

A8601

## VALEUR NUTRITIVE DES NOUVEAUX TOURTEAUX ET GRAINES ENTIÈRES DE COLZA À BASSE TENEUR EN GLUCOSINOLATES POUR LE PORC À L'ENGRAIS.

D. BOURDON

*I.N.R.A. Station de Recherches Porcines 35590 L'HERMITAGE.*

*Avec la collaboration de Annick BLANCHARD, Martine FILLAULT,  
Nadine MEZIERE, Y. LEBRETON, R. LEVREL, J.P. PRIGENT, A. ROGER*

### INTRODUCTION

L'utilisation de tourteau ou de graines de colza classiques "0" à faible teneur en acide érucique et à haute teneur en glucosinolates (HG) est limitée, en raison des effets néfastes (inappétence, toxicité) des produits dérivés des glucosinolates (I.T.C., V.T.O., Nitriles, etc.) auxquels le porc se révèle particulièrement sensible (CALET, 1982 ; FENWICK, 1982 ; LEE et HILL, 1983 ; BELL 1984 ; LEE *et al.*, 1984).

En outre la teneur élevée en cellulose brute (11 à 15 %) riche en tannins, du tourteau réduit sa digestibilité, sa valeur énergétique et son efficacité azotée.

Ainsi, en dépit d'une certaine amélioration de l'appétence par la généralisation du toastage, le tourteau de colza classique, source de protéines à teneur moyenne en matières azotées, bien équilibrées en lysine et méthionine, reste peu utilisé dans l'alimentation du porc. Par mesure de sécurité au plan nutritionnel et commercial, son taux d'utilisation pratique est souvent limité à 3 - 5 % dans les aliments pour le porc à l'engrais.

Cependant, avec un tourteau classique, correctement traité au plan technologique, introduit aux taux de 8 à 10 % dans le régime, chez le porc à l'engrais, nous avons pu obtenir des performances zootechniques correctes (BOURDON *et al.*, 1981 ; GROSJEAN et LAVOREL, 1984 ; CASTAING et GROSJEAN, 1985). Toutefois, il est à déplorer certains désordres physiopathologiques qui subsistent (hypertrophie thyroïdienne et hépatique marquée), associés à une diminution du rendement en carcasse.

Par ailleurs, nous avons pu montrer que le tourteau de colza est susceptible d'améliorations notables de sa valeur alimentaire (BOURDON et BAUDET, 1979 ; BOURDON *et al.*, 1981 ; 1982 ; CHONE, 1983) :

- par voie génétique, (MORICE, 1983), par réduction de la teneur en glucosinolates et création de nouvelles variétés de colza d'hiver à basse teneur en glucosinolates (BG) : TANDEM et DARMOR.
- et/ou technologique, par réduction de la teneur en constituants membranaires et en tannins du tourteau, après dépelliculage des graines avant trituration (BAUDET et EVRARD, 1982 ; EVRARD, 1984). Toutefois, cette nouvelle technique ne valorise que les nouveaux colzas (BG) à faible teneur en glucosinolates.

Ces deux voies de progrès associées apparaissent, au plan nutritionnel, comme les plus sûres et les plus prometteuses en vue d'obtenir des tourteaux de colza détoxifiés, nettement mieux consommés par le porc et qui présentent une valeur nutritive (énergétique et azotée) plus élevée.

Les possibilités d'utilisation des tourteaux de colza dépelliculés à faible teneur en glucosinolates (BG) sont notablement accrues pour le porc à l'engrais (BOURDON *et al.*, 1981 ; CHONE, 1983 ; EVRARD, 1984).

Dans cet esprit, au cours des cinq dernières années, les nutritionnistes du Porc à l'I.N.R.A. ont étudié les différentes voies et possibilités d'amélioration de la valeur nutritionnelle des nouveaux tourteaux de colza double zéro (00) à faible teneur en glucosinolates (BG), en référence aux tourteaux de colza classiques (HG) élaborés dans les mêmes conditions technologiques. Ce travail a été réalisé en coopération étroite avec nos collègues de l'Amélioration des Plantes de l'I.N.R.A., du C.E.T.I.O.M. et de l'O.N.I.D.O.L. pour la technologie et la fourniture de tourteaux aux caractéristiques bien définies. Dans ces actions concertées, étaient également associées, les firmes de l'alimentation animale et l'Institut Technique du Porc.

Les résultats des diverses études expérimentales, réalisées sur porcs, nous fournissent une somme importante de données.

Au cours de notre exposé, nous nous limiterons aux données relatives à la valeur nutritive (appétence, valeur énergétique et azotée) des tourteaux et graines de colza testés, en regard de leur composition chimique, que nous confrontons pour chaque type de produit aux données bibliographiques disponibles.

Pour tous les échantillons de tourteau et de graines de colza, traités à l'atelier expérimental du C.E.T.I.O.M. ou dans des installations industrielles en vraie grandeur, selon le cas, la valeur énergétique et azotée est déterminée par mesure directe au cours d'essais de digestibilité, avec collecte totale des fèces et des urines chez des porcs en croissance ou en finition, selon une méthode standardisée (BOURDON *et al.*, 1982).

## **A – TENEUR EN GLUCOSINOLATES - PROBLÈMES D'APPÉTIT.**

Bien que n'expliquant pas tout, la teneur en glucosinolates ou en produits dérivés, conditionne largement l'acceptabilité des tourteaux et graines de colza par le porc (LEE et HILL, 1983 ; LEE *et al.*, 1984).

### **1) GRAINES DE COLZA**

Dans le tableau 1 figurent les teneurs en glucosinolates totaux (exprimées en micromoles par gramme de matière sèche délipidée, des graines de colza de différents génotypes à haute (HG) ou basse teneur (BG) en glucosinolates, de type printemps et hiver, d'origine canadienne ou européenne. A cet égard, pour avoir une idée plus exacte du qualificatif BG (basse teneur en glucosinolates) ou HG (haute teneur), il est préférable de se référer à la teneur en glucosinolates des graines entières délipidées non traitées, plus discriminante, celle des tourteaux étant plus variable, en raison de différences inévitables dans le processus technologique appliqué. Encore faut-il prendre la précaution de relier les valeurs observées à la méthode analytique mise en œuvre. En accord avec CALET, 1982, il est à remarquer que pour les variétés canadiennes de printemps, les espèces *B-Campestris*, renferment en moyenne moins de glucosinolates que les espèces *B-Napus*, ce que semblent confirmer les résultats rapportés par BELL, 1984, pour les anciennes variétés (HG). Parallèlement les nouvelles variétés des espèces *B-Campestris* et *B-Napus* (BG) de type "Canola" (CANDLE - REGENT) d'origine canadienne et de printemps, présentent des teneurs en glucosinolates totaux 3 à 6 fois plus réduites.

**TABEAU 1**  
**TENEURS EN GLUCOSINOLATES DE GRAINES DE COLZA**  
**A HAUTE (HG) ET BASSE (BG) TENEUR EN GLUCOSINOLATES**

Type	<b>1. Variétés canadiennes, de type printemps</b>				Auteur, Année
	B – Campestris		B – Napus		
Variétés	H G	B G	H G	B G	BELL, 1984
	Torch	Candle	Midas	Régent	
Teneur en glucosinolates μ Mol/gMS délipidée	93,1	27,7	153,8*	25,8*	
Type	<b>2. Variétés européennes, de type hiver</b>				BELL, 1984 (Diamant-Erglu)
	B – Napus				
Variétés	H G		B G		CHONE, 1983 (Jet neuf, Tandem)
	Diamant	Jet Neuf	Erglu	Tandem	
Teneur en glucosinolates μ Mol/g MS délipidée	156,1	169*	15,2*	59*	
Type	<b>3. Variétés européennes de printemps</b>				
	B – Napus				
	BG Line				
Teneur en glucosinolates μ Mol/g MS délipidée	8-10*				MENZEL, 1983

\* Ces valeurs n'incluent pas les indolméthylglucosinolates.

