

Effets de la contamination par le déoxynivalénol (DON) de l'aliment des truies reproductrices

Michel ÉTIENNE (1), Isabelle OSWALD (2), Sylvie BONY (3), Jean-Paul LALLÈS (1), Philippe PINTON (2),
Brigitte TRÉPIER (1), Martin LESSARD (4),

(1) INRA, UMR Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine, 35590 Saint-Gilles

(2) INRA, Laboratoire de Pharmacologie-Toxicologie, 180 chemin de Tournefeuille, BP3, 31931 Toulouse cedex 9

(3) UMR-1233 Mycotoxines et Toxicologie Comparée des Xénobiotiques, Ecole Vétérinaire de Lyon,
1 avenue Bourgelat, 69280 Marcy L'Etoile

(4) Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2000 Route 108 Est, Lennoxville, Québec, Canada, J1M 1Z3

michel.etienne@rennes.inra.fr

avec la collaboration technique de Bruno Duteil (1), Michel Massard (1) et Daniel Boutin (1)

Effets de la contamination par le déoxynivalénol (DON) de l'aliment des truies reproductrices

Dans une étude destinée à étudier les effets du déoxynivalénol (DON) sur les truies et leurs porcelets, 3 lots de 9 truies primipares PPx(LRxLW) sont comparés. Deux types d'aliments différant par le maïs introduit au taux de 75%, témoin non contaminé ou contaminé (2 ppm de DON/kg d'aliment), sont utilisés. Les truies du lot témoin (T) et celles du lot contaminé (C) reçoivent leurs régimes respectifs à raison de 2,8 kg/j en gestation, et à volonté pendant les 4 semaines de lactation. L'aliment non contaminé est distribué aux truies du lot pair fed (PF) en quantité égale à celle consommée par les truies du lot C. Un porcelet/portée est sacrifié dès la naissance, un autre à 5 jours d'âge, et deux porcelets au sevrage. La consommation des truies n'est pas affectée par le régime pendant la gestation, alors qu'en lactation, elle est réduite en moyenne de 21% dans le lot C en comparaison du lot T. Les performances de reproduction, la survie et la croissance des porcelets ne sont pas affectées. La consommation par les truies du régime contaminé par le déoxynivalénol a quelques effets limités sur l'anatomie et la morphologie du tube digestif des porcelets à différents âges, ainsi que sur leur prolifération lymphocytaire à 5 jours et leurs taux d'IgA plasmatiques au sevrage. Bien que le DON soit retrouvé à concentration similaire dans le plasma, le colostrum et le lait des truies du lot C, de l'ordre de quelques ng/ml, il n'est pas quantifiable dans le plasma des porcelets.

Effects of feeding a diet contaminated with deoxynivalenol (DON) to reproductive sows

A study involving 3 groups of 9 PPx(LRxLW) gilts each was undertaken to study the effects of 2 mg deoxynivalenol (DON)/kg diet during the whole reproductive cycle on their performance and those of their piglets. Two kinds of gestation and lactation diets containing 75% maize and only differing in the maize batch, control or contaminated, were fed. The control (T) and contaminated gilts (C) were fed 2.8 kg/day during pregnancy and ad libitum during the 4-week lactation with their respective diets. Gilts in the pair-fed group (PF) were fed the control diet at the same amount than that of the contaminated diet ingested by the C gilts. One piglet/litter was sacrificed when born, one at 5 days of age, and two at weaning.

Feed intake in pregnancy was similar in the three groups, whereas it was decreased by 21% on average during lactation in the C gilts compared to the T gilts. Reproductive performance, survival and growth rate of the piglets were not affected by DON. Feeding the contaminated diet to gilts had some limited consequences on anatomy and morphology of the digestive tract of the piglets at the different stages, on lymphocyte stimulation at 5 days, and on their plasma IgA level at weaning. Despite DON was found at a similar concentration, some ng/ml, in plasma, colostrum and milk of the C gilts, its level in piglet's plasma could not be quantified.

