

Effets des fumonisines sur les performances de porcs charcutiers

François GROSJEAN (1), Jean Georges CAZAUX (2), Christine MEYMERIT (2)

(1) ARVALIS - institut du végétal - 3, rue Joseph et Marie Hackin, 75116 Paris

(2) ADÆSO - 21, route de Pau, 64121 Montardon

f.grosjean@arvalisinstitutduvegetal.fr

Effets des fumonisines sur les performances de porcs charcutiers

Nous avons conduit deux essais pour mesurer l'effet de fumonisines sur les performances de croissance de porcs charcutiers consommant du maïs contaminé. Dans chacun de ces essais, quatre régimes ont été comparés. Dans le premier essai, nous avons étudié les effets de très fortes doses de fumonisines (0, 27205, 54410 et 81615 µg de FB1 + FB2 / kg d'aliment). Cet essai a été permis par la récupération d'un lot de maïs atypiquement très contaminé à la suite de l'été très chaud de l'année 2003. Dans le deuxième essai, nous avons étudié les effets de doses plus faibles de fumonisines (0, 2825, 5650 et 8470 µg de FB1 + FB2 / kg d'aliment). Les aliments étaient distribués en farine humidifiée et selon un plan de rationnement basé sur le poids vif des animaux.

Dans le premier essai conduit chez des porcs entre 25,7 et 99,6 kg de poids vif, la consommation alimentaire a diminué proportionnellement à la teneur en fumonisines de l'aliment, mais de façon non significative, avec respectivement 2,22, 2,22, 2,20 et 2,15 kg/j ($P=0,23$). L'indice de consommation s'est dégradé significativement, avec respectivement 2,69, 2,72, 2,75 et 2,94 ($P=0,04$). Dans le deuxième essai conduit entre 27 et 111,9 kg de poids vif, aucune différence significative n'a été observée en matière de consommation (2,29 kg/j en moyenne) et d'indice de consommation (2,78 en moyenne). Aucune différence de rendement de carcasse ou de critère de qualité de carcasse n'a été observée.

Effects of fumonisins on performance of growing finishing pigs

Two trials were carried out to measure the effects of fumonisins on performance of growing-finishing pigs fed maize contaminated by *Fusarium verticillioides*. In each trial four diets were compared. In the first trial, very high levels of fumonisins were tested (0, 27205, 54410 and 81615 µg FB1 + FB2 / kg diet). This trial was possible because a very highly contaminated maize batch was founded in 2003 after a very hot summer. In the second trial, lower contents were tested (0, 2825, 5650 and 8470 µg FB1 + FB2 / kg diet). Diets were given in wet meal and according to a feeding scale based on animal liveweight.

In the first trial conducted in pigs between 25.7 and 99.6 kg liveweight, average daily feed intake was decreased with fumonisin content in the diet, but not significantly with respectively on an average 2.22, 2.22, 2.20 and 2.15 kg/d for each group ($P=0.23$). Feed conversion ratio significantly increased with respectively 2.69, 2.72, 2.75 and 2.94 ($P=0.04$). In the second trial, between 27 and 111.9 kg liveweight, no significant difference was observed in terms of feed intake (2.29 kg/d on average) or feed conversion ratio (2.78 on average). Carcass yield and different carcass quality criteria were not affected by the diet.

INTRODUCTION

Les fumonisines (FB) sont des mycotoxines produites par des champignons microscopiques appartenant à l'espèce *Fusarium verticillioides* (ex moniliforme) qui se développent sur le maïs et exceptionnellement sur d'autres substrats (EFSA, 2005). Elles ont été découvertes en 1988, et font l'objet d'attentions de la part de la filière de l'alimentation animale française depuis plusieurs années en préparation des projets européens de réglementation. Ces mycotoxines ont fait l'objet récemment d'une réglementation en alimentation humaine (règlement 856/2005) et devraient faire prochainement l'objet d'une recommandation pour l'alimentation animale.