Comparativement, les colzas européens *B-Napus* de type hiver, ont des teneurs en glucosinolates nettement plus élevées : 160 micromoles, pour les variétés (HG) type JET NEUF et 15 à 60 micromoles, soit 3 à 10 fois moins pour les nouvelles variétés (BG) (ERGLU - TANDEM).

A titre indicatif, les nouvelles variétés d'hiver françaises (TANDEM - DARMOR) qualifiées de (BG) présentent des teneurs de 50 à 60 micromoles, soit 2 à 3 fois moins que les variétés classiques (HG), encore cultivées comme JET NEUF dont les teneurs en glucosinolates atteignent 150 à 180 micromoles/g de matière sèche délipidée.

Cependant, quelques variétés européennes de printemps, telle la variété LINE d'origine danoise (BG) largement expérimentée, présente une très faible teneur en glucosinolates : 8 à 10 micromoles selon JUST *et al.*, 1982 et MENZEL, 1983. Mais le danger, avec les variétés à très basse teneur en glucosinolates est de voir apparaître, comme c'est d'ailleurs le cas pour le géniteur commun à toutes les variétés de colza (BG), BRONOWSKI, certaines déficiences au plan agronomique et notamment un rendement très faible.

Certes, ce n'est pas le cas avec les variétés de colza françaises d'hiver à basse teneur en glucosinolates (TANDEM - DARMOR), renfermant 50 à 60 micromoles/g de M.S. délipidée et qui sont susceptibles de fournir des tourteaux de colza (BG) bien acceptés et mieux consommés par le porc comparativement aux tourteaux de colza classiques (HG) de variété JET NEUF, comme nous avons pu le montrer (CHONE, 1983).

## 2) TOURTEAUX DE COLZA EXTRAITS AU SOLVANT

Le nutritionniste est non seulement intéressé par la teneur en glucosinolates totaux des tourteaux, mais également par leur teneur en composés majeurs dérivés des glucosinolates (I.T.C. - V.T.O. etc.), formés au cours du processus technologique. Ainsi, en distinguant les HG et les BG parmi les tourteaux de colza extraits au solvant, qui représentent le produit le plus courant, leurs teneurs respectives en I.T.C., V.T.O. et glucosinolates totaux figurent au tableau 2. Elles montrent clairement le progrès réalisé, les tourteaux de colza (BG), élaborés à partir de graines de colza TANDEM, présentent des teneurs en I.T.C., V.T.O. et en glucosinolates totaux, 3 à 5 fois moindre que les tourteaux élaborés à partir de graines de colza (HG) de variété JET NEUF. Il en est résulté que certains tourteaux du dernier type (HG), expérimentés dans le cadre de nos études furent mal consommés, voire refusés à taux élevé (20 %) ou seulement acceptés à 10 % dans le régime. En revanche, tous les tourteaux (BG) furent bien consommés à taux élevé (20 %) au cours d'expérience de digestibilité, en alimentation humide, conditions d'alimentation très discriminantes.

**TABLEAU 2**  
TENEURS EN GLUCOSINOLATES DES TOURTEAUX DE COLZA EXTRAITS AU SOLVANT  
A HAUTE ET BASSE TENEUR EN GLUCOSINOLATES (résultats expérimentaux)

		I.T.C. mg/g de MS délipidée	V.T.O.	Glucosinolates totaux* μ Moles/g ms délipidée
<b>1 - Tourteaux de colza à haute teneur en glucosinolates 0 (HG) extraits au solvant</b>				
Variété	Année			
Jet Neuf	81	2,22	5,18	—
Jet Neuf	83	3,60	10,0	—
Jet Neuf	83	3,40	10,5	—
Jet Neuf	83	2,10	6,8	—
Jet Neuf	83	3,2	8,0	—
Jet Neuf	83	4,0	9,3	125-131
Jet Neuf	84	5,5	14,9	207,6
<b>Moyenne</b>		3,43 2,1-5,5	9,24 5,2-14,9	166* 125-207,6
<b>2 - Tourteau de colza - basse teneur en glucosinolates 00 extraits au solvant</b>				
Variété	Année			
Tandem	81	0,85	1,58	—
Tandem	82	0,34	0,82	8,9
Régent	82	Traces	0,34	—
Tandem	83	1,26	3,46	41,3
Tandem	83	1,54	2,86	35,2
Tandem	83	1,39	3,02	34,9
Tandem	84	2,14	4,55	68,7
Tandem	84	—	—	37,0
<b>Moyenne</b>		1,25 0,34-2,14	2,37 0,34-4,55	37,67* 8,9-68,7

\* Voir tableau 1

## 3) GRAINES ENTIÈRES TRAITÉES - TOURTEAUX DE PRESSION TYPE EXPPELLER - TOURTEAUX DÉPELLICULÉS EXTRAITS AU SOLVANT

Pour ces 3 types de produits expérimentés, uniquement dérivés de graines de colza (BG), de

variété TANDEM essentiellement, les teneurs en I.T.C. - V.T.O. et en glucosinolates totaux sont détaillées dans le tableau 3. Les valeurs moyennes par type de produit sont les suivantes :

Type de produit	I.T.C. - V.T.O. mg/g de MS délipidée		Glucosinolates totaux Micromoles/g de MS délipidée
Graines entières traitées	1,38	2,81	35,8
Tourteaux de Pression Expellers	1,34	3,53	36,2
Tourteaux dépelliculés	0,75 (0,21 - 1,48)	1,62 (0,29 - 3,7)	29,9 (3,0 - 47,0)

Au cours des expérimentations réalisées sur porcs à l'engrais, ces trois types de produit (graines entières, tourteaux de pression et tourteaux dépelliculés à basse teneur en glucosinolates (BG) furent bien acceptés et consommés par les porcs à taux élevé (20 %) dans le régime. Cependant, le taux de glucosinolates totaux n'est sans doute pas le seul facteur à intervenir au niveau de l'appétit. Ainsi, SINGAM et LAWRENCE, 1979, ont pu montrer que deux variétés pauvres en glucosinolates, l'une canadienne (TOWER) et l'autre allemande (ERGLU) ne sont pas également acceptées par les porcs. Quand on incorpore 25 % de tourteau de colza dans le régime, le second conduit à une ingestion moindre que le premier durant les quatre premières semaines de l'essai, en dépit d'une faible différence de teneur en I.T.C. Mais pour des teneurs en glucosinolates totaux quasi similaires, des différences qualitatives et / ou quantitatives dans les composés dérivés des glucosinolates, associées à des différences de technologie, peuvent expliquer une amélioration ou une détérioration d'acceptabilité des tourteaux.

