

Quantification des effets de la consommation de déoxynivalenol (DON) par le porcelet sevré

François GROSJEAN (1), Patrick CALLU (1), Philippe PINTON (2), Fabien SKIBA (1),
Bruno BARRIER-GUILLOT (1), Isabelle OSWALD (2)

(1) ARVALIS - Institut du Végétal, 8, avenue du Président Wilson, 75116 Paris

(2) INRA, Unité de pharmacologie-toxicologie, 180, Chemin de Tournefeuille, 31931 Toulouse

Quantification des effets de la consommation de déoxynivalenol (DON) par le porcelet sevré

Deux essais d'alimentation de porcelets ont été réalisés avec des aliments à base de blé fusarié naturellement et contenant du déoxynivalénol (DON). Le premier essai a étudié la cinétique de consommation des porcelets ayant à leur disposition un aliment contenant 0, 720, 1440 ou 2880 ppb de DON pendant 28 jours ou pendant 14 jours avec retour à un aliment sain pendant les 14 jours suivants. Cet essai a permis aussi de mesurer les effets sur la croissance des animaux et la teneur en immunoglobulines de type A, G et M. Le deuxième essai a été conduit pour quantifier l'effet de faibles quantités de DON ingérées (0, 280, 560 ou 840 ppb dans les aliments) sur la consommation, la croissance des animaux, la teneur en immunoglobulines de type A, G et M, la prolifération lymphocytaire et la production de cytokines IL-4 et IFN- γ .

Les aliments contenant jusqu'à 840 ppb de DON ont peu d'effet sur la consommation, la croissance et les paramètres immunitaires des porcelets. Les aliments plus contaminés ont des effets notoires sur la consommation des animaux et dans une moindre mesure sur les paramètres immunitaires, mais ces effets sont réversibles en cas de distribution ultérieure d'aliment non contaminé.

Quantification of the effects of deoxynivalenol consumption by weaned piglets

Two feeding trials were carried out with naturally Fusarium-contaminated wheats which contained different amounts of deoxynivalenol (DON). The aim of the first trial was to measure the kinetic of feed consumption by piglets fed a wheat-based diet containing 720, 1440 or 2880 ppb of DON during 28 days or during 14 days followed by a DON-free diet during 14 days. This trial allowed to measure the effects of DON levels in diets on piglet growth and immunoglobulins A, G and M level in blood serum. The aim of the second trial was to measure the effects of low levels of DON in wheat-based diets (0, 280, 560 or 840 ppb) onto piglet consumption, growth, immunoglobulins A, G and M levels, lymphocytes proliferation and cytokines IL-4 and IFN- γ production.

Diets containing up to 840 ppb of DON have little effect on consumption, growth and immunity parameters of piglets. More contaminated diets have important effects on piglet consumption and in a smaller extent on immune parameters, but the effects are reversible when piglets are fed again with a DON-free diet.

INTRODUCTION

La qualité sanitaire des matières premières est de plus en plus prise en considération par les fabricants d'aliments pour porcs. Or les céréales à paille françaises peuvent contenir du déoxynivalénol (DON), mycotoxine produite au champ par des champignons appartenant au genre *Fusarium* (LEUILLET, 2002). La toxicité du DON a fait l'objet de nombreuses publications et de synthèses récentes (ROTTER et al., 1996, SCF, 1999 ; D'MELLO et al., 1999), mais les travaux rapportés peuvent concerner des doses et des associations de mycotoxines peu rencontrées dans les conditions françaises de production. Nous nous sommes donc proposé de quantifier les effets sur les porcelets, de différentes doses de DON contenues dans des aliments à base de lots de blé français fusariés naturellement. Nous avons également cherché à quantifier la réponse des porcelets ayant consommé du DON lorsqu'ils ont accès à nouveau à un aliment sain. Nous avons donc réalisé deux essais au cours desquels nous avons mesuré les consommations d'aliments, la croissance des animaux et la réponse immunitaire des animaux puisque les mycotoxines peuvent altérer cette réponse (OSWALD et COMERA, 1998).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Les animaux

Les porcelets étaient de génotype Naïma x P76. Ils sont arrivés sur la station expérimentale ITCF de Pouline (41) le jour de leur sevrage, âgés de 28 jours. Ils sont entrés en essai 13 jours après leur arrivée à la station, au poids vif moyen de 11 kg. Ils ont été mis en lots sur la base de leur poids vif et de leur sexe, et ont passé 4 semaines en loges individuelles.

Chaque essai était constitué de deux bandes de porcelets de 21 ou 24 mâles castrés et 21 ou 24 femelles.

1.2. Les matières premières

Deux lots de blé fusarié naturellement ont été choisis parmi différents lots homogénéisés. Sur ces lots, des prélèvements ont été effectués avec un échantillonneur automatique pour constituer des échantillons de 5 kg par tonne. Ces prélèvements ont été ensuite broyés avec une grille de 1 mm et divisés en sous-échantillons de 200 g. Pour choisir le lot fusarié du premier essai, les sous-échantillons de trois lots ont été envoyés à trois laboratoires. Les deux premiers laboratoires dosaient les trichothécènes en chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse alors que le troisième laboratoire travaillait en HPLC. Le lot fusarié du deuxième essai a été prélevé à partir d'un lot de 12 tonnes sur lequel 12 échantillons ont été analysés.