Les porcins sont parmi les animaux les plus réactifs aux fumonisines. Dans cette espèce, ces fusariotoxines ont donné lieu à des travaux concernant leurs effets sur l'œdème pulmonaire (Thibault et al., 1997), des perturbations immunitaires (Oswald et al., 2003 ; Taranu et al., 2005) ou des modifications physiologiques (Zomborszky-Kovacs et al., 2002a). Par contre, elles ont fait l'objet de peu d'essais zootechniques, et la plupart de ces essais concernaient le porcelet et non le porc charcutier (Motelin et al., 1994 ; Zomborszky et al., 2000 ; Zomborszky-Kovacs et al., 2002b, Grosjean et al., 2005) et avec peu de répétitions. Enfin, la plupart de ces essais ont été réalisés avec de la fumonisine B1 purifiée ou avec un extrait de culture de *Fusarium verticillioides* en ne caractérisant l'extrait que par sa teneur en fumonisine B1 sans se préoccuper de la teneur en fumonisine B2, alors que Haschek et al. (2001) considèrent que les fumonisines B1 et B2 (qui représentent plus de 90 % des fumonisines présentes dans les maïs contaminés) ont une toxicité équivalente. Pour ces raisons nous avons entrepris de mesurer la réponse zootechnique de porcs charcutiers à différentes doses de fumonisines provenant de maïs naturellement contaminé, en caractérisant la contamination des aliments par la somme des teneurs en fumonisines B1 et B2.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Présentation des essais

Nous avons conduit deux essais avec des porcs charcutiers. Dans le premier essai, nous avons étudié les effets de très fortes doses de fumonisines. Dans le deuxième essai, nous avons étudié les effets de doses plus faibles de fumonisines.

1.2. Les animaux

Les porcs étaient issus d'un croisement à partir de truies comportant des gènes de race Large White, Landrace et Duroc et de verrats comportant des gènes de race Piétrain et Large White. Ils sont nés sur la station expérimentale de l'ADÆSO de Montardon (64) et ont été sevrés à l'âge de 21 jours. Ils ont servi dans les essais de post sevrage décrit par Grosjean et al (2005) testant différentes doses de fumonisines. Dans chacun des deux essais d'engraissement, chaque animal a été affecté au "même" traitement expérimental qu'il avait reçu en post sevrage. De plus, dans la

mise en lots, les animaux ont été affectés à l'un des aliments sur la base de leur poids vif et de leur sexe. Le poids moyen des animaux à la mise en lots n'a pas pu être identique pour tous les régimes du fait des différences de croissance observées en post sevrage.

Le premier essai a porté sur 48 porcs mâles castrés et 48 femelles, issus de la première bande de l'essai en post sevrage qui avait servi à tester l'effet de différentes doses élevées de fumonisines. Ils ont été répartis en 4 blocs collectifs et logés par case de 6 animaux de même sexe (4 loges par traitement).

Le deuxième essai a porté sur 24 porcs mâles castrés et 24 femelles, issus de l'essai en post sevrage testant l'effet de différentes doses faibles de fumonisines. Ils ont été répartis en 2 blocs collectifs et logés par case de 3 mâles castrés et de 3 femelles (2 loges par traitement).

1.3. Les matières premières

Les deux mêmes lots de maïs fusariés que ceux utilisés pour les essais porcelets, l'un à très forte teneur en fumonisines et l'autre à teneur faible, ont été retenus dans les deux essais d'engraissement. Ils ne contenaient pratiquement pas d'autres fusariotoxines. Un lot de maïs sain a été utilisé dans les deux essais.

L'analyse des teneurs en fumonisines de ces lots a été faite dans plusieurs laboratoires. Chaque laboratoire avait une méthode d'analyse spécifique mais proche de la méthode normalisée et dosait par HPLC après une extraction sur colonne d'immunoaffinité. Les résultats des teneurs en fumonisines retenues des lots de maïs ont été présentés précédemment (Grosjean et al., 2005). Ils présentaient une grande variabilité interlaboratoires mais avec une constance du rapport B1/B2. Les valeurs retenues ($\mu\text{g}/\text{kg}$ de maïs) étaient respectivement pour le lot sain, le lot très fortement contaminé et le lot faiblement contaminé de 58, 92995, 10344 μg de fumonisine B1 par kilogramme de maïs, et <30, 25275, 1936 μg de fumonisine B2 par kilogramme de maïs. Les teneurs en zéaralénone de ces mêmes lots de maïs étaient <20, 181, <20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, et celles en désoxyvalénole <30, 85 et 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$; aucun autre trichothécène n'a été détecté.