**TABLEAU 3**

TENEURS EN GLUCOSINOLATES DE GRAINES ENTIÈRES TRAITÉES, DE TOURTEAUX EXPELLERS ET DÉPELLICULÉS. EXTRAITS AU SOLVANT ISSUS DE COLZA A BASSE TENEUR EN GLUCOSINOLATES (résultats expérimentaux)

	I.T.C. mg/g de MS délipidée	V.T.O. mg/g de MS délipidée	Glucosinolates totaux* µ Moles/g ms délipidée
<b>1 - Graines entières</b>			
Aplaties, chauffage modéré	1,40	2,74	37,1
Traitées aux micro-ondes	1,36	2,88	34,5
Moyenne	1,38	2,81	35,8*
<b>2 - Tourteaux expellers</b>			
• Double pression 7 % lipides résiduels	1,27	3,5	33,6
• Simple pression 14-15 % lipides résiduels			
Vieilli artificiellement	1,34	3,21	36,9
Sans antioxydant	1,39	3,76	35,5
Plus antioxydant vieilli	1,34	3,58	37,3
+ antioxydant non vieilli	1,35	3,58	37,6
Moyenne	1,34	3,53	36,18*
<b>3 - Tourteaux dépelliculés extraits au solvant</b>			
Variété	Année		
Tandem	81	1,48	2,38
Régent	81	0,60	1,40
Régent	82	Traces	0,29
Tandem	82	0,21	0,31
Tandem	83	1,47	3,73
Moyenne		0,75 0,21-1,48	1,62 0,29-3,7
			29,9* 3,0-47,0

\* Voir Tableau 1

## B) VALEUR NUTRITIVE

Le second facteur limitant du tourteau de colza, comparativement aux sources de protéines usuelles, est sa faible valeur nutritive (valeur énergétique essentiellement), limitée par sa teneur élevée en cellulose brute qui réduit la digestibilité de l'énergie et des protéines. Nous présentons par type de tourteau et pour les graines entières de colza à haute et / ou basse teneur en glucosinolates les résultats de valeur énergétique et azotée, mesurée directement sur l'animal, qui sont comparés aux données bibliographiques disponibles, quand elles existent. En outre, différents procédés technologiques ont été évalués, le plus original appliqué aux graines de colza à basse teneur en glucosinolates (BG) étant le dépelliculage avant extraction de l'huile qui permet d'obtenir l'amélioration de la valeur nutritive du tourteau la plus élevée, par réduction de sa teneur en cellulose brute et tannins.

### 1) TOURTEAUX DE COLZA "0" HG - EXTRAITS AU SOLVANT

L'ensemble des données bibliographiques relatives à la valeur nutritive de ce type de tourteau qui est le plus courant actuellement, figurent au tableau 4 et nos données expérimentales au tableau 5. L'originalité de nos valeurs (énergétique et azotée) est de pouvoir les relier à la composition chimique réelle des tourteaux élaborés à partir d'une technologie actuelle bien définie, ce qui n'est pas le cas des données bibliographiques pour lesquelles la composition chimique n'est que rarement fournie et la technologie appliquée non définie.

A l'examen des données bibliographiques (tableau 4), à l'exclusion des valeurs les plus faibles en énergie digestible et de CuDa E, rapportées par BAYLEY *et al.*, 1969 et BELL, 1975 qui sont manifestement aberrantes, les valeurs nutritives moyennes sont les suivantes : E.B., 4830 Kcal/kg M.S. ; E.D., 3343 Kcal/kg M.S. ; CuDa E, 68,0 p.100 ; E.M., 2995 Kcal/kg M.S. ; CuDa Azote, 75.4 p.100.

Cependant, il est à remarquer que ces valeurs ont été, dans de nombreux cas, obtenues à des taux d'introduction très élevés (25 à 40 %) de tourteau dans les régimes expérimentaux et sur porcs lourds d'un poids vif supérieur à 60 kg. En outre la teneur moyenne en énergie brute très élevée (4830 Kcal/kg M.S.), moyenne des six valeurs rapportées, est en partie explicable par la nature des tourteaux testés qui peuvent renfermer des teneurs en lipides résiduels élevées (Type Pression Expellers), que nous n'avons pu distinguer, faute de disposer des données exactes de composition chimique des échantillons.

C'est pourquoi, par rapport à ces valeurs, les huit tourteaux "0" HG que nous avons récemment testés sur porcs en croissance et / ou finition (tableau 5), présentent des teneurs moyennes en énergie brute et digestible inférieure de 4 % (4671 Kcal/kg M.S. et 3206 Kcal/kg M.S.) qui paraissent plus conformes, associées à une valeur de CuDa de l'énergie moyen et une teneur moyenne en énergie métabolisable (68.5 p.100 et 2974 Kcal/kg M.S.), similaires à celles des données bibliographiques.

Les légères différences enregistrées entre nos valeurs expérimentales moyennes et celles de la bibliographie sont facilement imputables à des différences de technologie (délipidation plus ou moins poussée des tourteaux), au taux d'introduction des tourteaux, à la céréale de base des régimes expérimentaux (orge - blé - maïs), au poids vif moyen des porcs et également à la technique de digestibilité utilisée. En effet les porcs lourds présentent une meilleure aptitude à digérer des régimes à teneur en cellulose élevée. A cet égard, pour trois tourteaux expérimentés dont la teneur en énergie digestible a été mesurée sur porcs en croissance et en finition, les valeurs obtenues diffèrent de 6 %, soit respectivement 3066 Kcal/kg M.S. à 36 kg de poids vif et 3256 Kcal/kg M.S. pour des porcs d'un poids vif supérieur à 60 kg.

**TABLEAU 4**  
VALEUR NUTRITIVE DU T. DE COLZA 0 EXTRAIT AU SOLVANT (résultats bibliographiques)

Type de colza et/ou variété	Taux introduction %	Régime	Energie brute Kcal/kg MS	Energie digeste Kcal/kg MS	CuDa E	Energie métabolisable Kcal/kg MS	CuDa N	Auteur	Année
B. Campestris + fractions (20-23 CB)	40	Maïs	—	(2 740)	—	—	—	BAYLEY <i>et al.</i> ,	1969
	40	—	—	3 020	—	—	—	BAYLEY et HILL	1975
	—	—	—	3 470	—	3 330	—	»	
	—	—	—	3 670	—	3 330	—	»	
B. Campestris	7,5-15	Blé+Orge	—	3 390	—	2 700	—	BELL	1975
	25-50		—	(2 520)	(54)	—	65	MAY et BELL	1971
B. Napus et B. Campestris moy. (10 échantil.)	—	—	4 870	3 260	67	3 010	78		
			4 870	3 440	71	3 220	—		
B. Napus	25	Blé	4 740	3 210	67,7	2 890	75,9	SABEN <i>et al.</i> ,	1971
	—	—	± 0,12	± 0,18	—	± 0,19	± 2,9		
B. Napus	25	Blé	4 800	3 260	67,9	2 940	77,2	SABEN <i>et al.</i> ,	1971
B. Campestris	25	Blé	4 870	3 370	69,2	3 130	79,2	SABEN <i>et al.</i> ,	1971
B. Campestris	27	Orge	—	—	—	2 490	67,3	SALO	1980
Span+ Torch	20	Orge	—	—	—	—	74,1	SALO	1982
»	20	Orge	—	—	—	—	77,5	SALO	1982
»	40	Amidon+ Cellulose	—	—	65,0	2 915	79,0	SCHULZ et PETERSEN	1978
»	20-30	Orge+ Avoine	—	—	—	—	81,0	THOMKE <i>et al.</i> ,	1983
Moyenne ± Sx (CV)			4 830 ± 26 (1,2)	3 343 ± 61 (5,5)	68,0 ± 0,8 (3,0)	2 995 ± 85 (9,0)	75,4 ± 1,7 (7,0)		

**TABLEAU 5**  
COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEUR NUTRITIVE DU TOURTEAU DE COLZA 0 EXTRAIT AU SOLVANT (résultats expérimentaux)