1.3. Composition et caractéristiques des aliments et des régimes

Dans les deux essais, les aliments étaient à base de blés, de tourteau de soja, d'acides aminés et d'AMV, afin de maximiser la présence de blé dans les aliments et ainsi augmenter les chances de mesurer les éventuels effets des fusario-

toxines. Les objectifs de formulation ont été décrits par GROSJEAN et al. (2002).

Dans le premier essai, nous avons constitué 4 aliments (A1, A2, A3 et A4) par des mélanges à base du lot de blé sain et du lot de blé fortement contaminé en DON. Avec ces aliments, nous avons composé 7 régimes constituant une gamme de teneurs élevées en DON. Les régimes R1, R2, R3 et R4 proposaient aux porcelets les aliments A1, A2, A3 et A4 pendant 28 jours alors que les régimes R5, R6 et R7 proposaient aux porcelets les aliments A2, A3 et A4 pendant 14 jours puis l'aliment A1 pendant les 14 autres jours.

Dans le deuxième essai, les quatre aliments ont été constitués par des mélanges à base du lot de blé sain et d'un lot de blé moyennement fusarié.

1.4. Mesures sur animaux

Dans chaque essai, nous avons mesuré le poids vif des animaux en début d'essai, puis 14 et 28 jours plus tard. Dans le premier essai, nous avons mesuré la consommation d'aliment de chaque porcelet tous les deux ou trois jours afin d'établir une cinétique de la consommation des porcelets. Dans le deuxième essai, nous avons mesuré la consommation de chaque porcelet uniquement après 14 et après 28 jours d'essai.

Par ailleurs, à la fin de la première bande de chaque essai, nous avons prélevé du sang sur tous les animaux. A partir de chaque prélèvement de sang, une fraction de sérum a été utilisée pour doser les concentrations en immunoglobulines de type A, G et M par ELISA. Une autre fraction a été utilisée pour la mise en culture des cellules sanguines afin de mesurer la prolifération des lymphocytes en l'absence de stimulation ou après stimulation pendant 96 heures par deux mitogènes (concanavalline A ou PMA + Ionomycine) ainsi que leur production de deux cytokines IL 4 et IFN- γ . Le dosage des cytokines a été réalisé par ELISA sur les surnageants provenant de cellules contrôles ou de cellules stimulées par les mitogènes en suivant les recommandations du fournisseur (Biosource international, Nivelles, Belgique). Les méthodes utilisées ont été décrites par GROSJEAN et al. (2002).

2. RÉSULTATS

2.1. Les teneurs en mycotoxines des blés et aliments

Les résultats des travaux préliminaires à l'essai 1, destinés à choisir le lot de blé contaminé, font apparaître un effet laboratoire et un effet lot (tableau 1). Nous avons choisi le lot le plus contaminé et considéré sa teneur en DON égale à 6000 ppb.

Les dosages des mycotoxines dans les aliments de la bande 1 et de la bande 2 du premier essai (tableau 2) montrent des gradients de teneurs en DON et en ZEN (zéaralénone) alors qu'aucune autre mycotoxine n'est détectée. Cependant, pour les aliments de la bande 1, les teneurs en

Tableau 1 - Teneur des lots de blé en mycotoxines (ppb)

lot analysé	1	2	3	4	5	6
lot utilisé dans les essais	essai 1 (témoin)	non	non	essai 1	essai 2 (témoin)	essai 2
date de dosage	1	2	2	2	3	3
Laboratoire 1						
DON	nd	140/140	590/650	6000/5970	nd	1100/1300
3aDON	nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd	nd/<60
15aDON	nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd	nd/nd
NIV	nd	nd/nd	60/<60	nd/nd	nd	60/<60
autres trichothécènes *	nd	nd/nd	nd/nd	nd/nd	nd	nd/nd
ZEN	-	nd/nd	nd/nd	130/50	nd	89/115
FB1	-	-/-	-/-	-/-	70	nd/nd
FB2	-	-/-	-/-	-/-	nd	nd/nd
OTA	-	-/-	-/-	-/-	nd	nd/nd
Laboratoire 2						
DON	-	212/190	1528/1208	9059/7393	-	-
3aDON	-	nd/nd	nd/nd	<50/<50	-	-
15aDON	-	nd/nd	<50/<50	171/114	-	-
NIV	-	nd/nd	232/245	138/130	-	-
ZEN	-	nd/nd	nd/nd	605/791	-	-
Laboratoire 3						
DON	-	148/167	2490/2810	16475/13820	-	-
3aDON	-	-/-	-/-	-/-	-	-
15aDON	-	-/-	-/-	-/-	-	-
NIV	-	-/-	-/-	-/-	-	-
ZEN	-	29/23	nd/nd	1160/900	-	-

*autres trichothécènes = fusarénone X, MAS, DAS, neosolaniol, T2, HT2, T2 triol

nd = non détecté

- = non dosé

/ = analyses faites en double

DON mesurées (200, 1100, 2600 et 5400 ppb) diffèrent des teneurs mesurées des aliments de la bande 2 (0, 630, 1300, 2900 ppb) et de celles attendues par additivité (0, 720, 1440 et 2880 ppb). Il en est de même pour les teneurs en ZEN (47, 95, 200 et 400 ppb ; 0, 155, 420 et 710 ppb ; 0, 16, 32 et 64 ppb).

