprise entre 18 et 25 kg, soit de 10 à 14 % de la matière sèche ingérée selon les cas.

Les plus fortes consommations d'eau par porc produit, liées essentiellement aux mâles castrés du traitement «HAUT MAT», se traduisent naturellement par des quantités de lisier plus importantes, + 94 l et + 25 l, soit + 21 % et + 6 %.

La proportion de lisier produit, par rapport au total «aliment + eau» est de 47 %, sauf dans le traitement «BAS MAT» du 1er essai où elle n'est que de 39 %.

### 2.3.2. Caractéristiques des lisiers

À partir des prélèvements effectués à chaque vidange des caniveaux, et en pondérant par les volumes collectés à chaque vidange, on obtient les caractéristiques suivantes du lisier produit :

- Augmentation de la teneur en matière sèche avec le traitement «BAS MAT», uniquement dans le 1er essai : 74 g MS/litre, contre 41 à 47 g dans les autres cas.
- Teneurs moyennes en azote dans le lisier brut comparables dans le 1er essai (5,7 et 5,5 g par litre), différentes dans le 2ème essai (respectivement 6,4 et 4,8 g par litre, soit un écart de 25 %).
- Teneurs moyennes en azote de la matière sèche plus faibles dans les traitements «BAS MAT» : - 39 % dans l'essai 1 et - 28 % dans l'essai 2.
- Densité moyenne comprise entre 1020 et 1025, sauf pour le traitement «BAS MAT» du 1er essai où elle est sensiblement plus élevée (1037) en rapport avec une concentration en matière sèche plus élevée.



### 2.3.3. Rejets en azote

Les moindres taux azotés du traitement «BAS MAT» entraînent une baisse des quantités d'azote ingérées, respectivement de 18 et 20 % dans chacun des essais, en particulier en finition (- 26 et - 24 %).

Selon la méthode de calcul de DOURMAD et al. (1991), les quantités d'azote fixées sont comparables et voisines de 2,3 kg par porc produit, sauf dans le régime «BAS MAT» du 1er essai où elles sont légèrement plus

faibles (2,2 kg).

La réduction de la quantité totale d'azote rejetée dans le lisier est de 24 % dans le 1er essai et de 29 % dans le second avec le régime «BAS MAT». Le rapport entre l'azote du lisier et l'azote ingéré varie de 41 à 48 %.

On peut calculer par différence l'azote évacué par la ventilation qui est de l'ordre de 0,7 à 0,8 kg par porc dans le traitement témoin. ; avec le traitement «BAS MAT», elle chute respectivement de 31 % et 49 %

**Tableau 4** - Bilan des quantités, des caractéristiques des lisiers produits et des rejets d'azote (1)

ESSAI	1			2		
	HAUT	BAS	B/H %	HAUT	BAS	B/H %
<b>TRAITEMENTS MAT</b>						
<b>Volume lisier/porc (l)</b>	442	348	-21	438	413	-6
<b>Quantité lisier/porc (kg) (2)</b>	452	361	-20	447	422	-6
<b>MS lisier/porc (kg)</b>	20,6	25,8	+25	18,0	17,8	-1
<b>Aliment/porc (kg)</b>	198	211	+7	202	204	+1
<b>Eau consommée/porc (l)</b>	764	676	-12	723	692	-4
<b>Rapport lisier/aliment + eau</b>	47 %	39 %		47 %	46 %	
<b>Matière sèche (g/l)</b>	46,6	74,0	+59	41,2	43,2	+5
<b>Azote (g/l)</b>	5,7	5,5	-4	6,4	4,8	-25
<b>Azote (g/kg MS)</b>	122	74	-39	155	111	-28
<b>Densité en fonction de la MS (2)</b>	1023	1037		1021	1021	
<b>N total ingéré (kg) (3)</b>	5,69	4,69	-18	5,82	4,67	-20
- Croissance	2,45	2,29	-7	2,48	2,14	-14
- Finition	3,24	2,40	-26	3,34	2,53	-24
<b>N fixé (kg) (4)</b>	2,32	2,19	-6	2,29	2,32	+1
<b>N total lisier (kg)</b>	2,52	1,91	-24	2,80	1,98	-29
<b>N évacué par ventilation (kg) (5)</b>	0,85	0,59	-31	0,73	0,37	-49
<b>Rapport N lisier/N ingéré (%)</b>	44	41		48	42	

(1) Pour 80 kg de gain de poids = 40 kg en croissance et 40 kg en finition

(2) Densité calculée d'après le taux de MS du lisier (CEMAGREF, 1993).