Type de colza et/ou variété	Primor	JET NEUF										Moyenne
		1	2	3	4	5	6	7				
COMPOSITION CHIMIQUE												
• MS %	89,2	90,0	90,6	91,7	91,9	94,7	93,3	93,5	91,9 ± 0,67 (2,0)			
% MATIÈRE SÈCHE												
• Cendres	9,4	7,5	7,8	8,2	8,0	7,6	7,9	8,0	8,0 ± 0,21 (7,3)			
• Mat (N × 6,25)	36,1	39,0	38,7	39,9	39,9	35,8	36,2	38,7	38,0 ± 0,61 (7,3)			
• Matières grasses	1,4	2,7	2,9	1,2	1,6	3,2	1,5	1,1	1,9 ± 0,3 (43)			
• Cellulose brute Weende	14,7	12,2	12,0	11,6	11,9	11,2	11,9	10,4	12,0 ± 0,4 (10,3)			
• N.D.F.	—	—	27,1	30,5	(38,4)	33,4	29,0	22,6	30,2 ± 2,2 (17,9)			
• A.D.F.	—	—	19,0	18,0	19,2	19,4	21,5	15,3	18,7 ± 0,8 (10,9)			
• A.D.L.	—	—	—	—	—	—	10,3	6,6	8,4			
TAUX INTRODUCTION RÉGIME	8,16 Maïs	10 Maïs	20	30	20	30	20	30	20	20	20	
POIDS VIF DES PORCS	39	62,5	36,6	60	36,6	60	36,6	60	36,6	—	42	
VALEUR ÉNERGÉTIQUE												
• Energie brute Kcal/kg MS	4 743	4 630	4 788	4 613	4 743	4 551	4 768	4 546	4 770	4 520	4 705	4 671 ± 30 (2,2)
• Energie digeste Kcal/kg MS	2 916	3 569	3 016	3 317	2 935	3 136	3 248	3 314	2 928	N D	3 685	3 206 ± 86 (8,5)
• CuDa Energie	61,5	77,1	63,0	71,9	61,9	68,9	68,1	72,9	61,4	—	78,3	68,5 ± 2,0 (9,4)
• Energie métabolisable (1) Kcal/kg MS	2 685	3 325	2 778	3 077	2 708	2 907	3 016	3 082	2 726	—	3 441	2 974 ± 83 (8,8)
VALEUR AZOTÉE												
• CuDa Azote	80,0	76,1	76,3	—	70,9	—	71,2	—	68,9	—	76,5	74,3 ± 1,5 (5,3)
RÉFÉRENCE	Bourdon Baudet 1979	Bourdon <i>et al.</i> , 1982	Bourdon non publié 1983								Bourdon non publ. 1984	

(1) E.M. Porc I.N.R.A. — HENRY PEREZ, 1983.

## 2) TOURTEAUX DE COLZA "00" BG - EXTRAITS AU SOLVANT

Nous avons volontairement distingué les nouveaux tourteaux détoxifiés (BG), issus de graines de colza à faible teneur en glucosinolates, extraits également au solvant, afin de voir si leur valeur nutritive se révèle significativement supérieure à celle des tourteaux classiques. Concernant les données bibliographiques figurées au tableau 6, les mêmes remarques que pour les tourteaux précédents s'imposent tant sur la nature des tourteaux utilisés que sur les méthodologies mises en œuvre dans bien des cas. Les valeurs nutritives moyennes observées sont les suivantes : E.B., 4739 Kcal/kg M.S. ; E.D., 3386 Kcal/kg M.S. ; CuDa E, 70.4 p 100 ; E.M., 2983 Kcal/kg M.S. ; CuDa Azote, 75.4 p. 100.

**TABLEAU 6**  
VALEUR NUTRITIVE DU T. DE COLZA 00 EXTRAIT AU SOLVANT (résultats bibliographiques)

Type de colza et/ou variété	Taux introduction %	Régime	Energie brute Kcal/kg MS	Energie digestible Kcal/kg MS	CuDa E	Energie métabolisable Kcal/kg MS	CuDa azote	Auteur	Année
BRONOWSKI (B.Napus)	3,8-15	Orge Blé	-	(2 750)	(59)	-	68	BELL	1975
CANDLE (B.Campestris)	15-30	Orge Blé	-	3 370	71	-	81	BELL <i>et al.</i> ,	1981
BRONOWSKI (B.Napus)	12-24-36	Amidon+ Cellulose	4 690	3 490	74,4	-	63 76-72 78	BORGIDA et TOLLIER	1976
T. Colza traité Procédé STARON	12-24-36	Amidon+ Cellulose	4 807	3 490	72,6	-	61 72-69,6 76	BORGIDA ET TOLLIER	1976
BRONOWSKI (B.Napus)	25-50	Amidon + Cellulose	-	3 710	-	-	80,7	DELORT-LAVAL et BORGIDA	1971
ERGLU	5-30	Orge	4 755	3 185	67	2 915	72	FERNANDEZ <i>et al.</i> ,	1980
SWEDISH LINE	5-30	Orge	4 731	3 028	64	2 700	74	JUST	1980
LINE (Trueie)	5-30	Orge	4 731	3 075	65	2 891	72	JUST	1980
			4 731	3 595	76	3 058	81	JUST	1980
CANDLE	15-30	Orge + Blé	4 707	3 530	75	-	75	KEITH et BELL	1982
BRONOWSKI (B.Napus)	25	Blé	4 760	(2 820)	(59,2)	(2 570)	70,5	SABEN <i>et al.</i> ,	1971
CANDLE	27	Orge	-	-	-	3 393 (3 250)	81	SALO	1980 a
REGENT	20-30	Orge	-	-	-	-	75	SALO	1982
ERGLU	40	Amidon+ Cellulose	-	-	69	2 939	78	SCHULZ et PETERSEN	1978
SV 751516	20-30	Orge+ Avoine +Blé	-	-	-	-	81	THOMKE <i>et al.</i> ,	1983
Moyenne ± Sx (CV)			4 739 ± 13 (0,7)	3 386 ± 80 (7,0)	70,4 ± 1,5 (6,3)	2 983 ± 95 (7,8)	75,4 ± 1,2 (6,2)		



Ainsi, les valeurs moyennes pour les nouveaux tourteaux double zéro (BG), tirées de la bibliographie, diffèrent assez peu de celles rapportées précédemment pour les tourteaux simple zéro (HG) classiques, excepté une amélioration de 3,5 p. 100 de la digestibilité de l'énergie (70.4 contre 68 p. 100), sans pour autant que le contenu en énergie digestible diffère, du fait d'une teneur moyenne en énergie brute plus faible de 2 p. 100 (4739 contre 4830 Kcal/kg M.S.). Mais de nombreux résultats sont obtenus avec le BRONOWSKI géniteur originel des variétés double zéro (BG) qui ne reflète nullement les variétés actuelles BG à faible teneur en glucosinolates.

C'est pourquoi nos résultats expérimentaux figurés au tableau 7, obtenus avec des variétés de colza double zéro BG, nettement plus élaborées reflètent beaucoup mieux ce que l'on peut attendre de ces nouveaux tourteaux de colza. Les valeurs nutritives moyennes des huit échantillons testés sont les suivantes : E.B., 4622 Kcal/kg M.S. ; E.D., 3351 Kcal/kg M.S. ; CuDa E, 72.5 p 100 ; E.M., 3095 Kcal/kg M.S. ; CuDa Azote, 80.2 p. 100. Contrairement aux résultats bibliographiques, et en accord avec RUNDGREN, 1983, comparativement à nos résultats expérimentaux relatifs aux tourteaux de colza classiques simple zéro HG, le tourteau double zéro BG présente des caractéristiques nutritives légèrement plus favorables : + 4.5 p. 100 pour l'E.D. (3351 kcal contre 3206 Kcal/kg M.S.) ; + 5.8 p. 100 pour le CuDa E (72.5 contre 68.5 p. 100) ; + 4.0 p. 100 pour l'E.M. (3095 kcal contre 2974 kcal / kg M.S.) ; + 7.9 p. 100 pour le CuDa Azote (80.2 contre 74. 3 p. 100). Cependant, ces différences sont en partie imputables, au taux d'introduction utilisé, les tourteaux à basse teneur en glucosinolates étant mieux consommés ou à la technologie utilisée. Ainsi une cuisson moins poussée peut expliquer en particulier l'amélioration observée pour la digestibilité de la fraction azotée. Mais en fait, les nouveaux tourteaux BG, avec une composition chimique quasi similaire à celle des tourteaux classiques HG, ne peuvent présenter qu'une valeur nutritive légèrement améliorée par rapport aux tourteaux classiques. Ainsi leur valeur énergétique reste faible comparativement aux sources azotées complémentaires, classiquement utilisées chez le porc (T. soja, pois, etc.)

