

# Des aliments pour porcs moins riches en protéines et en tourteau de soja fabriqués à base de tourteau de colza et d'acides aminés

**L'**étude s'inscrit dans un contexte de recherche d'alternative à l'utilisation de tourteau de soja dans les aliments distribués au porc en croissance et de réduction des rejets azotés. Le tourteau de colza est une matière première métropolitaine dont les volumes produits augmentent chaque année en parallèle du développement de la production de biodiesel. Ses caractéristiques nutritionnelles sont bien connues. A ce titre, cette matière première peut être considérée comme une candidate permettant de diminuer le recours au tourteau de soja. En parallèle, l'utilisation de sources d'acides aminés de synthèse permet de rééquilibrer le profil en acides aminés des formules. La famille des acides aminés disponibles en alimentation animale s'est agrandie en 2009 avec la mise à disposition de la valine de synthèse. L'incorporation de L-Valine, en plus de la L-Lysine, de la L-Thréonine, du L-Tryptophane et de la DL-Méthionine, permet d'envisager des formules à teneur encore plus faible en tourteau de soja et plus généralement en matières azotées. En d'autres termes, cet acide aminé supplémentaire permet de s'approcher un peu plus finement du profil de la protéine idéale et d'envisager une réduction supplémentaire des rejets azotés par le porc.

L'essai consiste, d'une part, à mesurer les performances des porcs en croissance obtenues après substitution du tourteau de soja par du tourteau de colza dans les aliments, en association ou non avec de la L-Valine et, d'autre part, à évaluer les rejets qui y sont associés.

## Matériel et méthodes

Une bande de porcs issus de truies Large White x Landrace inséminées avec de la semence de ver-rat Piétrain est étudiée à la station expérimentale IFIP de Villefranche de Rouergue (12). L'essai s'est déroulé entre le 19 janvier et le 12 mai 2010. A l'entrée en engraissement, des blocs de 6 cases sont constitués sur la base du poids des animaux et de leur origine de portée, correspondant à 3 cases de femelles et 3 cases de mâles castrés réparties entre trois lots qui correspondent à trois types de formulation dont les caractéristiques sont indiquées dans le Tableau 1 :

- Lot Soja : aliments formulés avec du tourteau de soja, sans tourteau de colza ni L-Valine,
- Lot Colza : aliments formulés avec du tourteau de colza sans L-Valine,
- Lot Colza+Valine : aliments formulés avec du tourteau de colza et de la L-Valine.

La supplémentation en L-Valine dans l'aliment croissance s'ajuste à 0,3 kg/t, taux également utilisé dans l'aliment finition.

Pour chaque lot, deux formules sont établies dont les caractéristiques nutritionnelles sont adaptées respectivement aux périodes de croissance et de finition.

Les principales contraintes de formulation concernent la teneur en énergie nette (fixée à 9,7 MJ/kg), la teneur en phosphore digestible (fixée à 2,8 et 2,3 g/kg respectivement en période de croissance et de finition), et le rapport entre les acides aminés digestibles (Tableau 2).

Les taux d'incorporation du blé et de l'orge sont ajustés de façon à obtenir la teneur en énergie nette souhaitée. Du phosphate bicalcique est utilisé pour ajuster la teneur en phosphore digestible des régimes.

Les aliments croissance et finition sont formulés pour un apport minimal de 0,85 et 0,75 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Le choix du niveau énergétique conditionne donc la teneur en acides aminés. Ainsi, pour une formulation à 9,7 MJ EN/kg, il n'a pas été possible de s'affranchir

(1) Ajinomoto Eurolysine SAS; (2) Onidol; (3) Céliom



## Résumé

Trois stratégies de formulation sont appliquées à une bande de 144 porcs en croissance. Les aliments S sont à base de tourteau de soja et ont une teneur en MAT de 15,9 et 15,0%, respectivement en croissance et finition. La teneur en MAT est réduite à 15,0 et 14,1 respectivement pendant ces 2 périodes dans les aliments C, dans lesquels le tourteau de soja est remplacé partiellement ou totalement par du tourteau de colza et équilibrés à l'aide de L-Lysine, DL-Méthionine, L-Thréonine et L-Tryptophane. Dans les aliments Colza+Valine, de la L-Valine est aussi incorporée (0,3 g/kg) qui permet une réduction supplémentaire de la teneur en MAT (14,5 et 13,2%). Tous les régimes sont formulés sur la base d'une énergie nette (EN) de 9,7 MJ/kg et en accord avec le concept de la protéine idéale. Entre 27 et 111 kg de poids vif, le GMQ, l'IC et le TMP sont similaires pour les 3 traitements. Ces résultats illustrent la possibilité de remplacer le tourteau de soja par du tourteau de colza en association avec des acides aminés de synthèse sans conséquence sur la croissance. Ils indiquent aussi que la réduction supplémentaire de la MAT permise par le recours à la L-Valine n'a pas d'incidence sur les performances quand les aliments sont formulés dans le système EN et respectant la protéine idéale. De plus, la teneur réduite en MAT des conduites Colza et Colza+Valine permet de diminuer les rejets azotés de, respectivement, 400 et 660 g/porc.

