

EFFETS DU TOURTEAU DE COLZA À BASSE TENEUR EN GLUCOSINOLATES PENDANT LA GESTATION CHEZ LA TRUIE

M. ETIENNE (1), J.Y. DOURMAD (1), W. OBIDZINSKI (2)

(1) I.N.R.A. - Station de Recherches Porcines, St-Gilles, 35590 L'HERMITAGE, FRANCE.
(2) Université Agricole de Varsovie, Institut de Production Porcine, 05-840 BRWINÓW, POLOGNE.

avec la collaboration technique de Anne-Marie MOUNIER, Christiane VACHOT, M. LEMARIÉ et G. CONSEIL.

Une expérience portant sur 127 truies Large White primipares a été effectuée afin de rechercher les effets de différents taux d'introduction de tourteau de colza à basse teneur en glucosinolates (cv. «Darmor») dans le régime de gestation. Quatre régimes isoazotés dans lesquels 0, 7, 14 ou 20 % de tourteau de colza contenant 37,2 µM glucosinolates/g remplaçait le tourteau de soja ont été distribués à partir de la saillie. Les truies étaient abattues à 111 jours de gestation. Chez les mères, les thiocyanates plasmatiques augmentaient linéairement 7 jours après la saillie et à l'abattage lorsque le taux de tourteau de colza dans le régime s'accroissait, alors que le poids de la thyroïde, du foie et des reins augmentait de façon linéaire. Cependant, les niveaux de T3 et de T4 n'étaient pas modifiés. Le poids de la thyroïde des foetus était davantage accru que chez les mères, et le niveau plasmatique de T4 diminuait linéairement quand le taux de tourteau de colza augmentait dans le régime maternel. Les foetus sont donc plus sensibles que les truies aux composés goitrogènes qui dérivent des glucosinolates et traversent la barrière placentaire, si bien que leur thyroïde est hypofonctionnelle, même pour 7 % de tourteau de colza. Parallèlement à cet effet, le poids des foetus à 111 jours diminue linéairement quand le taux de tourteau de colza augmente, et la paroi utérine des truies est moins épaisse. Les mécanismes en cause ne sont pas élucidés, mais l'hypothyroïdisme des foetus pourrait être en cause. Comme un taux de 7 % de tourteau de colza suffit à réduire d'environ 70 g le poids des foetus âgés de 111 jours, il est conclu que ces variétés de tourteau de colza sont à éviter dans le régime de gestation des truies.

Effect of low glucosinolate rapeseed meal in sow pregnancy diet

An experiment involving 127 pregnant Large White gilts was undertaken in order to assess the effects of different levels of low glucosinolate rapeseed meal (LGR, cv. «Darmor») in the diet. Four isonitrogenous diets in which 0, 7, 14 or 20% LGR containing 37,2 µM glucosinolates/g replaced soybean oil meal were fed after mating. Gilts were slaughtered at 111 days of pregnancy. In the dams, plasma thiocyanates increased linearly at 7 days of pregnancy and at slaughter and thyroid, liver and kidney weight increased linearly as LGR level increased in the diet. However, T3 and T4 plasma levels were not affected. Thyroid weight was more increased in the fetuses than in the gilts, and T4 level decreased linearly as LGR level increased in sow's diet. Fetuses are thus more sensitive than dams to the goitrogenic compounds that derive from glucosinolates and cross the placental barrier, so that their thyroid is hypofunctional, even at the 7% level. Parallel to this effect, fetal weight at 111 days decreased linearly as LGR level increased and uterus wall of the dams was thinner. Mechanisms involved are not yet elucidated, but hypothyroidism of the fetuses should be involved. Since 7 % of LGR «Darmor» reduces by about 70 g fetal weight at 111 days of pregnancy, it is concluded that this kind of low glucosinolate rapeseed meal should be avoided in pregnancy feeding.