1.4. Composition et caractéristiques des aliments

Les aliments étaient constitués de maïs (sain ou fusarié), de tourteau de soja, de pois et d'AMV. Ils étaient formulés pour satisfaire les normes CORPEN en acides aminés. Ainsi, les AMV comportaient des acides aminés industriels.

Dans les deux essais, nous avons travaillé avec des régimes à base de maïs en substituant à un maïs sain différentes doses d'un maïs fusarié naturellement. Dans les deux essais, nous avons travaillé avec des régimes qui comportaient en plus du pois, de façon à correspondre à ce qui se pratique habituellement lorsque la conjoncture économique le permet. La composition centésimale des aliments a été la même dans les 2 essais. Elle figure dans le tableau 1.

Tableau 1 - Composition et teneur en fumonisines des aliments des deux essais

Aliment croissance	A1	A2	A3	A4
Maïs sain (%)	69,00	46,00	23,00	-
Maïs fusarié (%)	-	23,00	46,00	69,00
Tourteau de soja (%)	17,74	17,74	17,74	17,74
Pois (%)	10,00	10,00	10,00	10,00
AMV (%)	3,26	3,26	3,26	3,26
Aliment finition				
Maïs sain (%)	69,00	46,00	23,00	-
Maïs fusarié (%)	-	23,00	46,00	69,00
Tourteau de soja (%)	12,97	12,97	12,97	12,97
Pois (%)	15,00	15,00	15,00	15,00
AMV (%)	3,03	3,03	3,03	3,03
Teneurs en fumonisines (µg/kg) essai 1				
Fumonisine B1 (prévisionnel)	-	21390	42780	64170
Fumonisine B2 (prévisionnel)	-	5815	11630	17445
Fumonisine B1 (mesuré)	723	19859	31358	51717
Fumonisine B2 (mesuré)	222	5769	8672	14993
Teneurs en fumonisines (µg/kg) essai 2				
Fumonisine B1 (prévisionnel)	-	2379	4758	7137
Fumonisine B2 (prévisionnel)	-	445	891	1336
Fumonisine B1 (mesuré)	-	-	-	-
Fumonisine B2 (mesuré)	-	-	-	-

Dans le premier essai, du fait des quantités disponibles d'aliments contaminés et de la contrainte d'un abattage à un poids élevé, la comparaison des quatre aliments a été faite jusqu'à un poids moyen des animaux de 99,6 kg. Tous les animaux ont été ensuite nourris avec l'aliment témoin sain jusqu'à l'abattage à 114,3 kg en moyenne.

1.5. Mode de distribution des aliments

Les aliments ont été présentés sous forme de farine humidifiée à l'auge juste avant le repas (1,5 litre d'eau pour 1 kg d'aliment). Ils ont été distribués selon un plan de rationnement progressif et limité à 25 MJ EN/j pour les mâles castrés et 28 MJ EN/j pour les femelles dans le premier essai, et à 27 MJ EN/j par animal dans le deuxième essai (loges de sexes mélangés).

1.6. Mesures sur animaux

Dans chaque essai, nous avons mesuré le poids vif des animaux en début d'essai, puis tous les 21 jours. Nous avons également mesuré les quantités d'aliment consommé par loge. A l'abattage, le poids de carcasse froide a été mesuré et différentes mesures d'épaisseur de lard et de muscle ont été faites.

1.7. Traitement des données

Les performances des porcs ont fait l'objet d'une analyse de variance suivie d'une comparaison de moyennes par le test de Newman-Keuls. Les calculs ont été réalisés avec le logiciel Statbox.

2. RÉSULTATS

2.1. Les teneurs en mycotoxines des aliments

Les teneurs prévisionnelles et mesurées (en double) en fusariotoxines des aliments de l'essai 1, établies à partir des teneurs des matières premières figurent au tableau 1. Il y a parfois des écarts entre ces teneurs. Vu le nombre d'analyses faites sur les matières premières, nous retiendrons comme teneur des régimes, les valeurs prévisionnelles.