TABLEAU 7

COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEUR NUTRITIVE DU TOURTEAU DE COLZA 00 EXTRAIT AU SOLVANT (résultats expérimentaux)

Type de colza et/ou variété	Gén Tandem	Gén Tandem	Régent	TANDEM					Moyenne
				1	2	3	4	5	
COMPOSITION CHIMIQUE									
MS %	89,5	93,8	91,9	92,7	92,8	92,3	92,6	89,4	91,9 ± 0,56 (1,7)
% MATIÈRE SÈCHE									
• CENDRES	7,5	7,9	7,2	7,9	7,6	7,5	8,3	7,8	7,7 ± 0,12 (4,3)
• M.A.T. (N × 6,25)	37,9	38,6	42,7	35,7	41,5	40,2	38,4	37,5	39,1 ± 0,80 (5,8)
• Matières grasses	2,5	1,7	1,9	1,6	1,6	1,8	1,5	2,6	1,9 ± 0,15 (22,1)
• CELLULOSE BRUTE WEENDE	15,4	11,6	11,2	13,4	11,7	13,3	12,5	12,6	12,7 ± 0,47 (10,5)
• N.D.F.	-	29,3	28,3	30,4	27,1	27,7	27,3	27,3	28,2 ± 0,47 (4,4)
• A.D.F.	-	21,0	21,1	23,0	19,9	20,5	18,6	19,5	20,5 ± 0,53 (6,8)
• A.D.L.	-	-	-	12,0	8,9	9,6	7,9	8,9	9,5 ± 0,69 (16,3)
Taux d'introduction	20	10	20	20	20	20	20	20	
Régime	Maïs				BLÉ				
Poids vif des porcs	62,5	41,2	41,2	37,6	40	40	42	40	
VALEUR ÉNERGÉTIQUE									
Energie brute Kcal/kg MS	4 664	4 476	4 580	4 548	4 647	4 590	4 712	4 760	4 622 ± 32 (1,9)
Energie digestible Kcal/kg MS	3 462	3 094	3 569	3 152	3 212	3 202	3 543	3 576	3 351 ± 72 (6,1)
CuDa Energie	74,2	69,1	77,9	69,3	69,1	69,8	75,2	75,1	72,5 ± 1,2 (4,8)
Energie métabolisable (1) Kcal/kg MS	3 215	2 855	3 287	2 920	2 945	2 920	3 292	3 327	3 095 ± 71 (6,5)
VALEUR AZOTÉE									
CuDa Azote	79,7	76,8	82,3	80,2	80,9	(88,8)	80,20	81,2	80,2 ± 0,6 (2,1)
Référence	Bourdon et al. 1982	Bourdon non publié 1982		Bourdon non publié 1983			Bourdon non publié 1984		

(1) E.M. Porc I.N.R.A. HENRY, PEREZ 1983.

TABLEAU 8

COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIVE DE LA GRAINE ENTIÈRE DE COLZA (résultats bibliographiques)

AUTEUR ANNÉE	BOWLAND 1971	BOWLAND 1972	BOWLAND et NEWELL 1974		BAYLER et SUMMERS 1975	LAWRENCE 1978	OCHETIM <i>et al.</i> , 1980	SALO 1980 b		
Type de Colza	—	B. Cam- pestris	B. Cam- pestris	B. Napus	B. Cam- pestris	B. Cam- pestris	B. Napus	B. Napus	B. Cam- pestris	Moyenne
Variété	—	—	SPAN	ZEPHYR	—	—	TOWER	REGENT	CANDLE	
Traitement technologique	—	—	—	—	Extrusion	Micro- nisation	—	—	—	
<i>Composition chimique</i>										(2)
MS %	94,5	94,2	95,1	94,4	89,4	(99)	93,4	—	—	93,5±0,85 (2,2)
% M. Sèche										
Cendres brutes	3,2	3,4	4,3	4,5	—	—	—	5,0	5,3	4,3±0,34 (19,7)
M.A.T. (N×6,25)	24,1	20,1	21,9	21,3	23,3	(17,6)	23,5	25,0	22,5	22,7±0,56 (7,0)
Matières grasses	39,9	45,0	37,2	37,0	43,7	(45,1)	43,9	45,1	44,9	42,1±1,24 (8,3)
Cellulose brute	12,3	13,0	10,3	8,9	9,1	—	12,9	7,1	7,6	10,1±0,83 (2,3)
<i>Valeur énergétique</i>										
Energie brute	7 061	7 069	—	—	—	—	7 069	—	—	7 066±2,66 (0,1)
Kcal/kg MS										
Energie digestible	5 703	5 462	—	—	5 403-	(3 990) <sup>M</sup>	—	—	—	5 403±135 (5,0)
Kcal/kg MS					5 045	(4 976) <sup>Rec</sup>	—	—	—	
CuDa Energie	80,8	77,3	—	—	—	—	—	—	—	79,0±1,75 (3,1)
Energie métabolisable	—	—	—	—	5 056-	—	—	4 847	4 478	4 792±119 (5,0)
Kcal/kg MS					4 787	—	—	—	—	

(1) Les valeurs entre parenthèses ne sont pas retenues pour le calcul de la valeur moyenne, étant considérées comme aberrantes.

(2) ± S<sub>x</sub> Ecart-type de la moyenne. Entre parenthèses : coefficient de variation.

TABLEAU 9

COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIVE DES GRAINES ENTIÈRES DE COLZA (résultats expérimentaux)

Type de colza et/ou variété	TANDEM		Moyenne
	Aplatisage + chauffage modéré	Chauffées rapidement Micro-ondes broyées	
Traitement technologique			
COMPOSITION CHIMIQUE			
MS %	96,8	94,7	95,7
% M. SÈCHE			
Cendres brutes	4,5	4,3	4,4
M.A.T. (N × 6,26)	23,0	22,8	22,9
Matières grasses	44,4	46,2	45,3
Cellulose brute WEENDE	7,8	10,1	8,9
N.D.F.	21,5	26,9	24,2
A.D.F.	14,1	15,0	14,5
A.D.L.	6,1	6,5	6,3
VALEUR ÉNERGÉTIQUE			
Energie brute Kcal/kg MS	6 502	6 636	6 569
Energie digestible Kcal/kg MS	5 440	(4 204)	5 440
CuDa Energie	83,7	(63,3)	83,7
Energie Métabolisable Kcal/kg MS (1)	5 251	(4 017)	5 251
CuDa Azote	83,7	(90,8)	83,7
Référence	Bourdon 1983 non publié		

(1) Voir tableau 5.