Nathalie QUINIOU  
Yvan PRIMOT <sup>(1)</sup>  
Corinne PEYRONNET <sup>(2)</sup>  
Alain QUINSAC <sup>(3)</sup>

Financeurs : Ajinomoto  
Eurolysine SAS, Onidol, Céliom,  
Programme national de  
développement agricole et rural

**Tableau 1 : Caractéristiques des régimes expérimentaux**

Stade	Croissance						Finition					
	Aliments		Colza	Colza +Valine	Soja		Colza	Colza +Valine	Soja			
Orge			256	277	517		300	470	629			
Blé			564,0	556,0	289,0		540,4	396,7	200,0			
Tourteau de soja 46			50,6	28,5	161,0		0	0	144,5			
Tourteau de colza			95	103	0		132	104	0			
L-Lysine HCl			4,5	5,0	2,7		4,1	4,5	1,9			
DL-Méthionine			0,4	0,4	0,4		0,2	0,3	0,2			
L-Thréonine			1,4	1,6	0,8		1	1,3	0,5			
L Tryptophane			0,2	0,3	0		0,2	0,2	0			
L-Valine			0	0,3	0		0	0,3	0			
Sel			3,5	3,5	3,5		3,5	3,5	3,5			
Phosphate bicalcique di hydraté			3,9	3,9	4,8		0	0	0,7			
Carbonate de calcium			12,6	12,6	12,9		10,7	11,3	11,8			
Huile de colza			5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0			
COV+Phytases			2,9	2,9	2,9		2,9	2,9	2,9			
Valeurs nutritionnelles <sup>1</sup>												
Matière sèche, g	874	879	875	880	880	889	873	881	876	885	882	889
Cellulose brute, g	38		39		33		40		41		35	
Amidon, g	477	487	483	487	449	465	486	477	490	495	455	457
Matières minérales, g	46	41	46	43	50	47	41	38	41	37	45	44
Calcium, g	7,5		7,5		7,4		5,9		5,9		5,9	
Phosphore (P), g	4,8		4,8		4,6		4,3		4,1		3,9	
P digestible (farine), g	2,8		2,8		2,8		2,4		2,3		2,3	
Matières grasses, g	21	21	21	22	22	22	21	22	22	23	22	23
Matières azotées totales, g	150	149	145	149	159	162	141	146	132	139	150	158
Matières azotées digestibles, g	122		117		132		111		103		123	
Lysine totale, g	9,4	9,2	9,4	9,6	9,4	9,1	8,5	8,4	8,4	8,6	8,4	8,5
Acides aminés digestibles												
Lysine (LYSd), g	8,3		8,3		8,3		7,3		7,3		7,3	
Méthionine, % LYSd	31		30		31		32		31		31	
Mét+cystine, % LYSd	65		64		62		71		66		65	
Thréonine, % LYSd	66		66		65		65		65		66	
Tryptophane, % LYSd	20		21		20		22		20		21	
Valine, % LYSd	70		70		78		74		73		84	
Isoleucine, % LYSd	58		55		67		59		54		71	
Leucine, % LYSd	105		100		116		110		101		125	
Histidine, % LYSd	37		35		40		39		35		43	
Energie digestible, kcal	3184		3169		3240		3168		3157		3232	
Energie nette (EN), MJ	9,7		9,7		9,7		9,7		9,7		9,7	
LYSd / EN, g/MJ	0,85		0,85		0,85		0,75		0,75		0,75	

1. En italique : les résultats de dosage.

**Tableau 2 : Rapports minimaux entre acides aminés digestibles**

Acide aminé de référence	Lysine
Thréonine	65 %
Méthionine	30 %
Méthionine + Cystine	60 %
Tryptophane	20 %
Valine	70 %
Isoleucine	53 %
Leucine	100 %
Histidine	32%

complètement du tourteau de soja dans les formules croissance des lots Colza et Colza+Valine (Tableau 1).

Le remplacement du tourteau de soja par le tourteau de colza est couplé avec l'incorporation de **L-Tryptophane**, ce qui permet de réduire la MAT de 0,9 point dans l'aliment croissance et dans l'aliment finition. L'incorporation de L-Valine permet de diminuer le

recours aux tourteaux de 1,4 point en croissance et de 2,8 point en finition.