2.2. Résultats du premier essai (doses très élevées en fumonisines)

Les résultats sont présentés au tableau 2.

La consommation des porcs n'est pas affectée significativement par le niveau de fumonisines de l'aliment. Cependant, en période de croissance, la consommation a tendance à diminuer avec la teneur en fumonisines.

L'indice de consommation des porcs se dégrade avec la teneur en fumonisines dans l'aliment et notamment en finition où la dégradation est statistiquement significative. Cette dégradation est extrêmement marquée avec l'aliment le plus contaminé (6,5 % en croissance et 14,5 % en finition).

La vitesse de croissance des animaux est affectée négativement et significativement par la présence de fumonisines, quelle que soit la période d'essai considérée.

Tableau 2 - Effets de forts niveaux de fumonisines sur les performances des porcs charcutiers (essai 1)

Aliments Teneur estimée en FB1+FB2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	A1	A2	A3	A4	ETR	Probabilité sous Ho		
	-	27200	54400	81610		S x T	Sexe	Aliment
Performances en post sevrage des animaux retenus pour l'essai								
Poids début essai, kg	11,1	11,1	10,9	11,0				
Gain de poids, g/j	525	513	510	502				
Performances de croissance (du début jusqu'à 60,0 kg)								
Poids début essai, kg	26,1a	25,8ab	25,5b	25,5b	0,22	NS	NS	0,03
Consommation, kg/j	1,89	1,86	1,86	1,83	0,05	NS	NS	NS
Gain de poids, g/j	777 a	775 a	747ab	707 b	30	NS	NS	0,04
I.C., kg/kg	2,43	2,41	2,50	2,59	0,10	NS	0,02	0,13
Performances de finition (de 60 à 99,6 kg en moyenne – 93 jours)								
Poids fin de période, kg	102,8 a	101,8 a	100,1 b	93,6 b	3,4	NS	NS	0,03
Consommation, kg/j	2,52	2,55	2,54	2,53	0,03	0,20	< 0,01	NS
Gain de poids, g/j	870 a	857 a	855 a	762 b	41	NS	0,08	0,03
I.C., kg/kg	2,90 a	2,97 ab	2,97 ab	3,32 b	0,16	NS	0,16	0,04
Durée totale de l'engraissement avec fumonisines (de 25,7 à 99,6 kg en moyenne soit durant 93 jours)								
Consommation, kg/j	2,22	2,22	2,20	2,15	0,05	NS	0,05	0,23
Gain de poids, g/j	828 a	821 a	806 a	738 b	21	NS	0,09	0,01
I.C., kg/kg	2,69 a	2,72 a	2,75 a	2,94 b	0,11	NS	0,06	0,04
Période de finition sans fumonisines (de 99,6 à 114,3 kg en moyenne soit durant 20 jours)								
Poids fin essai, kg	114,7	114,2	114,1	114,1	1,5	NS	0,20	NS
Consommation, kg/j	2,68	2,68	2,68	2,68	0,01	NS	< 0,01	NS
Gain de poids, g/j	830	822	835	837	25	NS	< 0,01	NS
I.C., kg/kg	3,23	3,26	3,21	3,20	0,05	NS	NS	NS
Durée totale de l'engraissement (de 25,7 à 114,3 kg en moyenne soit durant 113 jours en moyenne)								
Consommation, kg/j	2,26	2,24	2,24	2,21	0,02	NS	< 0,01	0,08
Gain de poids, g/j	818	811	802	726	21	NS	0,09	0,03
I.C., kg/kg	2,76	2,77	2,79	2,80	0,05	NS	NS	0,12
Performances d'abattage (à 114,3 kg)								
Poids veille abattage, kg	114,7	114,2	114,1	114,1	1,5	NS	NS	NS
Rendement de carcasse, %	76,1	76,0	75,3	75,8	1,2	NS	NS	0,16
Épaisseur de gras G1, mm	17,8	18,7	18,9	19,2	3,3	NS	NS	NS
Épaisseur de gras G2, mm	15,2	16,0	16,5	16,5	2,6	NS	NS	NS
Épaisseur de muscle M2, mm	56,4	58,7	55,7	56,3	4,2	NS	NS	0,09
TVM, %	60,6	60,6	59,6	59,7	1,8	NS	0,01	0,11