Nos seuls résultats expérimentaux concernent des graines de colza TANDEM (BG), soumises à un aplatissage et à un chauffage modéré ou à un chauffage rapide aux microondes et à un broyage. Si le premier traitement s'est révélé bénéfique et correct, par contre, le second est inadéquat (surcuisson du produit par défaut de mise au point), en dépit d'une meilleure digestibilité de la fraction azotée, comme le montrent les résultats figurés au tableau 9. Après aplatissage et chauffage modéré de graines de colza (BG) on obtient une teneur en énergie digestible quasiment similaire à la valeur moyenne des données bibliographiques pour ce critère (5440 Kcal/kg M.S. vs 5403 Kcal/kg M.S.)

Mais dans le cas du colza, l'huile est le produit noble, le mieux valorisé, c'est pourquoi, il peut être simplement envisagé une délipidation partielle des graines. Dans ce cas l'obtention de tourteaux de pression type Expellers, à teneur élevée en huile résiduelle, peut être une solution moyenne avec les nouveaux colzas BG.

#### 4) TOURTEAUX DE COLZA "00" BG OBTENUS PAR PRESSION - TYPE EXPELLERS

Cette technique permet d'obtenir par double pression des tourteaux de colza à 8 % d'huile résiduelle en moyenne dont les caractéristiques analytiques et nutritives rapportées au tableau 10 sont les suivantes : E.B., 4941 Kcal/kg M.S. E.D., 3669 Kcal/kg M.S. ; CuDa E, 74.3 p. 100 ; E.M., 3401 Kcal/ M.S. ; CuDa Azote, 87.5 p. 100.

Par simple pression, les tourteaux obtenus plus riches en lipides résiduels (15.3 %), présentent les caractéristiques nutritives suivantes également rapportées au tableau 10 : E.B., 5141 Kcal/kg M.S. ; E.D., 4277 Kcal/kg M.S. ; CuDa E, 83.3 p. 100 ; E.M., 4026 Kcal/kg M.S. ; CuDa Azote, 84.3 p. 100.

**TABLEAU 11**  
COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIVE DU TOURTEAU DE COLZA 00 DÉPELLICULÉ  
EXTRAIT AU SOLVANT (résultats expérimentaux)

Type de Colza et/ou variété	PRIMOR 0	Gén TANDEM	REGENT	Gén TANDEM	TANDEM	Moyenne (PRIMOR exclu)
COMPOSITION CHIMIQUE						
MS %	92,9	90,2	93,9	93,5	93,4	92,7 ± 0,86 (1,8)
% MATIÈRE SÈCHE						
Cendres	8,5	7,6	8,1	8,6	8,5	8,2 ± 0,2 (5,5)
M.A.T. (N × 6,25)	41,3	42,1	53,0	44,7	42,7	45,6 ± 2,5 (11,0)
Matières grasses	5,8	7,2	1,0	1,7	2,2	3,0 ± 1,4 (93)
Cellule brute WEENDE	9,3	6,9	5,6	6,1	7,8	6,6 ± 0,5 (14,5)
N.D.F.	-	-	22,8	21,9	26,5	23,7 ± 1,4 (10,3)
A.D.F.	-	-	9,9	11,1	13,6	11,5 ± 1,1 (16,4)
A.D.L.	-	-	-	-	8,9	8,9
Taux induction	9-16	20	20	20	20	
Régime	Maïs			Blé		
Poids vif des Porcs	40	62,5	41	41	37,5	
VALEUR ÉNERGÉTIQUE						
Energie brute Kcal/kg MS	4 624	4 900	4 643	4 492	4 532	4 642 ± 92 (3,9)
Energie digestible Kcal/kg MS	3 301	4 181	3 959	3 857	3 685	3 920 ± 104 (5,3)
CuDa Energie	71,4	85,3	85,3	85,9	81,3	84,4 ± 1,0 (2,5)
Energie métabolisable Kcal/kg MS (1)	3 020	3 879	3 601	3 556	3 404	3 610 ± 99 (5,5)
VALEUR AZOTÉE						
CuDa Azote	85,8	88,1	85,8	83,8	81,5	84,8 ± 1,4 (3,3)
ANNÉE	Bourdon et Baudet 1979	Bourdon <i>et al.</i> , 1982	Bourdon non publié 1982		Bourdon non publié 1983	

(1) Voir tableau 5.

Ces tourteaux très riches en lipides, posent des problèmes de conservation et nécessitent l'addition d'antioxydant, parallèlement à un vieillissement, ces deux éléments permettent de sauvegarder, voire de potentialiser leur valeur nutritive, selon nos résultats expérimentaux. En outre, il est à noter pour ce type de tourteau une meilleure digestibilité apparente de la fraction azotée, due à une teneur en lipides résiduels élevée. Bien évidemment, étant donné la valeur de la fraction huile, cette solution (obtention de tourteaux de pression) ne peut valablement être envisagée que dans des circonstances économiques bien particulières, l'extraction maximale de la fraction huile étant recherchée dans la pratique courante, selon le procédé technologique couramment utilisé. C'est pourquoi le dépelliculage des graines avant trituration, appliqué aux graines de colza "00" BG apparaît au plan nutritionnel, comme le meilleur moyen d'obtenir des tourteaux de colza détoxifiés, mieux consommés par le porc et qui présentent une valeur énergétique et azotée accrue, du fait d'une réduction d'environ 50 % de leur teneur en cellulose brute.

### 5) TOURTEAUX DE COLZA "00" BG DÉPELLICULÉ, EXTRAITS AU SOLVANT.

La valeur nutritive individuelle et moyenne de quatre échantillons de tourteaux de colza "00" BG dépelliculés, que nous avons expérimentés figurent au tableau 11, au regard de la composition chimique. Comparées à celles des tourteaux de colza "00" BG non dépelliculés, la composition chimique et la valeur nutritive moyenne des tourteaux de colza "00" BG dépelliculés sont nettement améliorées comme cela est figuré dans le tableau 12 : + 17 p.100 en Matières Azotées ; - 48 p. 100 en cellulose brute ; + 17 p. 100 en énergie digestible et métabolisable ; + 6 p. 100 de digestibilité de l'azote. Ainsi pour une composition chimique voisine de celle du tourteau de soja 44, ils présentent pour le porc une valeur nutritive proche de celle du tourteau de soja 48, qui représente à l'heure actuelle la source de protéines complémentaires la plus utilisée pour le porc à l'engrais, excepté pour leur teneur en acides aminés majeurs - lysine notamment - (tableau 12).

TABLEAU 12

VALEURS COMPARÉES DES TOURTEAUX DE COLZA « 00 » BG - NORMAUX ET DÉPELLICULÉS EN COMPARAISON AVEC LES TOURTEAUX DE SOJA POUR LE PORC

TYPE DE TOURTEAU	Tourteaux de colza 00 BG Extraits au solvant		% Amélioration	Tourteaux de soja Extraits au solvant		
	N dépel.	Dépel.		44	48	50
<b>COMPOSITION CHIMIQUE</b> (MS %)	91,9	92,7		88,0	88,0	88,0
% MATIÈRE SÈCHE						
Cendres	7,7	8,2	-	6,8	7,2	7,0
M.A.T. (N × 6,25)	39,1	45,6	+ 17	48,3	52,0	54,5
Matières grasses	1,9	3,0	-	2,0	2,3	2,2
Cellulose brute WEENDE	12,7	6,6	- 48	8,4	6,4	3,9
N.D.F.	28,2	23,7	- 16	15,3	14,0	8,5
A.D.F.	20,5	11,5	- 44	10,9	9,3	6,0
<b>VALEUR NUTRITIVE</b>						
<b>VALEUR ÉNERGÉTIQUE</b>						
E.B. Kcal/kg MS	4 622	4 642	-	4 716	4 750	4 773
E.D. Kcal/kg MS	3 351	3 920	+ 17	3 898	3 977	4 057
CuDa Energie	72,5	84,4	+ 16	82,6	83,7	85,0
E.M. Kcal/kg M.S. (1)	3 095	3 610	+ 17	3 562	3 619	3 676
<b>VALEUR AZOTÉE</b>						
CuDa Azote	80,2	84,8	+ 5,7	87,0	88,0	89,0
Nombre de données	8	4		-	-	-
Source	Nos résultats expérimentaux			Tables I.N.R.A. 1984		

(1) E.M. Porc I.N.R.A. - HENRY et PEREZ, 1983.