1. INTRODUCTION

L'introduction de 10 à 20 % de tourteau de colza à basse teneur en glucosinolates peut être envisagée dans la ration du porc en croissance (BOURDON et al., 1981; BOURDON, 1986; CASTAING et GROSJEAN, 1986). De même, chez la truie, les résultats obtenus au Canada avec le tourteau provenant de la variété «Tower» ne font apparaître aucune différence par rapport à des régimes à base de tourteau de soja (FLIPOT et DUFOUR, 1977; LEWIS et al., 1978). Cependant, DANIELSEN (1985) et DANIELSEN et GRØN PEDERSEN (1989) constatent que la taille de la portée à la naissance et au sevrage tend à diminuer lorsque les truies consomment un régime comportant 20 % d'un tourteau de colza renfermant de 3,6 à 12,2 µM de glucosinolates/g. Dans une étude portant sur la comparaison des effets de tourteaux de colza normal, de variété «Jet Neuf», et de colza 00, de variété «Tandem», dans le régime de gestation et/ou de lactation, nous avons montré que les truies elles-mêmes paraissent assez peu touchées par la consommation de ces régimes, notamment celui à base de tourteau «Tandem» (ETIENNE et DOURMAD, 1987). Au contraire, les foetus sont particulièrement sensibles aux propriétés goitrogènes du tourteau de colza, et ces effets sont durables puisqu'ils persistent au sevrage, même si les truies ont reçu un aliment témoin pendant la lactation. Le recours au tourteau 00 permet de limiter considérablement ces conséquences. Cependant, dans cette étude, l'introduction de 20 % de tourteau de colza normal ou 00 dans le régime de gestation provoque un accroissement de la mortalité embryonnaire mesurée à 40 jours post-coïtum.

Compte tenu du taux élevé de tourteau de colza que nous avons testé dans l'expérience précédente et de l'absence

apparente d'effets de cette matière première dans le régime de lactation, nous avons effectué une deuxième étude se limitant à la période de gestation afin de rechercher si l'introduction de tourteau de colza 00 (variété «Tandem») à des taux plus faibles permettait d'éviter les effets constatés sur la mortalité embryonnaire et la fonction thyroïdienne des foetus.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Conduite des animaux

L'expérience porte sur un effectif total de 160 truies nullipares de race Large White. Après contrôle de l'oestrus grâce à l'utilisation de Régumate, elles sont inséminées à 260 jours d'âge et au poids moyen de 149 kg, et réparties en 4 lots d'animaux recevant des régimes de gestation différents. Les aliments distribués sont isoazotés et différent par le taux d'introduction de tourteau de colza 00: 0, 7, 14 ou 20 %, en remplacement de tourteau de soja, la teneur en cette matière première passant progressivement de 13,5 à 0 % entre le lot témoin et celui à 20 % de tourteau de colza. La composition détaillée des 4 régimes utilisés est rapportée dans le Tableau 1. Le tourteau de colza utilisé, de variété «Darmor», renfermait 37,2 µM de glucosinolates/g de produit frais, dont 69,3 % étaient constitués de progoitrine, 3,0 % de gluconapoléïferine, 20,9 % de gluconapine, 4,2 % de glucobrassicinapine et 2,4 % d'indol glucosinolates (1). Le niveau de consommation commun est de 2,3 kg/jour. Les femelles sont logées en groupes de 2 truies, les regroupements se faisant sur la base de la date de saillie et du poids vif de façon à limiter la compétition alimentaire.

TABLEAU 1
COMPOSITION DES RÉGIMES

	Taux d'introduction du tourteau de colza				Tourteau de Colza «Darmor»
	0%	7%	14%	20%	
Tourteau de soja 48	13,5	9,0	4,5	0	-
Tourteau de colza 00	0,0	7,0	14,0	20,0	-
Orge	38,5	37,0	35,5	35,0	-
Blé	38,0	37,0	36,0	35,0	-
Mélasse	3,0	3,0	3,0	3,0	-
Phosphate bicalcique	1,9	1,9	1,9	1,9	-
Carbonate de calcium	1,5	1,5	1,5	1,5	-
Chlorure de sodium	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Prémélange Oligo.-Vitamines	3,1	3,1	3,1	3,1	-
Résultats d'analyses					
Teneur en protéines %	16,6	16,3	16,5	16,2	33,7
Teneur en MS %	88,3	88,1	87,9	88,3	91,1
NDF %	10,3	11,9	13,2	14,2	31,0
ADF %	4,2	5,1	6,3	6,8	20,5
Cellulose brute %	3,3	3,7	4,2	4,9	10,9

(1) Dosages effectués par le Laboratoire d'Analyses du C.E.T.I.O.M., avenue de la Pomme de Pin, Ardon, 45610 OLIVET.