(3) Quantité d'aliment pour 80 kg de croît x Taux de MAT des aliments/6,25

(4) Quantité d'azote fixé : calculée en fonction du poids début et fin et de la teneur en muscle de la carcasse, selon J.Y. DOURMAD et al.(1991).

(5) Calculé par déduction : N ingéré - (N fixé + N lisier).

## 3. DISCUSSION

Compte tenu de l'effet sexe significatif souvent constaté et de l'interaction entre les facteurs «traitement» et «sexe» pour certains critères, en particulier la consommation d'eau, la distinction entre les deux sexes s'impose au niveau de l'interprétation des résultats. L'absence de collecte séparée des lisiers par sexe limite l'analyse relative aux rejets.

### 3.1. Performances d'engraissement et de carcasse

Plusieurs éléments peuvent expliquer les niveaux de consommation nettement inférieurs à ceux prévus au plan d'alimentation, en particulier dans le 1er essai pour les femelles : effet saison avec la température élevée, moyenne des maxi-

ma journaliers 28° dans le 1er essai (NIENABER et al. 1987, RINALDO et LE DIVIDICH 1991), le fort développement musculaire des animaux (LABROUE F. 1993, NOBLET 1991, KANIS et al. 1990), la sous-consommation classique des femelles comparées aux mâles... Le mode de conduite avec ajustement a permis de maintenir des niveaux de consommation comparables entre les 2 traitements et, ceci, pour chacun des sexes tant en croissance qu'en finition.

La dégradation des IC, constatée avec le traitement « BAS MAT », essentiellement en finition et en particulier pour les femelles respectivement de 12 et 11 %, est à relier aux croissances. Elle est vraisemblablement due aux apports journaliers insuffisants en acides aminés, en particulier en lysine, comme ceci a déjà été démontré par BOURDON et HENRY

1991, LATIMIER et CHATELIER 1992, DOURMAD et al, 1993. La suppression totale du tourteau de soja en finition dans le 1er essai peut entraîner l'apparition de nouveaux acides aminés limitants comme l'a signalé KIES et al, 1992.

Les mêmes raisons expliquent les taux de muscle systématiquement plus faibles avec le traitement «BAS MAT», et ceci de façon plus accentuée pour les femelles, malgré des croisances plus faibles.

La tendance à un rendement plus élevé avec la baisse du taux azoté n'est mise en évidence que dans le 1er essai. De nombreux auteurs signalent cet effet : LATIMIER et CHATELIER 1992, LATIMIER et al, 1993, HENRY et PEREZ 1993, NOBLET et al, 1987, STAHLY et al, 1979. D'autres auteurs ne constatent pas de variations du rendement, JONDREVILLE et al, 1995, ainsi que nous l'avons constaté dans le 2ème essai.

### 3.2. Consommation d'eau et production de lisier

Les réductions de consommation d'eau constatées avec le traitement «BAS MAT» pour les mâles castrés (- 26 et - 24 %) et donc la diminution de production de lisier sont en accord avec plusieurs résultats de la bibliographie. Ces références, présentées dans l'introduction de ce document, indiquent des baisses de consommation de 20 à 30 % selon les taux azotés comparés, mâles et femelles confondus. Les consommations journalières d'eau sont comparables pour les femelles des 2 traitements, tout au long des 2 essais. Cependant, compte tenu de la baisse des croissances des femelles en finition recevant le faible taux azoté, l'allongement de la durée d'engraissement se traduit par une consommation globale d'eau plus élevée pour ce sexe. Pour les mâles castrés, l'écart de consommation journalière d'eau est permanent entre les 2 traitements.

Les moindres consommations d'eau des mâles castrés, liées au faible taux azoté, sont constatées dès la phase croissance bien que les écarts de taux azotés dans l'aliment soient alors limités à 2 points, contre un écart de 5 points de protéines en finition.