INTRODUCTION

Le déoxynivalénol (DON), qui appartient à la famille des trichothécènes de type B, est la mycotoxine la plus répandue sous nos climats. Il est retrouvé notamment dans les céréales telles que le blé et le maïs. Le porc y est particulièrement sensible. De nombreuses expériences zootechniques ont été réalisées sur les effets du DON sur les porcelets et les porcs en engraissement. La diminution de la consommation spontanée des aliments renfermant du DON et la baisse consécutive de la vitesse de croissance sont les conséquences les plus manifestes (Forsyth et al, 1977 ; Friend et al, 1986 b,c ; Prelusky, 1997 ; Grosjean et al, 2002). Ces effets apparaissent lorsque la teneur en DON excède 1 mg/kg d'aliment, et s'accroissent quand le niveau de contamination augmente, une anorexie totale étant constatée pour les doses supérieures à 10 mg/kg (Young et al, 1983 ; Forsyth et al, 1977). D'autres symptômes sont parfois rapportés, mais non systématiquement observés : modification de la formule sanguine et réduction des protéines sériques attribuées à la diminution de la synthèse protéique hépatique provoquée par le DON (Rotter et al, 1995 ; Eriksen et Pettersson, 2004), augmentation du taux d'IgA (Grosjean et al, 2002 ; Pinton et al, 2004), augmentation de la prolifération lymphocytaire (Pinton et al, 2004), réponse diminuée après immunisation par la toxine tétanique (Øvernes et al, 1997). Enfin, Côté et al (1985) constatent une faible érosion des muqueuses de l'estomac et de l'intestin grêle, ainsi qu'une faible dégénérescence des plaques de Peyer chez des porcs consommant un aliment renfermant jusqu'à 5,8 mg de DON/kg.

Très peu d'études ont été consacrées aux effets du DON sur les truies reproductrices et leurs portées, en raison de leurs difficultés de réalisation. Chavez (1984) et Friend et al (1986a) n'observent aucun effet de régimes renfermant 3,3 ou 6,2 mg de DON/kg sur la consommation et les variations pondérales de truies pendant la gestation et la lactation. Au contraire, Friend et al (1983) constatent que des

aliments ayant 3,45 mg de DON/kg sont moins consommés et de façon plus variable pendant les 52 premiers jours de gestation, et que le gain de poids des truies est réduit. D'après Chavez (1984) et Friend et al (1986a), le nombre de porcelets morts-nés, la taille et le poids de la portée, le poids des porcelets à la naissance et au sevrage ne sont pas affectés. Cependant, Friend et al (1983) notent que la longueur des fœtus âgés de 52 jours tend à être plus faible lorsque leur mère a consommé un aliment contenant 3,45 mg de DON/kg. La composition globale du lait n'est pas affectée par la présence de DON dans l'aliment, mais des traces de DON (<2 µg/kg) ont été trouvées (Friend et al, 1986a).

Cette expérience a été réalisée afin de caractériser les effets de la consommation d'un aliment contaminé par du DON sur le déroulement de la gestation et de la lactation chez la truie, sur ses fœtus et ses porcelets, et de vérifier si ces effets résultent d'une toxicité directe du DON ou d'une baisse de consommation. Il s'agissait aussi de préciser les effets de l'ingestion de DON sur le statut immunitaire des truies et des porcelets, l'histologie et la morphologie du tube digestif, et la présence de résidus dans le plasma, les tissus et organes, et le lait. La possibilité de suivre des animaux consommant un aliment contaminé pendant une longue durée (5 mois) constituait un intérêt particulier.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Animaux et alimentation

L'expérience, réalisée en 2 répétitions successives, comporte 3 lots de truies nullipares PPx(LWxLR) qui ont reçu des aliments de croissance standard jusqu'à leur insémination. Elles sont inséminées avec de la semence de verrats Piétrain à 246 ± 2 jours d'âge, au poids de 152 ± 5 kg. Elles reçoivent successivement un aliment de gestation, puis un aliment de lactation, tous renfermant 75 % de maïs. Pour chacune de ces phases, deux aliments différant par la nature

Tableau 1 - Composition des régimes

Matières premières	Régimes témoins (T et PF)		Régimes contaminés (C)	
	Gestation	Lactation	Gestation	Lactation
maïs témoin	75,00	75,00	-	-
maïs contaminé	-	-	75,00	75,00
son de blé	5,00	-	5,00	-
tourteau de soja 48	10,00	17,65	10,00	17,65
mélasse	5,80	3,00	5,80	3,00
craie	1,30	1,20	1,30	1,20
phosphate bicalcique hydraté	2,00	1,60	2,00	1,60
sel marin	0,40	0,40	0,40	0,40
lysine-HCl	-	0,50	-	0,50
tryptophane	-	0,15	-	0,15
COV	0,50	0,50	0,50	0,50

du maïs utilisé sont préparés (Tableau 1) : maïs dépourvu de mycotoxines (aliment témoin), ou maïs naturellement contaminé qui renferme 3,9 mg de DON et 0,5 mg de fumonisine B1/kg, soit 2 mg de DON/kg dans l'aliment contaminé.