La transition alimentaire est réalisée lorsque la case atteint le poids moyen de 65 kg. Les aliments sont distribués sous forme de farine dans un nourrisseur biplace (65 cm). Les porcs sont élevés par groupes de 6 et alimentés à volonté. L'eau est disponible à volonté au niveau d'un abreuvoir.

Tableau 3 : Performances de croissance et caractéristiques de carcasse

	Lot			Statistiques		
	Soja	Colza	Colza+Valine	ETR	Lot	Sexe
<b>Données individuelles<sup>1</sup></b>						
N. obs	47	47	48			
Poids vif, kg <sup>1</sup>						
Entrée	27,4	27,4	27,5	0,5		
Finition	65	65	65	3		***
Abattage	111	111	111	3		
Stade d'engraissement, j						
Au changement d'aliment	←	42	→			
A l'abattage	103	105	105	5	LxS**	***
GMQ moyen, g/j <sup>1</sup>	818	801	801	52		***
Croissance	900	897	900	58		***
Finition	763	738	735	59		*
Carcasse chaude, kg <sup>1</sup>	91,4	90,9	91,3	2,9		
Rendement, % <sup>2</sup>	82,0	81,8	82,0	1,2		
G2, mm <sup>2</sup>	13	13	14	3		***
M2, mm <sup>2</sup>	63	62	62	4		
TMP, % <sup>2</sup>	61,8	61,3	60,9	2,0		***
<b>Données par case<sup>3</sup></b>						
N. obs	8	8	8			
CMJ moyenne, kg/j	2,33	2,34	2,38	0,10		***
Croissance	2,07 <sup>a</sup>	2,15 <sup>b</sup>	2,18 <sup>b</sup>	0,07	*	***
Finition	2,51	2,46	2,51	0,13		***
IC, kg/kg	2,87	2,94	2,97	0,10		
Croissance	2,33	2,39	2,42	0,09		
Finition	3,31	3,38	3,43	0,14		
<b>Utilisation de l'azote, kg/porc<sup>4</sup></b>						
Ingéré	6,06 (100)	5,65 (93)	5,40 (89)			
Retenu	2,03 (100)	2,02 (99)	2,03 (100)			
Excrété	4,03 (100)	3,63 (90)	3,37 (84)			
dans les fèces	1,07 (100)	1,15 (107)	1,13 (106)			
dans les urines	2,96 (100)	2,49 (84)	2,24 (76)			
<b>Utilisation du phosphore, kg/porc<sup>4</sup></b>						
Ingéré	1,03 (100)	1,10 (107)	1,08 (105)			
Retenu	0,43 (100)	0,42 (100)	0,43 (100)			
Excrété	0,60 (100)	0,67 (112)	0,65 (108)			
dans les fèces	0,41 (100)	0,47 (115)	0,46 (112)			
dans les urines	0,19 (100)	0,20 (106)	0,19 (100)			

1. Modèle 1 : Analyse multifactorielle de la variance avec le lot (L), le type sexuel (S), l'interaction LxS et le bloc en effets principaux. La case est considérée comme unité expérimentale.

2. Modèle 2 : Analyse de la variance avec le lot (L), le type sexuel (S), l'interaction LxS et le bloc en effets principaux.

3. Modèle 3 : Le poids d'abattage est inclus en covariable dans le modèle 1.

4. Estimée à l'aide du logiciel InraPorc.

## Résultats

### Performances

Aucune interaction significative n'est observée sur les performances de croissance et de composition corporelle entre le lot et le type sexuel (Tableau 3). Le gain moyen quotidien, l'ingestion quotidienne d'aliment, l'indice de consommation et le TMP ne sont pas significativement influencés par le lot.

### Bilan azoté

La réduction de la MAT dans les aliments Colza et Colza+Valine permet une moindre ingestion d'azote chez les porcs de ces deux lots (respectivement -7 et -11 % par rapport au lot Soja). Toutefois, cet écart d'ingestion n'est pas suffisant pour compenser la digestibilité inférieure de l'azote dans les aliments Colza et Colza+Valine, celle-ci résultant de la digestibilité plus faible des protéines du tour-

teau de colza. Il en résulte alors une excrétion d'azote au niveau fécal plus importante chez les porcs des lots Colza et Colza+Valine (respectivement +7 et +6 %, Figure 1). En revanche, la diminution de la teneur en MAT dans les formules Colza et Colza+Valine s'accompagne d'une forte réduction de l'excrétion d'azote au niveau urinaire (respectivement -16 et -24 %). En définitive, la réduction de la MAT entre les lots Soja et Colza (-0,9 point) s'accompagne