Plutôt qu'une diminution des quantités d'eau consommées avec le faible taux azoté, l'analyse des résultats se traduit plutôt par une surconsommation d'eau en relation avec un taux azoté élevé. En effet, le taux de dilution atteint 4,4 l d'eau par kg d'aliment pour les mâles du traitement «HAUT MAT» du 1er essai contre 3,0 à 3,5 dans tous les autres cas, valeurs habituellement constatées à la station (MASSABIE et al, 1992).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'augmentation de la consommation d'eau en relation avec un taux azoté plus élevé.

L'azote excrété avec l'urine augmente fortement avec l'augmentation du taux d'azote alimentaire. Il est multiplié par 2,4 quand le taux azoté passe de 12 à 18 % MAT (KIES et al, 1992). L'azote excrété par voie fécale n'est pas modifié (GATEL et al, 1993). La part de l'azote excrété sous forme

urinaire est importante, en moyenne 73 %, avec des variations de 61 à 82 % (GATEL et al, 1991). Le taux d'azote excrété par l'urine peut passer de 13,3 à 32,1 g par porc et par jour pour des régimes allant jusqu'à 25 % MAT (PFEIFFER et al, 1991).

FREMAUT et DE SCHRIJVER (1991), comparant des aliments à 12,9 et 18,5 % MAT, montrent des tendances analogues : passage de 16,5 g à 30,7 d'azote excrété par jour par les urines soit 28,1 à 49,2 g d'urée.

PFEIFFER et HENKEL (1991) proposent 3 modes d'action :

- Le métabolisme des protéines, au niveau du cycle de l'urée, conduit à une augmentation de la température corporelle entraînant des besoins en eau plus élevés, selon BROOKS et CARPENTER (1990).
- L'excrétion de l'urée et de l'azote ammoniacal par les reins entraîne des besoins en eau importants (LLOYD et al, 1978).
- Les propriétés osmotiques des acides aminés dans le petit intestin demandent de l'eau. Un taux azoté élevé augmente le flux de chyme au niveau de l'iléon terminal.

FREMAUT et DE SCHRIJVER (1991) précisent que l'augmentation de la consommation d'eau peut être expliquée par la dilution nécessaire du fait que l'urine ne peut renfermer au maximum que 20 à 23 g d'urée par litre.

Le taux de potassium de l'aliment augmente avec l'apport plus important de tourteau de soja (hausse du taux MAT), 5 fois plus riche en potassium que les céréales. GILL, 1989, montre un effet sensible du taux de potassium sur la consommation d'eau, mais ceci pour des teneurs plus élevées que dans les présents essais.

Les besoins azotés plus élevés des femelles par rapport aux mâles castrés, en particulier en finition, et leur moindre consommation d'aliment pourraient correspondre, dans le contexte de nos essais, à de moindres quantités d'azote à éliminer sous forme urinaire. Par contre les quantités d'azote à éliminer étant plus élevées pour les mâles du traitement «HAUT MAT», cela se traduirait par des besoins en eau plus élevés, selon les hypothèses de FREMAUT et DE SCHRIJVER.

### 3.3. Caractéristiques des lisiers et bilan des rejets

Dans le 1er essai, la réduction de l'abreuvement avec le traitement «BAS MAT» a entraîné une forte augmentation de la teneur en matière sèche du lisier : 74 g MS/litre contre 46,6 g, soit + 59 %. Ce constat est aussi effectué par FREMAUT et DE SCHRIJVER (1991).

Dans le 2ème essai, les taux de matière sèche du lisier sont comparables pour les 2 traitements, 41,2 et 43,2 g/litre. Ces lisiers sont plus dilués que la moyenne publiée par le CEMAGREF en 1993, soit 49 g MS/litre.



Le rejet total en matière sèche est supérieur de 25 % avec le traitement «BAS MAT» dans le 1er essai, soit 26 kg MS par porc contre 21 kg, en relation avec la dégradation de l'IC en finition pour ce traitement. Dans le 2ème essai, le rejet total en matière sèche est comparable pour les 2 traitements et très faible (18 et 17,8 kg MS/porc). GRANIER et TEXIER, 1993, LATIMIER et al, 1992 et 1993, constatent des rejets de MS par porc voisins de 30 kg.