Les truies des lots "Témoin" (T ; 9 truies) et "Contaminé" (C ; 11 truies) reçoivent 2,8 kg d'aliment /j en gestation, puis sont nourries à volonté pendant les 28 ± 1 jours de lactation. Les aliments témoin et contaminé leur sont respectivement alloués pendant tout le cycle de reproduction. L'aliment témoin est distribué aux truies d'un 3^{ème} lot "Pair Fed" (PF ; 10 truies) en quantité égale à celle qui est consommée par les truies du lot Contaminé afin de déterminer si les effets éventuels constatés sont dus à la présence de mycotoxines ou à des différences d'ingestion.

1.2. Mesures, prélèvements et dosages

Les refus d'aliment sont mesurés quotidiennement, et les critères zootechniques classiques sont enregistrés. Pendant la lactation, les truies du lot PF reçoivent la quantité moyenne d'aliment consommée la veille par les truies du lot C. Un porcelet par portée est sacrifié dès sa naissance, avant d'avoir pu téter, et un autre à 5-6 jours d'âge dans les lots PF et C, et 2 porcelets par portée au sevrage dans les 3 lots. Les truies sont abattues après le sevrage. Des prises de sang sont effectuées sur les truies en début, milieu et fin de gestation, ainsi qu'au sevrage, sur 2 porcelets à la naissance et sur les porcelets abattus. Sur tous ces animaux, divers tissus et organes (sang, muscle long dorsal, tissu adipeux sous-cutané, foie, reins, rate, tractus digestif) sont prélevés, pesés et échantillonnés.

Après son prélèvement, le tube digestif des porcelets abattus est pesé plein, puis ligaturé et segmenté en 4 compartiments: estomac, première (IG1) et seconde moitié (IG2) de l'intestin grêle, et gros intestin. La longueur de l'intestin grêle est déterminée. Les segments digestifs isolés sont pesés pleins puis vides de contenus, à l'exception du gros intestin non vidé. Des prélèvements de tissu intestinal et de muqueuse sont effectués sur le segment IG1 afin d'étudier l'architecture des villosités et des cryptes, ainsi que l'activité de plusieurs enzymes (saccharase, maltase et amino-peptidase N). La muqueuse est séparée de la musculature et leur poids respectif déterminé. Les protocoles analytiques correspondants ont été décrits (Salgado et al. 2001). La muqueuse de l'intestin grêle proximal des truies abattues est échantillonnée en vue des analyses enzymatiques décrites ci-dessus.

Les concentrations plasmatiques en immunoglobulines totales de classes A, G et M sont déterminées par ELISA dans les plasmas sanguins dilués. Les anticorps de capture sont utilisés à la concentration de 10 µg/ml. Les anticorps de détection, couplés à l'enzyme peroxydase de raifort, sont utilisés à la concentration de 25 (IgA), 10 (IgG) et 10 ng/ml (IgM) selon les indications du fabricant. Les concentrations en immunoglobulines totales sont déterminées par rapport à un plasma de référence.

Les cellules mononuclées du sang (CMS) sont séparées. Après lavage, elles sont mises en culture dans des plaques avec ou sans phorbol 12-myristate 13-acetate (PMA) et ionomycine (Io), avec ou sans concanavaline A (Con A) à des concentrations finales de 2 ou 10 µg/ml par puits de culture. Les cellules sont incubées à 37°C pendant 72 heures. Après 48 heures d'incubation, 50 µl de ³H-thymidine (10 µCi/ml) sont ajoutés dans tous les puits. La prolifération lymphocytaire est déterminée en mesurant la quantité de ³H-thymidine incorporée dans les cellules.

La présence de DON est recherchée dans le plasma des truies depuis l'insémination jusqu'à l'abattage, dans le colostrum et le lait, dans le plasma des porcelets, ainsi que dans divers tissus des porcelets et de leurs mères (muscle, tissu adipeux dorsal, foie, rein). Le dosage de la molécule dans les matrices animales, peu courant, a nécessité un important travail de mise au point et de validation méthodologique pour chaque type de matrice étudiée. L'étape la plus critique en matière de limite de détection est la phase d'extraction préalable, visant à palier les interférences nombreuses liées à la matrice. Dans le cas du lait et du colostrum, nous avons eu recours à une séparation par immuno-affinité afin d'atteindre des niveaux satisfaisants de détection du DON. Le dosage est réalisé par chromatographie en phase gazeuse après dérivation, et détection par capture d'électrons.