Ainsi, comme nous avons pu le montrer expérimentalement (BOURDON *et al.*, 1981 ; CHONE, 1983 ; EVRARD, 1984), l'utilisation de tourteaux issus de graines de colza double zéro BG, à faible teneur en glucosinolates et dépelliculés peuvent remplacer les deux tiers ou les trois quarts de la fraction tourteau de soja au sein d'un régime pour le porc à l'engrais sans réduction des performances zootechniques.

### C) PRÉVISION DE LA VALEUR NUTRITIVE (Valeur énergétique) DES TOURTEAUX ET GRAINES DE COLZA EN FONCTION DE LEUR COMPOSITION CHIMIQUE

A partir de vingt-sept échantillons de tourteau et graines de colza que nous avons expérimentés, nous présentons dans le tableau suivant la matrice des corrélations entre les caractéristiques chimiques et leur teneur en énergie digestible. La teneur en énergie digestible est corrélée positivement avec les matières grasses ( $r = 0.83$ ) l'énergie brute ( $r = 0.74$ ) et négativement avec les cendres ( $r = -0.76$ ) et la cellulose brute ( $r = -0.49$ ). La liaison avec les matières azotées est plus faible.

**TABLEAU 13**  
COMPOSITION CHIMIQUE MOYENNE ET VALEUR NUTRITIVE POUR LE PORC A L'ENGRAIS  
DES DIFFÉRENTS TYPES DE TOURTEAUX ET GRAINES DE COLZA  
(résultats expérimentaux et données bibliographiques)

TYPE DE TOURTEAU ou GRAINE DE COLZA	T. Colza 0 Extrait au solvant		T. Colza 00 Extrait au solvant		Graine entière		T. Colza 00 Expeller		T. Colza 00 dépelliculé Extrait au solvant
	Résultats Expérim.	Données Biblio.	Résultats Expérim.	Données Biblio.	Résultats Expérim.	Données Biblio.	Résultats 7 %L.	Expérim. 14-15 %L.	Résultats Expérim.
<b>COMPOSITION CHIMIQUE (MS %)</b>	91,9	-	91,9	-	95,7	93,5	90,0	93,5	92,7
% MATIÈRE SÈCHE									
Cendres	8,0	-	7,7	-	4,4	4,3	7,1	6,4	8,2
M.A.T. (N × 6,25)	38,0	-	39,1	-	22,9	22,7	38,1	35,9	45,6
Matières grasses	1,9	-	1,9	-	45,3	42,1	8,1	15,3	3,0
Cellulose brute WEENDE	12,0	-	12,7	-	8,9	10,1	12,8	11,1	6,6
N.D.F.	30,2	-	28,2	-	24,2	-	24,8	25,7	23,7
A.D.F.	18,7	-	20,5	-	14,5	-	17,4	17,4	11,5
A.D.L.	8,4	-	9,5	-	6,3	-	9,9	9,6	8,9
<b>VALEUR NUTRITIVE</b>									
<b>VALEUR ÉNERGÉTIQUE</b>									
Energie brute Kcal/kg MS	4 671 ± 30 (2,8)	4 830 ± 26 (1,2)	4 622 ± 32 (1,9)	4 739 ± 13 (0,7)	6 569	7 066 ± 2,6 (0,1)	4 941 ± 40 (1,4)	5 141 ± 101 (4,4)	4 642 ± 92 (3,9)
Energie digestible Kcal/kg MS	3 206 ± 86 (8,5)	3 343 ± 61 (5,5)	3 351 ± 72 (6,1)	3 386 ± 80 (7,0)	5 440	5 403 ± 135 (5,0)	3 669 ± 100 (4,7)	4 277 ± 68 (3,5)	3 920 ± 104 (5,3)
CuDa Energie	68,5 ± 2,0 (9,4)	68,0 ± 0,8 (3,0)	72,5 ± 1,2 (4,8)	70,4 ± 1,5 (6,3)	83,7	79,0 ± 1,7 (3,1)	74,3 ± 2,6 (6,1)	83,3 ± 2,4 (6,5)	84,4 ± 1,0 (2,5)
Energie métabolisable Kcal/kg MS (1)	2 974 ± 83 (8,8)	2 995 ± 85 (9,0)	3 095 ± 71 (6,5)	2 983 ± 95 (7,8)	5 251	4 792 ± 119 (5,0)	3 401 ± 99 (5,1)	4 026 ± 63 (3,3)	3 610 ± 99 (5,5)
<b>VALEUR AZOTÉE</b>									
CuDa Azote	74,3 ± 1,5 (5,3)	75,4 ± 1,7 (7,0)	80,2 ± 0,6 (2,1)	75,4 ± 1,2 (6,2)	83,7	-	87,5 ± 1,1 (2,1)	84,3 ± 1,4 (3,6)	84,8 ± 1,4 (3,3)
Nombre de données	7	5 à 10 selon critère	8	6 à 14 selon critère	1	3 à 8 selon critère	3	5	4

(1) E M porc. I.N.R.A. - HENRY et PEREZ, 1983 pour les résultats expérimentaux.

Matrice des corrélations entre l'Energie Digestible et les caractéristiques chimiques de 27 tourteaux et graines de colza.

	E.D.	Cendres	M.A.T.	M. Grasses	Cellulose brute
- Cendres	- 0,76				
- M.A.T.	- 0,35	- 0,63			
- M. Grasses	+ 0,83	- 0,87	- 0,72		
- Cellulose brute	- 0,49	0,08	- 0,34	- 0,25	
- Energie brute	0,74	- 0,81	- 0,73	0,94	- 0,17

A partir de cette matrice de corrélation 2 à 2, nous avons choisi les meilleures variables explicatives (non corrélées entre elles et qui expliquent une part importante de la teneur en énergie digestible). Ainsi, nous avons calculé l'équation de régression multiple qui fait intervenir les matières grasses et la teneur en cellulose brute qui semble la plus satisfaisante :

$$Y = 4129 + 47.9 \text{ M.Grasses} - 71.9 \text{ Cellulose brute}$$

$$E D \text{ (Kcal/kg MS)} \quad \% \text{ MS} \quad \% \text{ MS}$$

$$R^2 = 0.775 \quad F = 41.4^{**}$$

et qui se révèle significative au seuil 1 %.

Compte tenu des valeurs moyennes de composition chimique et de valeur nutritive de chaque type de tourteau, figurées au tableau 13, le calcul de la teneur en énergie digestible, pour chaque catégorie de tourteau, à partir de l'équation précédemment établie et nos données de composition chimique :

- surestime légèrement la valeur des tourteaux HG extraits au solvant,
- fournit une bonne estimation de la valeur E.D., des tourteaux BG extraits au solvant,
- mais sous-estime largement la valeur des tourteaux expellers et légèrement (moins d'un écart type), celle des tourteaux BG dépelliculés.