**La réduction de la MAT dans les aliments Colza et Colza+Valine permet une moindre excrétion d'azote chez les porcs.**

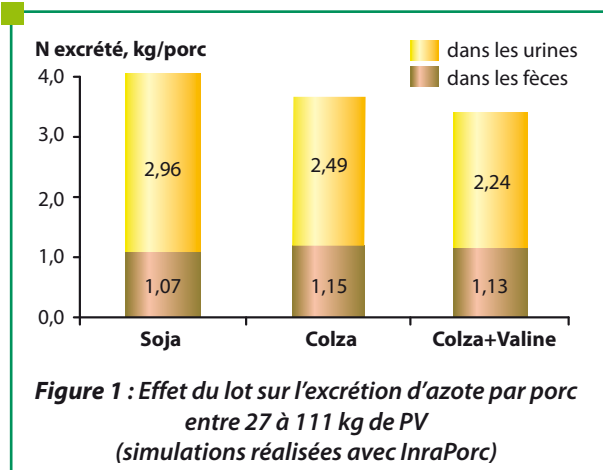


Figure 1 : Effet du lot sur l'excrétion d'azote par porc entre 27 à 111 kg de PV (simulations réalisées avec InraPorc)

**La réduction de la MAT entre les lots Soja et Colza s'accompagne d'une réduction des rejets azotés totaux de 10 %, tandis que la réduction des rejets atteint 16 % chez les porcs du lot Colza+Valine.**

d'une réduction des rejets azotés totaux de 10 %, tandis que la réduction des rejets atteint 16 % (pour -1,6 point de MAT en moyenne) chez les porcs du lot Colza+Valine.

### Bilan en phosphore

Compte tenu de la moindre digestibilité du phosphore issu du tourteau de colza, l'ingestion en phosphore total est plus élevée chez les porcs du lot Colza (+0,07 kg/porc). Cette quantité supplémentaire se retrouve ensuite quasiment en totalité dans les déjections, notamment les fèces (Tableau 3). L'ajout de L-Valine étant associé à une moindre incorporation de tourteau, l'effet est moins important avec le lot Colza+Valine (+0,05 kg P/porc).

### Conclusion

Réalisé avec des aliments formulés sur la base d'une même teneur en énergie nette et de rapports entre acides aminés digestibles

### Rappels de fondamentaux nutritionnels à maîtriser avant de réduire la MAT

Nous profitons du cadre de cette étude pour rappeler quelques pré-alables indispensables avant toute formulation vers des aliments à basse teneur en protéines. Ces formules ont pour objectif d'améliorer l'adéquation entre les apports d'acides aminés et les besoins. En particulier, il s'agit de réduire l'apport en acides aminés non essentiels tout en veillant à couvrir les besoins en acides aminés essentiels. Ces derniers doivent donc être connus. Ainsi, il ne suffit pas de veiller seulement à l'apport des acides aminés pour lesquels des sources de supplémentation sont disponibles en formulation. L'application du concept de protéine idéale implique également de veiller à l'apport d'autres acides aminés essentiels tels que l'isoleucine, la leucine, l'histidine... même s'ils ne sont pas encore disponibles en fabrication d'aliment.

La réduction des excès en acides aminés permet de réduire le coût énergétique induit par à l'excrétion d'azote notamment au niveau urinaire. Ceci est pris en compte dans le système énergie nette, mais pas dans le système énergie digestible.

en accord avec le concept de protéine idéale, notre essai confirme la possibilité de réduire la MAT et simultanément de substituer le tourteau de soja par du tourteau de colza et les acides aminés de synthèse disponibles (L-Lysine, DL-Méthionine, L-Thréonine, L-Tryptophane, L-Valine) sans modification des performances de croissance et de carcasse. Une formulation vers une teneur en énergie nette plus faible ou le recours à une autre source de protéines, telle que le pois, en complément avec le tourteau de colza et les acides aminés de synthèse devrait permettre de s'affranchir totalement du soja.

La réduction de la MAT permet de réduire fortement les rejets

azotés (-10 % sans L-Valine, -16 % avec L-Valine par rapport au régime Soja). L'utilisation de tourteau de colza conduit toutefois à un rejet en phosphore plus élevé que le tourteau de soja, mais de façon moindre lorsque de la valine est ajoutée en plus des autres acides aminés (+8 vs +12 %). L'intensité relative des contraintes portant sur les rejets en azote et en phosphore, ainsi que le contexte de prix des matières premières, peuvent conduire à moduler le taux d'incorporation des deux tourteaux et le nombre d'acides aminés incorporés dans l'aliment.

En 2010, le coût des matières premières des aliments Colza et Colza+Valine était inférieur à celui des aliments Soja.

Les auteurs remercient R. Granier, N. Lebas et tout le personnel technique de la station expérimentale de Villefranche (GIE Grand Sud), ainsi que M. Eudaimon (Ajinomoto Eurolysine SAS), pour leur collaboration.

Contact :  
nathalie.quiniou@ifip.asso.fr