1.3. Calculs et analyses statistiques

Compte tenu des sacrifices de porcelets, la taille de la portée au sevrage a été estimée en supposant que le taux de survie postnatale des porcelets éliminés était identique à celui du reste de la portée. Les effets du traitement et de la répétition sont testés par analyse de la variance, suivant la procédure GLM du logiciel SAS, et les résultats obtenus dans les trois lots comparés par le test de Duncan. Pour les déterminations effectuées sur plusieurs porcelets d'une même portée au même stade, une analyse en split plot est effectuée.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Effets zootechniques

Neuf truies ont mis bas dans chacun des 3 lots, mais 2 truies du lot contaminé ont été éliminées par la suite, l'une pour une cause accidentelle, et la seconde après 2 semaines de lactation pendant lesquelles elle a totalement refusé de s'alimenter. La durée de gestation est indépendante du traitement ($114,2 \pm 1,1$ jours).

Pendant la gestation, toutes les truies consomment la ration qui leur est allouée. Cependant, alors que l'aliment témoin est ingéré très rapidement, la consommation de l'aliment contaminé s'étale sur la journée. Le gain de poids net des truies est similaire dans les 3 lots. Ceci confirme l'absence d'effet du DON sur l'efficacité alimentaire déjà constatée sur le porc en croissance (Rotter et al, 1994 ; Øvernes et al, 1997). Par contre, pendant la lactation, la consommation totale des truies du lot C est réduite de 21 % par rapport à celles du lot T (Figure 1). Cet effet est particulièrement impor-

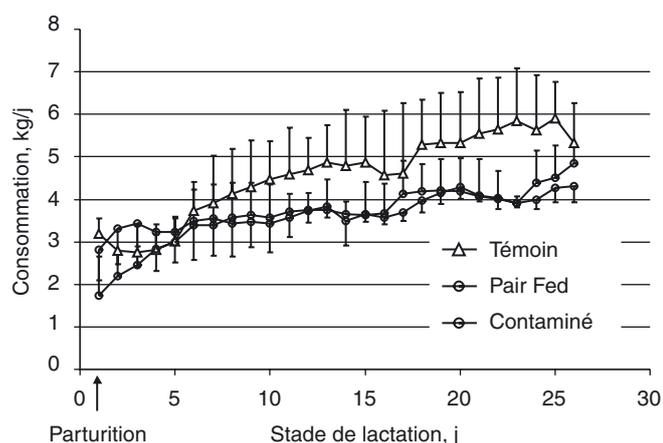


Figure 1 - Evolution de la consommation d'aliment des truies pendant la lactation

tant puisque d'après la bibliographie, la consommation du porc en croissance est réduite de 4 à 5 % par mg de DON/kg d'aliment (Etienne, non publié). Les répercussions du DON sur la consommation dépendent donc du niveau d'alimentation. En effet, aucune conséquence n'est constatée pendant la gestation jusqu'à 6,2 mg de DON/kg d'aliment chez des truies rationnées (2 à 2,8 kg/j : Chavez, 1984 ; Friend et al, 1986a ; présents résultats). En revanche, par rapport à des témoins alimentés à volonté, les truies gestantes réduisent leur consommation lorsque l'aliment renferme 3,5 mg de DON/kg (Friend et al, 1983). De même, pendant la lactation, la consommation d'aliment contaminé par des truies très rationnées n'est pas affectée (Chavez et al, 1984 ; Friend et al, 1986a), alors qu'ici, elle est réduite avec un aliment contenant 2 mg de DON/kg distribué à volonté.

En raison de l'étalement des mises bas, l'ajustement de la consommation des truies du lot PF n'a été effectif qu'à partir du 5^{ème} jour de lactation. Les pertes de poids des truies sont moins élevées dans le lot témoin et diffèrent significativement du lot PF, ces valeurs étant intermédiaires dans le lot C (respectivement 17,5, 30,4 et 25,8 kg).

La prolificité des truies, la survie et la croissance des porcelets ne sont pas affectées de façon significative par la présence de DON dans l'aliment maternel (Tableau 2). Ce résultat est conforme aux données de Chavez (1984) et de Friend et al (1986a). A la naissance, rapporté au poids vif, le poids des reins est plus faible chez les porcelets du lot C que du lot PF, alors que celui du foie et de la rate n'est pas affecté. Aux stades ultérieurs ainsi que chez les truies, le poids des organes prélevés ne diffère pas entre les lots.