2.2. Mesures et prélèvements effectués

Un prélèvement de sang est réalisé à 7 jours après insémination et à l'abattage qui a lieu à 111 jours de gestation. Aussitôt après la saignée, le tractus génital est récupéré par hystérectomie, et 10 ml de sang sont prélevés au niveau du cordon ombilical de 8 foetus/portée choisis au hasard, ou sur la totalité de la portée lorsque sa taille est inférieure ou égale à 8. Sur les prélèvements de sang des truies et des foetus, l'hématocrite, les concentrations en globules rouges et en leucocytes sont mesurés. La formule leucocytaire est également déterminée sur le sang des truies. Sur les plasmas obtenus à partir du sang des truies, la concentration en thiocyanates (SCN⁻) est mesurée par la méthode de Bowler (1944), et les niveaux de triiodothyronine (T3) et de thyroxine (T4) sont déterminés par dosages radioimmunologiques. Chez les foetus, en raison du très faible niveau de T3, seule la T4 a été dosée. Dans chaque portée, cette mesure est réalisée sur un pool obtenu par mélange des plasmas de tous les foetus prélevés (T4 moyenne), ainsi que sur les plasmas des foetus ayant la plus petite (T4 mini) et la plus grande (T4 maxi) thyroïde corrigée par régression linéaire intra-lot par rapport au poids corporel.

La totalité des foetus normaux et momifiés et les placentas correspondants sont dénombrés et pesés. L'appareil génital des truies est ensuite disséqué de façon à séparer l'utérus du ligament large et de l'ensemble vagin col. La longueur et le poids des deux cornes utérines sont déterminés. Les corps jaunes sont dénombrés après dissection des ovaires. La mortalité embryonnaire est estimée par différence avec le nombre de foetus vivants dans la portée. Sur les truies et la totalité des foetus, la thyroïde, les surrénales, les reins, le foie et la rate sont disséqués et pesés.

2.3. Analyse statistique

L'effet du traitement est analysé à l'aide du modèle linéaire généralisé (SAS, 1985), les lots étant comparés deux à deux par le test de Duncan. Les résultats obtenus sur plusieurs foetus/portée sont testés par rapport à la résiduelle entre portées suivant un schéma en split-plot. En outre, des covariables sont utilisées pour ajuster certains résultats: le poids net des truies pour le poids de leurs organes, et le taux d'ovulation pour les effectifs de foetus et la mortalité embryonnaire.

3. RÉSULTATS

Les résultats concernant les mesures effectuées sur les truies sont présentés dans le Tableau 2. Leur gain de poids au cours des 111 premiers jours de gestation, leur poids vif à l'abattage et leur poids de carcasse ne sont pas significativement affectés par les traitements. Le poids de la thyroïde et celui du foie augmentent de façon linéaire avec le taux d'introduction du tourteau de colza ($P < 0,001$), alors que les surrénales et la rate ne sont pas affectés. Bien qu'il soit moins net, un effet est également observé pour les reins dont le poids augmente significativement au-delà de 7 % de tourteau «Darmor» dans le régime. Un total de 1306 foetus a été disséqué, soit entre 320 et 342 par lot (Tableau 3). Leur poids diminue linéairement ($P < 0,05$) avec le taux d'introduction de tourteau de colza, passant de 1103 g en moyenne dans le lot témoin à 986 g dans le lot à 20 % de tourteau (Tableau 3). A l'inverse, le poids de la thyroïde augmente de façon linéaire; il est multiplié par 1,7 entre les lots extrêmes. Enfin, le poids du foie est plus faible pour les foetus dont la mère a consommé du tourteau de colza, quel qu'en soit le taux d'introduction, alors que les surrénales, les reins et la rate ne sont pas affectés.