## CONCLUSION

Comparativement à la situation actuelle, où le tourteau de colza, issu de graines à haute teneur en glucosinolates présente des facteurs limitants (appétence, faible valeur nutritive, toxicité), qui réduisent à 3 - 5 %, les possibilités d'utilisation dans les aliments pour le porc à l'engrais, la reconversion en colza double zéro, à faible teneur en glucosinolates, associée à la technique du dépelliculage offre des perspectives d'utilisation accrue :

En effet, les nouveaux types de tourteaux de colza, à basse teneur en glucosinolates (BG), détoxifiés, sous forme dépelliculée, présentent des caractéristiques nutritionnelles égales à celles d'un tourteau de soja 44 et voisines de celles d'un tourteau de soja 48, excepté une teneur moindre en lysine, dont le niveau de disponibilité réelle, en fonction des paramètres technologiques reste à préciser.

Encore faut-il, bien évidemment, vérifier en vraie grandeur la faisabilité et l'efficacité au plan économique d'une telle technique.

En outre, des recherches analytiques sont encore nécessaires pour identifier clairement, la nature, la composition et l'action au plan métabolique des composés complexes dérivés des glucosinolates, dont certains effets physiopathologiques, bien que très réduits, persistent après consommation à taux élevé de tourteaux de colza à faible teneur en glucosinolates.

## BIBLIOGRAPHIE

- BAUDET J.J., et EVRARD J., 1982. Rev. Alim. Anim., **352**, 33-41.
- BAYLEY H.S., et HILL D.C., 1975. Can. J. Anim. Sci., **55**, 223-232.
- BAYLEY H.S., et SUMMERS J.D., 1975. Can. J. Anim. Sci., **55**, 441-450.
- BAYLEY H.S., CHO C.Y. et SUMMERS J.D., 1969. Can. J. Anim. Sci., **49**, 367-333.
- BELL J.M., 1975. Can. J. Anim. Sci., **55**, 61-70
- BELL J.M., 1984. J. Anim. Sci., **58**, (4), 996-1010.
- BORGIDA L.P., et TOLLIER M.T., 1976. Ann. Zootech., **25**, (4), 471-483.
- BOURDON D., et BAUDET J.J., 1979. Journées Rech. Porcine en France, **11**, 283-290.
- BOURDON D., PEREZ J.M., et BAUDET J.J., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 163-178.
- BOURDON D., QUERE P., et BAUDET J.J., 1982. Journées Rech. Porcine en France, **14**, 297-306.
- BOWLAND J.P., 1971 Can. J. Anim. Sci., **51**, 503-510.
- BOWLAND J.P., 1972. Can. J. Anim. Sci., **52**, 553-562.
- BOWLAND J.P., et NEWELL J.A., 1974. Can. J. Anim. Sci., **54**, 455-464.
- CALET C., 1982. Rev. Alim. Anim., **352**, 9-18.
- CASTAING J., GROSJEAN F., 1985. Journées Rech. Porcine en France, **17**, 407-418.
- CHONE E., 1983. Qualité des produits de transformation du colza double zéro. C.R. Acad. Agr. de France. Séance du 14 décembre 1983 : 1503-1515.
- DELORT-LAVAL J., et BORGIDA L.M., 1971. Journées Rech. Porcine en France, **3**, 105-108.
- EGGUM B.O., JUST A., et SØRENSEN H., 1984. Double low rapeseed meal in diets to growing-finishing pigs. E.E.C. Workshop on rapeseed 11-13th September, Copenhagen.
- EVRARD J., 1978. Bull. CETIOM., **70**, 16-20.
- EVRARD J., 1984. Cultivar. **173**, 140-143.
- FENWICK G.R., 1982. Proc. Nutr. Soc. **41**, 277-288.
- FERNANDEZ J.A., JUST A., et JØRGENSEN H., 1980. Fodermidlernes Vaerdi til svin 12. Fodermidlernes fordøjelighed og indhold av omsaetelig energi. Statens Husdyrbrugsforsøg., Medd. 301 Copenhagen, 4 p.
- FROSETH J.A., et HONEYFIELD D.C., 1982. Extruded full fat canola seed for growing-finishing pigs. Swine day proceedings report n° 5. February 12. Dpt of Animal Science. Washington Agricultural Experiment Station Pullman-Washington.
- GROSJEAN F., LAVOIRE O., 1984. Journées Rech. Porcine en France, **16**, 417-422.
- HENRY Y., et PEREZ J.M., 1983. Les dossiers de l'Élevage, **5** (2), 49-64.
- I.N.R.A., 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : Porc, Lapin, Volailles. I.N.R.A. éd. Paris 282 p.
- JUST A., HANSEN V., JENSEN A., MIKKELSEN C., OLSEN O., et SØRENSEN H., 1982. Rapsskrå (line) Som delvis eller fuld erstatning for sojaskrå i slaglesvinenes foder. Statens Husdyrbrugsforsøg. Meddelelse. 402. Copenhagen 4 p.
- KEITH M.O., et BELL J.M., 1982. Can. J. Anim. Sci., **62**, 547-555.
- LAWRENCE T.L.J., 1978. Anim. Feed. Sci. Techn., **3**, 179-189.
- LEE P.A. et HILL R., 1983. Br. J. Nutr., **50**, 661-671.
- LEE P.A., PITTMAN S. et HILL R., 1984. Br. J. Nutr., **52**, 159-164.
- MAY R.W. et BELL J.M., 1971. Can. J. Anim. Sci., **51**, 271-278.
- MORICE J., 1983. CR. Acad. Agr. de France. Séance du 14 décembre 1983, 1493-1502.
- MENZEL E., 1983. Untersuchungen über die Schilddrüsen vergrößernde (Strumigene) Wirkung raps haltiger rationen in abhängigkeit von der rapssorte, dem glucosinolatgehalt und fütterungs - zusätzen Inaugural - Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrarwissen schaftlichen Fakultät der christian Albrechts - Universität Kiel 1983 - 143 p.
- OCHETIM S., BELL J.M., DOIGE C.E., et YOUNGS C.G., 1980. Can. J. Anim. Sci., **60**, 407-421.
- OCHETIM S., BELL J.M., et DOIGE C.E., 1980. Can. J. Anim. Sci., **60**, 423-432.
- PETERSEN D. et SCHULZ E., 1978. Landwirtsch. Forsch., **31**, 269-280.
- QUERE P., 1981. Contribution à l'étude de la valeur nutritive de nouveaux types de tourteaux de colza pour le porc à l'engrais. Influence de la diminution de la teneur en glucosinolates et du dépelliculage. Rapport D.E.A. U.E.R. Sciences Biologiques - Laboratoire de Physiologie des Régulations. Université de Rennes. 43 pages.
- RUNDGREN M., 1983. Anim. Feed. Sci. Techn., **9**, 239-262.
- SABEN H.S., BOWLAND J.P. et HARDIN R.T., 1971. Can. J. Anim. Sci., **51**, 419-425.
- SALO M.L., 1980 a. J. Sci. Agric. Soc. Finl., **52**, 45-49.
- SALO M.L., 1980 b. J. Sci. Agric. Soc. Finl., **52**, 1-6.
- SALO M.L., 1982. J. Sci. Agric. Soc. Finl., **54**, 305-312.
- SINGAM A.D.R. et LAWRENCE T.L.J., 1979. J. Sci. Food Agric., **30**, 21-26.
- SCHULZ E. et PETERSEN U., 1978. Futtermittel Landwirtsch. Forsch., **31**, 218-232.
- THOMKE S., 1984. Swed. J. Agric. Res., **14**, 151-157.
- THOMKE S., ELWINGER K., RUNDGREN M. et AHLSTRÖM B., 1983. Acta. Agric. Scand., **33**, 75-96.