2.2. Effets sur la morphologie et l'histologie du tube digestif

La longueur relative de l'intestin grêle est transitoirement plus élevée chez les porcelets de 5 jours du lot C par rapport au lot PF (226 vs. 257 cm/kg PV, $P < 0,05$). Nous n'avons pas d'éléments d'explications pour cette observation, mais elle est peut-être à rapprocher de la lymphoprolifération constatée à cet âge (cf plus loin). Le poids relatif de l'intestin grêle vide et de IG2 vide est significativement plus élevé au sevrage chez les porcelets témoins que chez les PF et les C, sans différence significative entre ces deux lots. A quantité d'aliment ingéré égale chez les truies, le DON n'a donc pas d'influence sur les caractéristiques pondérales des segments digestifs.

Du point de vue anatomique, une interaction significative ($P < 0,01$) entre l'âge et le traitement est observée pour le poids relatif de la muqueuse de l'intestin grêle proximal (Figure 2). A la naissance, les porcelets du lot C présentent une muqueuse plus légère (-13 %, $P < 0,05$) par rapport à celle des porcelets PF. Le DON consommé par la truie pendant la gestation a donc affecté le développement du tube digestif du porcelet *in utero*. Cependant, cette atrophie modérée semble avoir été comblée dès la première semaine d'allaitement.

Les caractéristiques morphologiques des villosités et des cryptes ne diffèrent pas entre les traitements, à l'exception

Tableau 2 - Évolution des effectifs et du poids des porcelets

Lot		Témoin	Pair fed	Contaminé	ETR ¹	Prob. Stat.
Nombre de porcelets	nés vivants	11,6	13,3	11,8	3,3	0,32
	mort-nés	0,6	0,1	0,7	0,5	0,08
Taux de survie, % ²	naissance - 48 h	85,2	89,6	87,1	12,0	0,74
	naissance - sevrage	82,1	81,1	83,6	14,6	0,95
PV des porcelets, kg	naissance	1,44	1,47	1,52	0,19	0,69
	sevrage	9,17	7,96	8,25	1,37	0,35
GMQ porcelets naissance-sevrage, g/j		274	233	237	41	0,24
Poids à la naissance	intestin grêle / PV	-	2,99	3,91	0,79	0,03
	reins / PV	-	0,71	0,56	0,14	0,04

¹ ETR, écart-type résiduel.

² calculé en supposant que la survie des porcelets sacrifiés était la même que pour le reste de la portée.

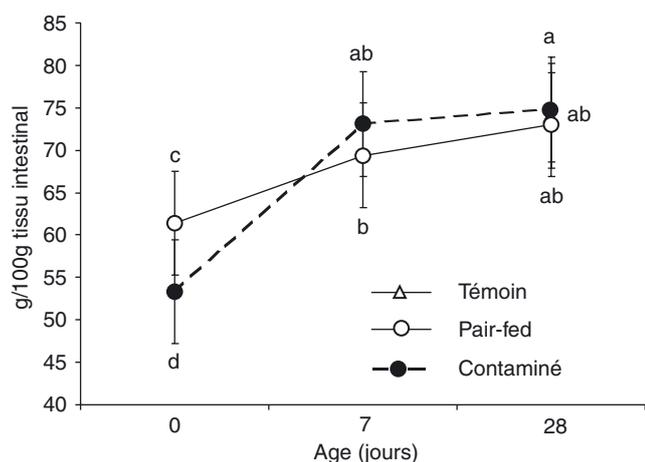


Figure 2 - Influence du traitement alimentaire des truies et de l'âge à l'abattage de leurs porcelets sur le poids de la muqueuse de l'intestin grêle proximal des porcelets (interaction significative, $P < 0,01$) ; les moyennes présentant des lettres différentes sont différentes ($P < 0,05$)

des cryptes qui sont plus larges à 28 jours chez les porcelets du lot C que chez ceux du lot PF (153 vs. 188 μm , $P < 0,05$), sans différence significative par rapport au lot témoin. Aucune différence significative d'activité des enzymes de la muqueuse de l'intestin grêle proximal des porcelets ou des truies n'est notée entre les traitements.

2.3. Effets sur l'immunité et la prolifération lymphocytaire

L'ingestion de DON par les truies ne modifie pas la concentration des différentes sous classes d'immunoglobulines dans le sérum des truies ni dans le sérum de leurs porcelets (Tableau 3). En fin de gestation, les concentrations sériques en IgA des truies recevant un aliment contaminé tendent à augmenter en comparaison de celles du lot PF. Si les effets

du DON sur la réponse immunitaire du porcelet ont fait l'objet de plusieurs études (Rotter et al, 1994 ; Øvernes et al, 1997 ; Pinton et al, 2004) il n'existe à notre connaissance aucun travail analogue sur des truies.