La pratique de 2 aliments distincts et la réduction des taux azotés a permis une diminution des rejets d'azote dans les lisiers respectivement de 24 et 29 % se traduisant par des rejets d'azote inférieurs à 2 kg par porc (pour un gain de poids de 80 kg). Sur ces mêmes bases, LATIMIER (1995) obtient aussi de faibles rejets d'azote, limités à 2,25 et 2,32 kg par porc. De tels effets ont été très largement démontrés au cours des dernières années par de nombreux auteurs : DOURMAD et al, 1989, GATEL et al, 1991 et 1993, CHAUVEL et al, 1994, KIES et al, 1992, FREMAUT et DE SCHRIJVER, 1991, JONDREVILLE et al, 1995, BOURDON et al, 1995.

Il convient de remarquer que, grâce aux bons indices de consommation relevés (voisins de 2,5), nous obtenons déjà pour les témoins «HAUT MAT» de faibles rejets azotés par porc dans les lisiers (2,52 et 2,80 kg d'azote).

## CONCLUSION

Avec des taux azotés «excessifs», la consommation d'eau paraît augmenter fortement. La diminution des taux azotés de l'aliment et la pratique de 2 aliments distincts «croissance» et «finition», outre la réduction de l'excrétion d'azote dans les lisiers, qui peut atteindre 25 à 30 %, peut contribuer aussi à une moindre production de lisier à travers la diminution de la consommation d'eau. Cette diminution de la consommation d'eau est très variable selon les essais, le sexe considéré et les taux azotés comparés. Elle peut atteindre 30 % pour les mâles castrés avec un taux azoté de référence élevé, par contre elle ne semble pas exister chez les femelles.

La réduction du taux azoté doit être réalisée sans pénaliser les performances sinon l'effet sur la quantité de lisier produi-

te serait contraire. Il faut donc veiller à des apports journaliers suffisants en acides aminés, y compris en finition, en particulier pour les femelles à fort potentiel musculaire dont les besoins sont élevés et l'appétit limité (surtout par temps chaud). La contribution des acides aminés industriels peut permettre d'ajuster au mieux les apports tout en limitant les taux azotés.

Les performances zootechniques sont également très importantes pour limiter les rejets. L'obtention d'un bon indice de consommation (2,5 en moyenne dans les présents essais pour le témoin) contribue déjà pour une large part à la réduction des rejets azotés (soit - 15 % par rapport à un IC = 3, moyenne GTE naisseurs-engraisseurs 1992). Cela a été précisé par DOURMAD (1989) qui a montré qu'une réduction de l'IC de 0,1 point s'accompagne d'une diminution des rejets azotés de 3 %. De plus la réduction de la durée d'engraissement par la vitesse de croissance entraîne une réduction de la consommation d'eau et, en conséquence, du volume de lisier produit par porc.

Par ailleurs, dans le cas de taux de dilution spontané supérieur à 3, un rationnement hydrique modéré (séquentiel, moindre débit des abreuvoirs...) peut être une solution plus directe pour réduire le volume des lisiers produits.

Compte tenu des écarts constatés entre sexes, il apparaît nécessaire de poursuivre cette expérimentation en collectant séparément les lisiers des 2 sexes, afin de mieux cerner, pour chacun des sexes, consommation d'eau, volume et caractéristiques des lisiers. L'incidence du taux azoté sur la consommation d'eau en période froide serait aussi à étudier.

Dans ces essais, le taux de dilution spontané par le porc ayant libre accès à l'abreuvoir reste élevé (supérieur à 3 - saison estivale). Il conviendrait d'étudier l'effet sur l'abreuvement de la baisse du taux azoté dans le contexte de dispositifs d'abreuvement se traduisant par un taux de dilution inférieur à 2.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions la Société SANOFI Santé Nutrition Animale pour son aide financière et en particulier Monsieur PINOT pour ses conseils.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBAR J., GRANIER R., 1994. *Techni-Porc*, 17 (2) 17-28.
- AUMAITRE A., 1964. *Ann. Zootechn.*, 1964, 13 (2), 183-198.
- BOURDON D., DOURMAD J.Y., HENRY Y., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 269-278.
- BOURDON D., HENRY Y., 1991. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 111-118.
- BROOKS P.H., CARPENTER J.L., 1990. *Recent Advances in An. Nutrition*, 115-136.
- CHAUVEL J., GRANIER R., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 201-208.
- CHAUVEL J., GRANIER R., 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 97-106.
- DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., PRUNIER A., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 239-246.
- DOURMAD J.Y., HENRY Y., SÈVE B., 1989. *Porc Magazine* n° 217, 24-28.
- FRÉMAUT D., DE SCHRIJVER R., 1991. *Revue de l'Agriculture*, 1991, Vol. 44, n° 5, 963-971.
- FULLARTON P.J., CULLIN A.W.R., VAN DEN BROECKE J., 1992. *Aspects of Applied Biology* 31, 1992.
- GATEL F., BERTIN J.M., GROSJEAN F., 1991. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 85-90.