Les moyennes d'une même ligne affectées d'une lettre différente sont significativement différentes ($P=0,05$)

Pendant la période de post essai, au cours de laquelle les animaux étaient tous nourris avec de l'aliment témoin sans fumonisines, les quantités d'aliments proposées ont été consommées également selon le régime, et il n'y a pas eu d'écarts de vitesse de croissance ou d'indice de consommation entre régimes. Aussi, il n'y a pas eu, pendant cette période, de croissance compensatrice de la part des porcs ayant consommé auparavant des fumonisines.

Les résultats de cette période de post essai a eu pour effet de resserrer les écarts entre régimes observés à la fin de la période expérimentale.

Les caractéristiques des carcasses diffèrent peu entre régimes, tant en matière de rendement de carcasse, qu'en

matière d'épaisseur de gras, d'épaisseur de muscle ou d'estimation de la teneur en muscle.

Il est à signaler que deux animaux recevant l'aliment le plus contaminé sont morts au cours de l'essai, à 98 et 103 jours respectivement. Leur autopsie a révélé dans les deux cas un ulcère gastrique hémorragique, des ganglions intestinaux et inguinaux très gonflés, sans inflammation. Aucune anomalie pulmonaire n'a été observée.

2.3. Résultats du deuxième essai (doses faibles en fumonisines)

Les animaux ont consommé de façon statistiquement non différente les différents aliments (Tableau 3). Les gains de poids

Tableau 3 - Effets de niveaux faibles de fumonisines apportés par un maïs fusarié dans l'alimentation du porc sur les performances de croissance et d'abattage (essai 2)

Aliments	A1	A2	A3	A4	ETR	Probabilité sous Ho
Teneur estimée en FB1+FB2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	-	2850	5700	8550		Aliment
Performances en post sevrage						
Poids début essai, kg	12,09	12,01	11,26	11,45	0,29	0,15
Gain de poids, g/j	575	580	546	548	8	0,06
Poids fin essai, kg	28,75a	28,23b	26,56c	26,80c	0,09	<0,01
Performances de croissance (de 27,6 kg en moyenne à jusqu'à 60 kg)						
Consommation, kg/j	1,97	1,97	1,95	1,97	0,01	0,15
Gain de poids, g/j	849	856	848	814	25	NS
I.C., kg/kg	2,28	2,30	2,28	2,30	0,06	NS
Performances de finition (de 60 à 111,9 kg en moyenne)						
Poids fin essai, kg	111,2	113,1	112,0	111,2	1,4	NS
Consommation, kg/j	2,61	2,61	2,61	2,61	0,01	NS
Gain de poids, g/j	810	806	816	820	35	NS
I.C., kg/kg	3,21	3,23	3,20	3,18	0,14	NS
Durée totale de l'engraissement						
Consommation, kg/j	2,28	2,30	2,30	2,30	0,01	NS
Gain de poids, g/j	830	831	826	818	30	NS
I.C., kg/kg	2,76	2,76	2,78	2,80	0,11	NS
Performances d'abattage						
Rendement de carcasse, %	77,4	76,8	76,7	76,8	1,9	NS
Épaisseur de gras G1, mm	18,3	19,7	19,0	18,4	4,2	NS
Épaisseur de gras G2, mm	15,6	16,4	15,6	15,9	3,1	NS
Épaisseur de muscle M2, mm	58,9	62,7	62,7	60,4	5,3	NS
TVM, %	60,9	60,9	61,5	61,0	2,5	NS

n'ont pas varié significativement. Tout au plus, peut-on noter en période de croissance, la tendance à une moindre vitesse de croissance des animaux nourris avec l'aliment le plus contaminé ($P = 0,06$).

À l'abattage, ni le rendement de carcasse, ni les épaisseurs de gras, ni l'épaisseur de muscle, ni l'estimation de la teneur en muscle ne diffèrent significativement entre les lots.