TABLEAU 2

INFLUENCE DE L'INTRODUCTION DE TOURTEAU DE COLZA 00 SUR LE GAIN DE POIDS DES TRUIES EN GESTATION ET SUR LE POIDS DES ORGANES À L'ABATTAGE

	Taux d'introduction du tourteau de colza				Signification Statistique(1)			
	0%	7%	14%	20%	Rsd	Lot	linéaire	Quadratique
Nombre de truies	34	32	30	31				
Poids vif à la saillie (kg)	146,9	149,9	146,9	150,4	20,9	NS	-	-
Gain total de gestation (kg)	58,4	55,4	51,3	53,5	16,1	NS	-	-
Poids à l'abattage(2)								
Carcasse (kg)	145,6	148,2	141,9	144,0	18,5	NS	-	-
Thyroïde (g)	12,96a	13,13a	15,81b	16,29b	4,65	**	***	NS
Surrénales (g)	6,90	7,22	7,25	6,85	1,36	NS	-	-
Foie (kg)	2,10a	2,44b	2,68b	2,84c	0,37	***	***	NS
Reins (g)	377ab	372a	393ab	401b	43	*	**	NS
Rate (g)	223	218	214	224	37	NS	-	-

(1) Rsd : Ecart Type Résiduel, Signification statistique: *** : $P < 0,001$; ** : $P < 0,01$; * $P < 0,05$; . $P < 0,10$; NS Non significatif

(2) Le poids net est inclu comme covariable dans le modèle pour l'analyse statistique du poids des organes.

Les résultats de reproduction sont rapportés dans le Tableau 4. La fertilité des truies n'est pas influencée par la présence de tourteau de colza dans le régime de gestation. Le régime maternel n'affecte ni le nombre de foetus normaux, ni le nombre de foetus momifiés, ni la mortalité embryonnaire. Par contre, il influence les mensurations effectuées sur l'uté-

rus: sa longueur augmente de façon linéaire avec le taux de tourteau de colza dans le régime ($P < 0,001$), alors que son poids diminue. Aussi, le rapport poids/longueur est-il plus élevé dans le lot témoin, tandis que la longueur d'utérus disponible/foetus vivant est plus faible.

TABLEAU 3
INFLUENCE DE L'INTRODUCTION DE TOURTEAU DE COLZA 00 SUR LE POIDS DES ORGANES DES FOETUS
À 111 JOURS DE GESTATION

	Taux d'introduction du tourteau de colza				Signification Statistique(1)			
	0%	7%	14%	20%	Rsd	Lot	linéaire	Quadratique
Nombre de foetus	342	322	320	322				
Poids des foetus (g)	1103	1035	1027	986	182	.	*	NS
Poids des organes								
Thyroïde (mg)	229a	268ab	320b	387c	131	***	***	NS
Surrénales (mg)	195	185	184	171	38	NS	-	-
Foie (g)	37,04a	32,68b	32,88b	31,46b	6,82	**	**	NS
Reins (g)	7,43	6,95	7,20	7,20	1,45	NS	-	-
Rate (g)	1,09	1,11	1,10	1,05	0,23	NS	-	-

(1) Signification Statistique, voir tableau 2

TABLEAU 4
INFLUENCE DE L'INTRODUCTION DE TOURTEAU DE COLZA 00 SUR LES PARAMÈTRES DE REPRODUCTION

	Taux d'introduction du tourteau de colza				Signification Statistique(1)			
	0%	7%	14%	20%	Rsd	Lot	linéaire	Quadratique
Nombre de truies saillies	42	42	38	38				
Truies gravides à 111 jours (%)	81	76	79	82	-	NS	-	-
Taux d'ovulation	17,9	16,7	18,0	17,8	2,85	NS	-	-
Nb de foetus momifiés (2)	0,45	0,68	0,68	0,63	1,07	NS	-	-
Nb de foetus vivants (2)	10,07	10,15	10,61	10,31	2,87	NS	-	-
Mortalité embryonnaire % (2)	41,3	40,9	40,0	40,5	15,9	NS	-	-
Mensurations de l'utérus								
Longueur (cm)	305a	328ab	337b	355b	55,2	**	***	NS
Poids (g)	4058a	3350b	3819ab	3532ab	1075	*	NS	NS
Rapport poids/longueur (g/cm)	13,4a	10,4b	11,6b	10,1b	3,43	***	***	NS
Longueur d'utérus/foetus vivant (cm)	31,5a	34,9ab	34,0ab	40,0b	12,9	.	*	NS
Poids d'utérus/foetus vivant (g)	415	363	385	394	14,4	NS	-	-

(1) Signification Statistique, voir tableau 2

(2) Le taux d'ovulation est inclus comme covariable dans l'analyse statistique

Que ce soit à 7 ou à 111 jours de gestation, l'hématocrite, le nombre de globules rouges et de leucocytes et le volume globulaire moyen des hématies chez les truies ne sont pas affectés par les traitements (Tableau 5). La formule leucocytaire, non présentée, n'est pas non plus modifiée par le régime. Il en va de même pour les taux plasmatiques de T3 et de T4. Au contraire, aux deux stades considérés, la teneur en thiocyanates du plasma des truies augmente linéairement avec le taux de tourteau «Darmor» dans le régime.