Nos résultats indiquent également que la réponse immunitaire des truies au niveau cellulaire n'est pas affectée. La réponse proliférative des lymphocytes incubés en présence de Con A ou de PMA-Io n'est pas significativement affectée chez des porcelets âgés de 5 et 28 jours et allaités par des mères consommant un régime contaminé en DON. Elle tend cependant à être diminuée ($P = 0,10$) chez ces porcelets à l'âge de 5 jours comparativement à ceux allaités par des mères du groupe PF lorsque les cellules sont stimulées avec 2 μg de Con A /ml. Ces résultats démontrent que la présence de 2 mg de DON/kg dans l'alimentation des truies en lactation n'affecte pas la réponse proliférative des porcelets sous la mère. Ils corroborent d'autres études réalisées chez le porc en croissance démontrant également que l'ingestion d'aliments fortement contaminés en DON n'affecte pas la réponse lymphocytaire *in vitro* à différents mitogènes (Rotter et al, 1994 ; Øvernes et al, 1997). Toutefois, ces résultats contrastent avec des données obtenues *in vitro* démontrant que l'addition de DON inhibe la prolifération des lymphocytes chez différentes espèces (Charoenpornsook et al, 1998 ; Meko et al, 2001) et module les propriétés fonctionnelles des macrophages (Wong et al, 1998 ; Moon et al, 2003). Les mécanismes d'action ne sont pas encore connus et il semble y avoir des différences marquées entre les travaux réalisés *in vivo* et *in vitro* quant aux effets causés par le DON sur les propriétés fonctionnelles des différentes populations de leucocytes. D'autres études sont donc nécessaires pour caractériser les effets de l'ingestion du DON sur la réponse immunitaire du porcelet dès la naissance. Bien que non significatifs, les résultats de la présente étude suggèrent que les porcelets nouveau-nés allaités par des mères dont le régime est moyennement contaminé en DON ont des fonctions lymphocytaires altérées. Il serait cependant intéressant de confirmer

Tableau 3 - Effets du régime sur la réponse humorale des truies (sous-classes d'immunoglobulines, mg/ml)

Stade	Truies				Porcelets Sevrage
	Début gest	Mi gest	Fin gest	Sevrage	
IgA					
Témoin	1,26 ± 0,13	1,12 ± 0,10	1,58 ± 0,17	1,33 ± 0,14	0,22 ± 0,02
Contaminé	1,03 ± 0,15	1,06 ± 0,14	1,71 ± 0,27	1,44 ± 0,19	0,20 ± 0,01
Pair fed	1,06 ± 0,11	0,99 ± 0,09	1,22 ± 0,12	1,31 ± 0,15	0,20 ± 0,02
IgG					
Témoin	15,69 ± 0,69	16,59 ± 1,25	10,71 ± 1,03	18,33 ± 2,69	5,93 ± 0,42
Contaminé	16,81 ± 0,92	17,43 ± 1,35	11,81 ± 1,08	19,47 ± 2,12	7,33 ± 0,60
Pair fed	16,69 ± 0,63	17,45 ± 1,33	11,56 ± 1,25	18,52 ± 1,59	6,35 ± 0,65
IgM					
Témoin	5,21 ± 0,64	5,16 ± 0,44	7,00 ± 0,68	5,01 ± 0,28	1,86 ± 0,29
Contaminé	6,51 ± 0,57	5,73 ± 0,24	6,78 ± 0,59	6,08 ± 0,47	1,38 ± 0,14
Pair fed	5,10 ± 0,44	5,44 ± 0,45	6,67 ± 0,52	5,04 ± 0,20	1,46 ± 0,15

Tableau 4 - Réponse proliférative des lymphocytes (\log_{10} cpm) de porcelets âgés de 5 et 28 jours

Age, j	Mitogène	Lot		ETR	Prob. Stat.
		Pair-fed (n)	Contaminé (n)		
5	Con A, 10 μ g/ml	4,17 (7)	4,27 (8)	0,15	0,65
	Con A, 2 μ g/ml	4,67 (7)	4,37 (8)	0,12	0,10
	PMA + I α	3,87 (7)	3,71 (8)	0,20	0,57
28	Con A, 10 μ g/ml	4,46 (18)	4,34 (17)	0,11	0,45
	Con A, 2 μ g/ml	4,62 (18)	4,78 (17)	0,13	0,38
	PMA + I α	4,20 (18)	4,31 (17)	0,15	0,60

ces résultats dans des situations où le système immunitaire est sollicité, telles un challenge infectieux ou une vaccination.