3. DISCUSSION

3.1. Les teneurs en mycotoxines

La détermination de la teneur en fumonisines des lots de maïs fusariés a montré de grandes divergences entre plusieurs laboratoires avec cependant un rapport entre les teneurs en fumonisines B1 et B2 assez constant. Nous avons formulé l'hypothèse que tous les laboratoires n'extraient pas complètement les fumonisines avant analyse à cause d'une saturation des colonnes d'immunoaffinité. Avec cette hypothèse, nous avons retenu comme teneurs en fumonisines des valeurs plutôt élevées (Grosjean et al., 2005). Cette difficulté d'analyse a été soulignée par l'EFSA (2005).

Malgré cela, il est certain que les lots de maïs étaient typiquement très contaminés en fumonisines. En effet, la contamination des maïs français est en général inférieure à 2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (enquête SCOOP, 2003). Le fait que l'on ait trouvé ces lots à la suite de la récolte 2003, peut s'expliquer par les fortes températures de cette année, favorables au développement de *F. verticillioides*. Les maïs ne contenaient pas d'autres fusariotoxines en quantités notoires, ce qui s'explique par le fait que les fumonisines sont produites par des *Fusarium* de type *Lyseola* (*F. verticillioides* principalement et *F. proliferatum*) alors que le déoxynivalénol et la zéaralénone sont produites par d'autres *Fusarium* (principalement *F. graminearum* et *F. culmorum*).

Les teneurs en fumonisines des régimes 3 et 4 du premier essai peuvent être considérées comme très élevées. La teneur en fumonisines du régime 4 de l'essai 2 peut être considérée comme modérée (Rotter et al., 1996) bien que Zomborszky-Kovacs et al. (2002b) considèrent comme faibles des teneurs inférieures à 20000 μg de fumonisines (somme des FB1+FB2+FB3) /kg d'aliment, alors que la teneur en FB3 - non mesurée dans nos essais - est habituellement inférieure à 10 % de l'ensemble des fumonisines.

3.2. Effets sur la consommation et la croissance des porcs

Dans le premier essai, la consommation des porcs en phase de finition n'est pas affectée par le niveau de fumonisines de l'aliment, alors qu'en croissance, elle a tendance à diminuer avec la teneur en fumonisines. Cette tendance est nettement plus faible que la diminution observée chez le porcelet sevré nourri avec les mêmes lots de maïs fusariés. Les observations chez le porc charcutier doivent être reliées au fait que les animaux sont rationnés. Il est probable qu'en alimentation à volonté, les animaux auraient montré des différences plus marquées entre régimes alimentaires.

L'indice de consommation des porcs se dégrade avec la teneur en fumonisines dans l'aliment notamment en finition. Cette dégradation est extrêmement marquée avec l'aliment le plus contaminé. Ces données sont à rapprocher des résultats obtenus chez le porcelet sevré nourri avec les mêmes lots de maïs fusariés. Dans cet essai, les porcelets avaient montré des différences d'indice de consommation en première quinzaine d'essai (1,2 ; 8,4 et 13,9 % respectivement pour les aliments 2, 3 et 4 relativement à l'aliment témoin) mais pas en seconde quinzaine. Ces deux essais apparaissent donc contradictoires. Cela peut être dû à un effet de l'âge - l'animal plus âgé étant plus sensible que le jeune - ou un effet de la durée d'exposition des animaux aux fumonisines. Les baisses de performances peuvent s'expliquer par une perturbation de la muqueuse intestinale traduite par un arrêt de la multiplication cellulaire (Bouhet et al., 2005), par une rupture de l'intégrité de l'épithélium intestinal (Ramasamy et al., 1995), et par une perturbation métabolique suite à une modification de l'activité cardiaque et pulmonaire (Haschek et al., 2001). La différence entre porcelet et porc charcutier peut s'expliquer aussi par le fait qu'à digestibilité égale, le porc charcutier consomme plus de fumonisines par unité de poids vif que le porcelet. Cependant, il est surprenant qu'après avoir extériorisé des différences de croissance importantes pendant la période expérimentale, les porcs ne manifestent pas de différences entre régimes pendant la période de post essai pendant laquelle ils ont reçu le même aliment sain. Cette absence d'arrière effet des fumonisines est-il à mettre sur le compte de la reprise rapide de l'activité de l'épithélium intestinal après arrêt de consommation d'aliment contaminé ? Par ailleurs, aucune interaction sexe x aliment n'a été observée alors que Rotter et al (1996) avaient noté que les mâles castrés sont plus pénalisés que les femelles.