Chez les foetus, les éléments figurés du sang ne sont pas significativement affectés par le régime maternel (Tableau 6). Seule une tendance à une diminution linéaire de l'hématocrite se manifeste avec l'augmentation du taux de tourteau de colza dans l'aliment maternel. Par contre, que ce soit sur l'ensemble de la portée ou sur les foetus ayant la plus grosse ou la plus petite thyroïde, le niveau de T4 circulante diminue linéairement lorsque la teneur en tourteau «Darmor» du régime des truies augmente.

TABLEAU 5
INFLUENCE DE L'INTRODUCTION DE TOURTEAU DE COLZA 00 SUR LES PARAMÈTRES SANGUIN DES TRUIES

	Stade de gestation	Taux d'introduction du tourteau de colza				Signification Statistique(1)			
		0%	7%	14%	20%	Rsd	Lot	linéaire	Quadratique
Hématocite %	7 jours	43,9	41,7	42,3	42,4	4,29	NS	-	-
	111 jours	38,8	37,8	38,8	38,9	3,54	.	NS	*
Globules rouges (x10 ⁶ /mm ³)	7 jours	7,46	7,71	7,85	7,64	1,14	NS	-	-
	111 jours	6,77	6,78	6,44	6,71	0,81	NS	-	-
Volume GR moyen (μ ³)	7 jours	57,6a	54,3b	54,6b	55,6ab	5,12	*	NS	*
	111 jours	57,9	56,1	57,4	58,3	5,23	NS	-	-
Leucocytes (x10 ³ /mm ³)	7 jours	14,7	15,0	14,0	14,6	3,89	NS	-	-
	111 jours	12,4	10,9	11,5	11,6	2,75	NS	-	-
SCN ⁻ (μg/ml)	7 jours	3,07a	5,96b	7,15c	7,39c	1,26	***	***	***
	111 jours	3,45a	5,43b	5,98b	7,68c	1,50	***	***	NS
T3 (ng/ml)	7 jours	1,67	1,92	1,84	1,96	0,60	NS	-	-
	111 jours	1,00	1,28	0,99	1,38	0,66	.	-	-
T4 (ng/ml)	7 jours	49,2	51,3	51,7	50,5	7,32	NS	-	-
	111 jours	26,8	29,7	27,4	28,7	6,07	NS	-	-

(1) Signification Statistique, voir tableau 2

TABLEAU 6
INFLUENCE DE L'INTRODUCTION DE TOURTEAU DE COLZA 00 SUR LES PARAMÈTRES SANGUIN DES FOETUS

	Taux d'introduction du tourteau de colza				Signification Statistique(1)			
	0%	7%	14%	20%	Rsd	Lot	linéaire	Quadratique
Hématocrite (%)	34,18	34,09	32,91	32,49	3,09	NS	-	-
Globules rouges (x10 ⁶ /mm ³)	4,66	4,69	4,55	4,43	0,45	NS	-	-
Volume GR moyen (μ ³)	73,7	73,2	72,9	74,1	5,62	NS	-	-
Leucocytes (x10 ³ /mm ³)	4337	4317	4379	4544	790	NS	-	-
T4 (2)								
mini (ng/ml)	82,7a	74,0b	72,8b	68,7b	12,48	***	***	NS
maxi (ng/ml)	81,3a	77,4a	76,5a	66,2b	11,49	***	***	NS
moyen (ng/ml)	81,6a	74,0b	73,8b	66,5c	9,24	***	***	NS

(1) Signification Statistique, voir tableau 2

(2) T4 maxi et mini correspondent respectivement aux prélèvements effectués sur le porcelet de la portée ayant la thyroïde la plus et la moins développée relativement à son poids vif. T4 moyen correspond à un pool des échantillons par portée.