- GATEL F., JONDREVILLE C., BURON G., PEYRONNET C., GROSJEAN F., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 301-306.
- GILL, 1989, cité par COURBOULAY V. Water use by pigs managed under various conditions of housing, feeding and nutrition Thesis - Plymouth Polytechnic.
- GRANIER R., TEXIER C., 1993. Techniporc, 16.3.93, 23-31.
- GUILLOU D., DOORMAD J.Y., NOBLET J., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 307-314.
- HEINRICH P., 1994. Einflub einer eiweißreduzierten Fütterung von Mastchweinen auf die Stickstoffbilanzen sowie die Mast- und Schlachtleistungen. Universität zu Kiel.
- HEINRICH P., OLDENBURG J. Proceedings of the first International Symposium. In Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. Wageningen 1993, 336-339.
- HENRY Y., SÈVE B., 1991. Journées Rech. Porcine en France, 23, 119-126.
- HENRY Y., SÈVE B., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 247-254.
- ITP, EDE, INRA, CEMAGREF, 1993. Porc environnement. Maîtrise de l'azote et du phosphore en production porcine, SPACE 1993.
- JONDREVILLE C., 1995. Journées Rech. Porcine en France, 27, 279-284.
- KANIS E. et al., 1990. 41st Annual meeting of the European association for animal production Toulouse, July 9 to 12, 1990. Genetic and economic aspects of appetite in growing pigs.
- KIES A., AUGIER V., VENUAT M., GRIMALDI J.L., 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 219-226.
- LABROUE F., DUCOS A., BIDANEL J.P., GUÉBLEZ R., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 51-58.
- LATIMIER P. 1995. Atout Porc, mai 1995, 16-17.
- LATIMIER P., CHATELIER C., 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 227-236.
- LATIMIER P., DOORMAD J.Y., CORLOUER A., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 295-300.
- LLOYD L.E., MC DONALD E., CRAMPTON E.W., 1978. Protein and its metabolism in : Fundamentals of Nutrition, 2nd Edn W.H. Freeman and Company, San Francisco, p. 103-132.
- MASSABIE P., GRANIER R., ROUSSEAU P., LAURIAC C., 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 255-260.
- NIENABER J.A., LE ROY HAHN G., YEN J.T., 1987. Transactions of the ASAE, Vol. 30 (6), nov-déc 1987.
- NOBLET J., HENRY Y., DUBOIS S., 1987. Journées Rech. Porcine en France, 19, 259-264.
- PFEIFFER A., HENKEL H. Proceedings of the 5th. international symposium on digestive physiology in pigs. Wageningen NL, 24-26 avril 1991.
- RAO et Mac CRACKEN, 1990. Animal Prod., 51, 179-187, cité par CHAUVEL J. et al. 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 207-212.
- RINALDO D., LE DIVIDICH J.. INRA, Productions animales, 1991, 4(1), 57-65.
- VANDENHEEDE M., NICKS B., 1990. Ann. Méd. Vét., 1991, 135, 123-128.
- VOERMANS J.A.M., VERDOES N. and DEN HARTOG L.A., 1994. Pig News and Information, 1994, vol 15, n° 2, 51-54.
- WAHLSTROM R.C., TAYLOR A.R., SEERLY R.W., 1970. Journ. of Animal Science, mars 1970, 368-373.
- WIESEMULLER W., 1984. Übers. Tierernährg 12, 85-118.