Nos essais nécessitent donc d'être complétés par d'autres études afin de préciser le rôle cumulatif des fumonisines. Néanmoins, ils font apparaître que la teneur la plus élevée en fumonisines est à proscrire dans les aliments pour porc charcutier.

Les performances de carcasses ne diffèrent pas trop d'un régime à un autre. Cependant, il est difficile de conclure à l'absence d'effet dû aux aliments contenant des fumonisines du fait que ces performances de carcasse sont le résultat d'une période expérimentale de 93 jours pendant laquelle les fumonisines ont pu jouer sur la consommation et l'efficacité alimentaire et d'une période post-essai sans fumonisines,

pendant 20 jours, pendant laquelle les animaux ont pu compenser des écarts créés pendant la période expérimentale.

Les baisses de performances des porcs charcutiers de nos essais sont à comparer aux essais de la littérature ayant de telles teneurs en fumonisines. Or les essais rapportés dans la littérature sont peu nombreux parce que les fumonisines ont d'abord des effets sur les organes et les paramètres immunitaires, et qu'ils concernent surtout les porcelets et non les porcs charcutiers. La plupart des essais ont été réalisés avec de la fumonisine extraite de cultures ou avec des extraits de cultures de *Fusarium*, ce qui explique pourquoi les animaux utilisés devaient consommer peu d'aliment et donc devaient être jeunes. Dans les essais sur porcelets, Motelin et al. (2001), en comparant des aliments contenant 175 000, 101 000, 39 000, 23 000, 5 000 et moins de 1000 µg de fumonisines (somme B1+B2) /kg, observent chez l'animal entre 6 et 13 kg des diminutions fortes de l'ingestion et de l'efficacité alimentaire avec le régime contenant 175 000 µg de fumonisines /kg. Zomborszky et al. (2000) observent qu'à 40 000 µg de fumonisines (somme des FB1+FB2+FB3) /kg d'aliment il n'y a pas d'effet significatif sur la consommation et la croissance des porcelets mais des modifications d'activité enzymatique hépatique et du rapport sphinganine/sphingosine. Est-ce à dire que nous avons choisi d'attribuer une teneur trop élevée en fumonisines aux lots de maïs et aux aliments, ou est-ce à dire qu'il y a un problème d'association de mycotoxines entre elles ?

Dans le deuxième essai, la consommation et les performances de croissance sont peu affectées par la présence de fumonisines. Ce résultat est en accord avec les travaux de Zomborszky et al (2000), Zomborszky-Kovacs et al (2002b) sur porcelet mais en contradiction avec le travail de Rotter et al. (1996).

3.3. Effets sur les paramètres sanitaires

Dans le premier essai, la mort de deux porcs a été attribuée à un ulcère gastrique et non à des problèmes pulmonaires. L'absence de gros problème respiratoire dans les essais est en accord avec le travail de Motelin et al. (1994) qui sur des jeunes animaux entre 3 et 10 kg, ont observé des oedèmes lorsque la teneur en fumonisines (somme B1+B2) dépasse 175 000 µg/kg.

CONCLUSIONS

L'alimentation de porcs charcutiers avec du maïs fusarié contenant de très fortes teneurs en fumonisines s'est avérée possible sur le plan zootechnique jusqu'à 54 400 µg de fumonisines B1 et B2 par kilogramme d'aliment, les pertes économiques étant alors limitées. Avec des aliments plus contaminés, la consommation et l'indice de consommation sont sévèrement dégradés. Néanmoins, la teneur limite de 50 000 µg/kg d'aliment ne peut pas être recommandée en pratique pour deux raisons. La première est que les maïs peuvent être contaminés par plusieurs mycotoxines dont les effets peuvent être associatifs. La deuxième raison réside dans le fait que les fumonisines peuvent avoir des effets délétères en cas de pathologie dans l'élevage (Oswald et al., 2003). Par ailleurs, la filière de l'alimentation