4. DISCUSSION

4.1. Effets sur les truies

En dépit du manque de spécificité du dosage utilisé pour doser les thiocyanates plasmatiques chez les truies, révélé par le fait que l'on en retrouve dans le sang des truies ne consommant pas de tourteau de colza, il permet de comparer les différents lots entre eux. Dès 7 jours de gestation, le taux plasmatique de SCN⁻ augmente avec la teneur du régime en tourteau de colza. De plus, les valeurs obtenues sont similaires à celles qui sont

relevées en fin de gestation. L'imprégnation des truies par les thiocyanates, qui proviennent du métabolisme des glucosinolates du colza, est donc très rapide puisque dès la première semaine de gestation, les niveaux circulants sont les mêmes que 104 jours plus tard. Le poids des thyroïdes des truies suit une évolution tout à fait parallèle au niveau de thiocyanates plasmatiques, ces deux effets se manifestant dès le taux de 7 % de tourteau «Darmor» dans le régime de gestation. Il en va de même pour le poids du foie, dont l'hypertrophie consécutive à la consommation de tourteau de colza avait déjà été signalée chez le porc en croissance (BOURDON et AUMAI-

TRE, 1989), et pourrait être liée à l'intervention de cet organe dans les processus de détoxification.

Cependant, aucun autre paramètre sanguin n'est modifié. En particulier, les taux d'hormones thyroïdiennes T3 et T4 sont similaires chez toutes les truies, quel que soit leur régime. L'hypertrophie thyroïdienne, proportionnelle à la quantité de tourteau consommé, a donc permis de compenser totalement l'hypofonctionnement de cette glande, même à l'issue de 4 mois d'un régime renfermant 20 % de tourteau 00. Dans un travail antérieur, ceci avait été trouvé même chez des femelles recevant un aliment à 20 % de tourteau «Jet Neuf», à teneur élevée en glucosinolates (DOURMAD et ETIENNE, 1989). Ces résultats confirment notre précédente conclusion selon laquelle la truie semble assez peu touchée par la consommation de tourteau de colza (ETIENNE et DOURMAD, 1987).

4.2. Effets sur la fonction thyroïdienne des foetus

Chez les foetus comme chez les truies, la présence de tourteau de colza 00 dans l'aliment maternel provoque une hypertrophie de la thyroïde d'autant plus importante que son taux d'introduction est élevé, ce qui confirme le passage transplacentaire de certaines substances antithyroïdiennes dérivées des glucosinolates. Tout comme dans l'expérience précédente, la thyroïde des foetus est relativement plus affectée que celle des mères ($\times 1,7$ au lieu de $\times 1,3$ pour le régime à 20 % de tourteau), confirmant ainsi la plus grande sensibilité au cours du développement foetal. Cette hypertrophie est relativement moins marquée que celle qui était observée chez des foetus de truies consommant un aliment contenant 20 % de tourteau 00 «Tandem» ($\times 2,9$, ETIENNE et DOURMAD, 1987). Cependant, dans cette étude, la variabilité intra-portée de la réponse était très élevée et l'hypertrophie n'était pas statistiquement significative. De plus, bien que les tourteaux proviennent de variétés de colza très proches, la teneur en glucosinolates du tourteau «Tandem» était plus élevée que celle de «Darmor» (49 au lieu de 37 $\mu\text{M/g}$). A l'inverse des mères, le poids des reins des foetus n'est pas affecté, et celui du foie diminue quand le taux de tourteau de colza augmente dans le régime maternel. En réalité, cette diminution s'explique par la réduction du poids des foetus. Les produits responsables de l'hypertrophie de ces organes chez la truie ne traverseraient donc pas la barrière placentaire et seraient vraisemblablement différents des composés antithyroïdiens, ou leur détoxification suivrait un processus différent chez les foetus.

Dans un lot donné, les variations des niveaux de T4 plasmatique entre les foetus ayant la plus grosse et la plus petite thyroïde sont très limitées en regard des modifications qui interviennent entre les différents lots. Ceci permet de supposer une bonne homogénéité au sein de la portée et montre que, pour un traitement donné, la réponse est indépendante de l'importance de l'hypertrophie thyroïdienne. Mais le niveau de T4 diminue avec l'augmentation de la quantité de tourteau de colza «Darmor» consommé par la mère. Le même effet avait déjà été constaté chez des foetus en fin de gestation et chez des porcelets à la naissance issus de truies consommant un aliment à 20 % de tourteau «Tandem» en gestation (DOURMAD et ETIENNE, 1989). A la différence des mères, l'hypertrophie de la thyroïde ne suffit donc pas à compenser son hypofonctionnement et ces animaux sont hypothyroïdiens. Il faut noter qu'ils se trouvent dans cet état dès le taux de 7% de «Darmor», l'effet étant encore aggravé au taux de 20 %.