2.4. Présence de résidus

Seules les concentrations plasmatiques en DON (libre et glucuro-conjugué) chez les mères et les porcelets ainsi que les teneurs en DON du colostrum et du lait à 14 et 28 jours de lactation sont actuellement disponibles. Pour le plasma, la limite de détection (LOD) atteinte est de 2 ng/ml, la limite de quantification (LOQ) de 5 ng/ml, et la méthode est linéaire entre 5 et 100 ng/ml ($R > 0,99$). Pour le lait et le colostrum, la LOD est de 0,15 ng/ml et la LOQ de 0,25 ng/ml, ces limites très basses étant atteintes grâce à la séparation par immuno-affinité. La méthode est linéaire entre 0,2 et 4 ng/ml ($R > 0,99$). Dans les deux cas, il existe un fort effet de la matrice qui impose de quantifier les essais par rapport à des essais supplémentés pour tenir compte du pourcentage de recouvrement.

Chez les truies, les concentrations plasmatiques en DON sont respectivement de $1,04 \pm 0,36$, $4,90 \pm 1,15$ et $3,39 \pm 2,13$ ng/ml à mi-gestation, en fin de gestation et au sevrage. Le DON n'a jamais été détecté en quantité quantifiable dans le plasma des porcelets aux 3 stades d'étude, et ce malgré la présence de DON dans le colostrum ($3,68 \pm 0,53$ ng/ml) et le lait à 14 jours ($6,15 \pm 2,67$ ng/ml) et au sevrage ($6,12 \pm 5,40$ ng/ml). Les concentrations de DON retrouvées dans le plasma et le lait sont du même ordre de grandeur. Le lait ne constitue donc pas un compartiment d'excrétion/concentration de la toxine, résultat en accord avec le caractère assez polaire de la molécule (Guerre et al, 2000). Les concentrations retrouvées dans cette expérimentation, tant au niveau plasmatique que dans le lait, sont également en accord avec les quelques données de Friend et al (1986a). Les déterminations dans les autres tissus et organes sont en cours.

CONCLUSION

La présence de DON dans le régime des truies reproductrices réduit leur consommation en comparaison de femelles nourries libéralement avec un aliment non contaminé. Cette réduction peut être très importante pendant la lactation et conduire à un épuisement des réserves corporelles. Par contre, le DON n'a pas d'effet direct sur les performances de reproduction des truies, la survie et la croissance des porcelets, tout au moins à court terme. La consommation de DON par les truies affecte le développement pondéral in utero de la muqueuse des porcelets, et transitoirement la longueur de l'intestin grêle et la largeur des cryptes intestinales en fin d'allaitement. Des conséquences sur la physiologie absorbative et sécrétoire ainsi que sur les propriétés de barrière de l'intestin sont donc possibles. Dans les conditions de cette étude (aliment renfermant 2 mg de DON/kg distribué pendant 5 mois), les effets du DON sur la fonction immunitaire des truies sont limités. La fonction lymphocytaire des porcs nouveau-nés semble faiblement altérée. Le DON est retrouvé dans le plasma des truies, mais sa teneur varie peu au cours du cycle. Il est présent à des concentrations similaires dans le plasma des truies, le colostrum et le lait, mais n'est pas retrouvé en quantité quantifiable dans le plasma des porcelets.