animale et les producteurs de maïs sont conscients que l'analyse de la teneur en fumonisines des lots et aliments doit s'améliorer afin de mieux statuer sur les lots à rejeter ou à utiliser en alimentation porcine.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ACTA pour sa participation financière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bouhet S., Hourcade E., Loiseau N., Fikry A., Martinez S., Roselli M., Galtier P., Mengheri E., Oswald I. P., 2004. The mycotoxin Fumonisin B1 alters the proliferation and the barrier function of porcine intestinal epithelial cells. *Toxicological Sci.*, 77, 165-171.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2005. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in Food Chain on a request from the Commission related to fumonisins as undesirable substances in animal feed. *The EFSA Journal*, 235, 1-32.
- Grosjean F., Cazaux J.G., Marin D., Oswald I., 2005. Effets des fumonisines et d'une association avec du désoxynivalénol sur les performances de croissance de porcelets. *Journées Rech. Porcine*, 37, 245-252.
- Haschek W.M., Gumprecht L.A., Smith G., Tumbleson M.E., Constable P.D., 2001. Fumonisin toxicology in swine : an overview of porcine pulmonary edema and current perspectives. *Environmental health perspectives*, 191, supp 2, 251-257.
- Motelin G.K., Haschek W.M., Ness D.K., Hall W.F., Harlin K.S., Schaeffer D.J., Beasley V.R., 1994. Temporal and dose-response features in swine fed corn screenings contaminated with fumonisin mycotoxins. *Mycopathologia*, 126, 27-40.
- Oswald I.P., Desautels C., Laffitte J., Fournout S., Peres S.Y., Odin M., Le Bars P., Le Bars J., Fairbrother J.M., 2003. The mycotoxin Fumonisin B1 increases intestinal colonization by pathogenic *Escherichia coli* in pigs. *Appl. Env. Microbiol.*, 69, 5870-5874.
- Ramasamy S., Wang E., Hennig B., Merrill A.H., 1995. Fumonisin B1 alters spingolipid metabolism and disrupt the barrier function of endothelial cells in culture. *Toxicology Appl. Pharmacol.*, 133, 343-348.
- Règlement 856/2005. JOCE du 7 juin 2005, L143, 3-8.
- Rotter B.A., Thompson B., K., Prelusky D.B., Trenholm H.L., Stewart B., Miller J.D., Savard M.E., 1996. Response of growing swine to dietary exposure to pure fumonisin B1 during an eight-week period: growth and clinical parameters. *Natural toxins*, 4(1), 42-50.
- SCOOP 2003 : Collection of occurrence data of *Fusarium* toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU member states. Directorate-general health and consumer protection. <http://europa.eu.int/comm/food/fs/scoop/task3210.pdf>
- Taranu I., Marin D.E., Bouhet S., Pascale F., Bailly J.D., Miller J.D., Pinton P., Oswald I.P., 2003. Mycotoxin fumonisin B1 alters the cytokine profile and decreases the vaccinal antibody titer in pigs. *Toxicol. Sci.*, 84, 301-307.
- Thibault N., Burgat V., Guerre P., 1997. Les fumonisines : nature, origine et toxicité. *Rev. Med. Vet.*, 148, 369-388.
- Zomborszky M.K., Vetesi F., Repa I., Kovacs F., Bata A., Horn P., Toth A., Romvari R., 2000. Experiment to determine limits of tolerance for fumonisin B1 in weaned piglets. *J. Vet. Med.*, B47, 277-286.
- Zomborszky-Kovacs M., Kovacs F., Horn P., Vetesi F., Repa I., Tornyo G., Toth A., 2002a. Investigations into the time- and dose-dependent effect of fumonisin B1 in order to determine tolerable limit values in pigs. *Livestock Prod. Sci.*, 251-256.
- Zomborszky-Kovacs M., Vetesi F., Horn P., Repa I., Kovacs F., 2002b. Effects of prolonged exposure of low dose fumonisin B1 in pigs. *J. Vet. Med.*, B49, 197-201.