4.3. Effets sur la reproduction

Les traitements comparés n'ont aucun effet sur la fertilité des truies. Cette information reste limitée dans la mesure où les régimes expérimentaux n'ont été imposés qu'après la saillie et demande à être confirmée chez des truies qui y seraient soumises beaucoup plus tôt.

Quel que soit le taux d'introduction du tourteau de colza, aucun effet, même limité, n'est observé sur le nombre de porcelets normaux ou momifiés par portée, ni sur la mortalité embryonnaire totale. Ce résultat va à l'encontre de la diminution importante de la survie embryonnaire que nous avons observée chez les truies consommant un aliment à 20 % de tourteau de colza, normal ou à basse teneur en glucosinolates (ETIENNE et DOURMAD, 1987). Dans cette étude, l'accroissement de mortalité embryonnaire avait lieu avant 40 jours de gestation et était le fait d'une partie de la population de truies ayant une prolificité très réduite (1 à 6 porcelets), tandis que les résultats de reproduction des autres étaient comparables à ceux des truies témoins. Différentes hypothèses avaient été formulées, en particulier l'existence d'une sensibilité différente suivant les animaux ou de niveaux seuils en deçà desquels la mortalité embryonnaire n'était pas affectée. Dans la présente expérience, il semblerait que les taux d'incorporation du tourteau ou sa teneur en substances toxiques soient trop faibles pour provoquer ce type d'effet. Des études plus analytiques seraient à envisager pour mettre en évidence le mécanisme physiologique responsable de l'augmentation de la mortalité embryonnaire dans la première expérience et de déterminer la ou les substances qui en sont responsables. Une autre contradiction réside dans la diminution linéaire du poids du porcelet avant la naissance avec l'augmentation du taux de tourteau «Darmor» que nous avons trouvée dans la présente expérience, effet que nous n'avions pas noté auparavant. En reprenant les calculs de la première expérience sur les seules truies dont la mortalité embryonnaire n'était pas affectée, nous avons constaté que, comme dans le cas présent, le poids à la naissance des porcelets issus de truies ayant consommé du tourteau de colza normal ou 00 était plus faible que celui des truies témoins. On peut dès lors penser que les contradictions entre les deux expériences ne sont qu'apparentes et qu'outre leurs propriétés antithyroïdiennes, les glucosinolates du tourteau de colza affectent le développement foetal en induisant directement ou indirectement un ralentissement de leur croissance. L'aggravation de la mortalité embryonnaire pourrait alors résulter d'une exagération de l'effet sur la croissance, ou au contraire avoir une origine différente. Parallèlement à l'effet sur la croissance foetale, le rapport poids/longueur de l'utérus est significativement plus faible chez les truies consommant du tourteau de colza. L'épaisseur de la paroi utérine est donc moindre chez ces animaux. Il conviendrait d'effectuer des études analytiques pour savoir quel tissu est touché. En particulier, on peut penser à un moindre développement des vaisseaux sanguins, ayant pour conséquence la diminution des échanges materno-foetaux, ou à une réduction de l'activité sécrétoire de l'utérus dont on connaît l'importance primordiale dans le développement et la survie des embryons aux tous premiers stades de la gestation (POPE et al., 1989). Quoi qu'il en soit, la simultanéité des effets du tourteau de colza sur l'utérus, les embryons et les foetus est cohérente, et peut tout aussi bien expliquer l'accroissement de mortalité embryonnaire que nous avons trouvé chez les truies recevant du tourteau Jet-Neuf ou 00 «Tandem» (ETIENNE et DOURMAD, 1987) ou la diminution de prolificité notée par DEVILAT et SKOKNIC (1971), SABEN et BOWLAND (1971) et MROZ et

al.(1981) chez des truies consommant un tourteau classique.