REMERCIEMENTS

Cette étude fait partie d'un ensemble de travaux réalisés et financés dans le cadre de l'action transversale « Mycotoxines » de l'INRA. Les auteurs tiennent également à remercier Régis COUDURE, de l'ADAESO, qui a détecté puis fourni gracieusement le lot de maïs contaminé utilisé dans cette expérience.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Charoenpornsook K., Fitzpatrick J.L., Smith J.E., 1998. The effects of four mycotoxins on the mitogen stimulated proliferation of bovine peripheral blood mononuclear cells in vitro. *Mycopathologia*, 143, 105-111.
- Chavez E.R., 1984. Vomitoxin-contaminated wheat in pig diets: pregnant and lactating gilts and weaners. *Can. J. Anim. Sci.*, 64, 717-723.
- Côté L.M., Beasley V.R., Bratich P.M., Swanson S.P., Shivaprasad H.L., Buck W.B., 1985. Sex-related reduced weight gains in growing swine fed diets containing deoxynivalenol. *J. Anim. Sci.*, 61, 942-950.
- Eriksen G.S., Pettersson H., 2004. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 114, 205-239.
- Forsyth D.M., Yoshizawa T., Morooka N., Tuite J., 1977. Emetic and refusal activity of deoxynivalenol to swine. *Appl. Environ. Microbiol.*, 34, 547-552.
- Friend D.W., Thomson B.K., Trenholm H.L., Hartin K.E., Prelusky D.B., 1986a. Effect of feeding deoxynivalenol (DON)-contaminated wheat diets to pregnant and lactating gilts on their progeny. *Can. J. Anim. Sci.*, 66, 229-236.
- Friend D.W., Trenholm H.L., Fiser P.S., Thomson B.K., Hartin K.E., 1983. Effect on dam performance and fetal development of deoxynivalenol (vomitoxin) contaminated wheat in the diet of pregnant gilts. *Can. J. Anim. Sci.*, 63, 689-698.
- Friend D.W., Trenholm H.L., Thomson B.K., Fiser P.S., Hartin K.E., 1986b. Effect of feeding diets containing deoxynivalenol (vomitoxin)-contaminated wheat or corn on the feed consumption, weight gain, organ weight and sexual development of male and female pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 66, 765-775.
- Friend D.W., Trenholm H.L., Thomson B.K., Prelusky D.B., Hartin K.E., 1986c. Effect on deoxynivalenol (DON)-contaminated diet fed to growing-finishing pigs on their performance at market weight, nitrogen retention and DON excretion. *Can. J. Anim. Sci.*, 66, 1075-1085.
- Grosjean F., Taranu I., Skiba F., Callu P., Oswald I., 2002. Comparaisons de blés fusariés naturellement à des blés sains, dans l'alimentation du porcelet sevré. *Journées Rech. Porcine*, 34, 333-339.
- Guerre P., Bailly J.D., Benard G., Burgat V., 2000. Excrétion lactée des mycotoxines : quels risques pour le consommateur ? *Rev. Med. Vet.*, 151, 7-22.
- Meky F.A., Hardie L.J., Evans S.W., Wild C.P., 2001. Deoxynivalenol-induced immunomodulation of human lymphocyte proliferation and cytokine production. *Food Chem. Toxicol.*, 39, 827-836.
- Moon Y., Pestka J.J., 2003. Deoxynivalenol-induced mitogen-activated protein kinase phosphorylation and IL-6 expression in mice suppressed by fish oil. *J. Nutr. Biochem.*, 14, 717-726.
- Øvernes G., Matre T., Sivertsen T., Larsen H.J.S., Langseth W., Reitan L.J., Jansen J.H., 1997. Effects of diets with graded levels of naturally deoxynivalenol-contaminated oats on immune response in growing pigs. *J. Vet. Med.*, A44, 539-550.
- Pinton P., Royer E., Accensi F., Marin D., Guelfi J.-F., Bourges-Abella N., Granier R., Grosjean F., Oswald I., 2004. Effets zootechniques et immunitaires de la consommation d'aliment naturellement contaminé par du déoxyvalénol (DON) chez le porc en phase de croissance ou de finition. *Journées Rech. Porcine*, 36, 301-308.
- Prelusky D.B., 1997. Effect of intraperitoneal infusion of deoxynivalenol on feed consumption and weight gain in pigs. *Nat. Toxins*, 5, 121-125.
- Rotter B.A., Thomson B.K., Lessard M., Trenholm H.L., Tryphonas H., 1994. Influence of low-level exposure to *Fusarium* mycotoxins on selected immunological and hematological parameters in young swine. *Fundam. Appl. Toxicol.*, 23, 117-124.
- Rotter B.A., Thomson B.K., Lessard M., 1995. Effects of deoxynivalenol-contaminated diet on performance and blood parameters in growing swine. *Can. J. Anim. Sci.*, 75, 297-302.
- Salgado P., Lallès J.P., Toullec R., Mourato M., Cabral F.M., Freire J.P.B., 2001. Nutrient digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds and effects on the small intestine of weaned piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 91, 197-212.
- Wong S. S., Zhou H. R., Marin-Martinez M. L., Brooks K., Pestka J. J., 1998. Modulation of IL-1[β], IL-6 and TNF-[α] secretion and mRNA expression by the trichothecene vomitoxin in the RAW 264.7 murine macrophage cell line. *Food Chem. Toxicol.*, 36, 409-419.
- Young L.G., McGirr L., Valli V.E., Lumsden J.H., Lun A., 1983. Vomitoxin in corn fed to young pigs. *J. Anim. Sci.*, 57, 655-664.