Dans l'étude précédente, nous n'avions pas trouvé de liaison entre les effets sur la thyroïde des foetus et sur la mortalité embryonnaire, et émis l'hypothèse que la mortalité n'était affectée qu'à partir d'un niveau seuil de glucosinolates, ou que des dérivés non goitrogènes de certains glucosinolates en étaient responsables. Le présent travail montre un parallélisme entre la diminution du poids du foetus en fin de gestation et la quantité de tourteau de colza consommé par la truie. L'importance du retard de croissance des embryons dépendrait donc de la quantité de glucosinolates ingérés par la mère. Les effets sur la croissance foetale sont apparents dès l'introduction de 7 % de tourteau 00 «Darmor» dans l'aliment des truies, le poids des foetus à 111 jours de gestation étant diminué de près de 70 g par rapport au lot témoin. Notre étude ne permet pas de préciser quels glucosinolates particuliers sont responsables de ces effets. Cependant, compte tenu du rôle des hormones thyroïdiennes dans le métabolisme et la croissance, on ne peut éliminer l'hypofonctionnement thyroïdien des foetus comme cause de leur poids plus faible.

En conclusion, ce travail confirme la grande sensibilité des foetus aux propriétés goitrogènes du tourteau de colza: l'hypertrophie thyroïdienne est plus marquée que chez les truies, et à la différence de ces dernières, ils sont hypothyroïdiens même avec le tourteau 00 de variété «Darmor» utilisé dans cette expérience. De plus, certains glucosinolates affectent le

développement des embryons, voire même leur survie à partir d'un seuil limite qui reste à préciser.

Compte tenu du fait que la croissance des foetus est affectée de façon notable dès le niveau de 7 % de tourteau 00 «Darmor» dans l'aliment maternel, et que ce taux suffit également à les rendre hypothyroïdiens, il semble encore préférable d'éviter l'utilisation de ces matières premières dans l'alimentation des truies. Il faudrait cependant rechercher si les variétés de colza 00 obtenues récemment, dont la teneur en glucosinolates est encore plus faible que «Darmor» ou «Tandem», permettent d'éviter ces problèmes. Il conviendrait également de préciser les mécanismes par lesquels les glucosinolates agissent sur le développement embryonnaire et d'identifier les facteurs responsables.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le C.E.T.I.O.M. (174, Avenue Victor-Hugo, 75116 Paris) sans le soutien financier duquel la réalisation de cette expérience n'aurait pas été possible. Nous sommes particulièrement redevables à J. EVRARD et à J.J. BAUDET (Centre de Recherches de Bordeaux-Pessac du C.E.T.I.O.M.) de la fabrication et de la fourniture gracieuse du tourteau «Darmor», et à D. RIBAILLIER (Laboratoire d'Analyses du C.E.T.I.O.M.) de l'analyse des glucosinolates dans le tourteau et les aliments.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURDON D., 1986. Journées Rech. Porcine en France, 18, 13-28.
- BOURDON D., PEREZ J.M., BAUDET J.J., 1981. Journées Rech. Porcine en France, 13, 163-178.
- BOURDON D., AUMAITRE A., 1989. Proc. of the 40th EAAP Meeting, Dublin.
- BOWLER R.G., 1944. Biochem J., 38, 385-388.
- CASTAING J., GROSJEAN F., 1986. Journées Rech. Porcine en France, 18, 29-34.
- DANIELSEN H., 1985. In: Advances in the production and utilization of cruciferous crops, SØRENSEN H. Ed., 199-207. NIJHOFF N. and JUNK W. Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- DANIELSEN H., GRØN PEDERSEN O., 1989. Proc. of the 40th EAAP Meeting, Dublin.
- DOURMAD J.Y., ETIENNE M., 1989. Proc. of the Third Intern. Conf. on Pig Reprod., Nottingham.
- ETIENNE M. et DOURMAD J.Y., 1987. Journées Rech. Porcine en France, 19, 231-238.
- FLIPOT P., DUFOUR J.J., 1977. Canad J. Anim. Sci., 57, 567-571.
- LEWIS A.J., AHERNE F.X., HARDIN R.T., 1978. Can J. Anim. Sci., 58, 203-208
- MROZ Z., KRASUCKI W., LIPIEC A., 1981. Züchtungskunde, 53, 212-220.
- POPE W.F., XIE S., BROERMANN D.M., NEPHEW K.P., 1989. Proc. of the Third Intern. Conf. on Pig Reprod., Nottingham.
- SABEN H.S., BOWLAND J.P., 1971. Canad J. Anim. Sci., 51, 225-232.