Dans le deuxième essai, le lot de blé fusarié a été estimé contenir 1200 ppb de DON vu la grande homogénéité des

12 analyses. La teneur en mycotoxines des aliments (tableau 2), notamment les teneurs en DON (0, 440, 950 et 1400 ppb) s'est révélée différente de la valeur attendue par additivité (0, 280, 560, 840 ppb).

Nous considérons qu'il vaut mieux attribuer aux aliments les teneurs prévisionnelles, c'est à dire 0, 720, 1440 et 2880 ppb de DON pour le premier essai et 0, 280, 560, 840 ppb pour le second essai.

Tableau 2 - Teneurs estimées et mesurées des aliments en mycotoxines (ppb) (laboratoire 1)

aliment	1	2	3	4
Essai 1				
DON				
valeur attendue	0	720	1440	2880
valeur mesurée bande 1	200	1100	2600	5400
valeur mesurée bande 2	0	630	1300	2900
ZEN				
valeur attendue	0	16	32	64
valeur mesurée bande 1	47	95	200	400
valeur mesurée bande 2	0	155	420	710
Essai 2				
valeur attendue	0	280	560	840
valeur mesurée	0	440	950	1400

2.2. Résultats du premier essai

Les résultats sont présentés dans les figures 1 et 2, et au tableau 3.

2.2.1. Consommations des régimes R1/R2/R3/R4

Les porcelets ont consommé moins d'aliments contenant du DON que de l'aliment témoin, et ce, dès les premiers jours, bien que les différences de consommation entre régimes n'apparaissent significatives qu'à partir de la troisième période J5-J7.

La consommation cumulée de l'aliment contenant 720 ppb de DON diffère peu et non significativement de celle de l'aliment témoin (de 94 à 98 %). La consommation cumulée de l'aliment contenant 1440 ppb de DON apparaît plus faible que la consommation de l'aliment contenant 720 ppb (entre 92 et 94 % de la consommation de l'aliment témoin - différence souvent non significative). La consommation cumulée de l'aliment contenant 2880 ppb de DON est la plus faible de toutes (entre 81 et 85 % de la consommation de l'aliment témoin - différence souvent significative).

2.2.2. Consommations des régimes R1/R5/R6/R7

En première quinzaine, la hiérarchie des courbes des consommations des régimes R1, R5, R6 et R7 confirme celle des régimes R1, R2, R3 et R4 (figure 1). Mais seule la consommation cumulée du régime R7 est significativement différente de celle du régime R1. Il est à noter que l'écart entre les consommations du régime R7 et du régime

témoin R1 est plus élevé que celui entre les régimes R4 et R1 alors que les régimes R4 et R7 avaient le même aliment.

En deuxième quinzaine, les animaux des régimes R5, R6 et R7 (qui avaient eu de l'aliment contaminé en première quinzaine) se sont mis à consommer presque autant que les animaux témoins dès qu'ils ont eu à leur disposition de l'aliment sain (deuxième quinzaine). Les écarts relatifs de consommation cumulée varient de 93 à 101 % de celle du régime témoin (résultats non présentés). Les courbes de consommation cumulée (figure 2) sont marquées par la hiérarchie obtenue en première quinzaine, mais les écarts sont tamponnés.

2.2.3. Croissance des porcelets en première quinzaine d'essai

La vitesse de croissance moyenne des porcelets est d'autant plus faible que les aliments contenaient du DON. La vitesse de croissance des animaux du régime R7 est plus faible que celle des animaux du régime R4. Les indices de consommation ne diffèrent pas significativement d'un régime à un autre. Ainsi, les croissances enregistrées sont le reflet des consommations.

2.2.4. Croissance des porcelets en deuxième quinzaine d'essai

Les indices de consommation n'ont pas différé significativement selon le régime, à l'exception du régime R7, qui a été nettement plus faible que celui des autres régimes.

Tableau 3 - Performances des animaux du premier essai

Régime	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Probabilité sous HO ⁽¹⁾			ETR ⁽³⁾
aliment quinzaine 1	A1	A2	A3	A4	A2	A3	A4	interactions ⁽²⁾	sexe	régime	
aliment quinzaine 2	A1	A2	A3	A4	A1	A1	A1				
Poids vifs (kg) des porcelets											
Poids début	11,5	11,5	11,6	11,5	11,6	11,6	11,6	NS	NS	NS	1,1
Fin quinzaine 1	21,6	22,0	21,2	20,3	21,7	21,3	19,3	NS	NS	NS	2,3
Fin quinzaine 2	33,4	32,7	32,7	29,9	33,0	33,1	31,7	NS	NS	NS	3,1
Consommations (g/j d'aliment à 870 g de MS/kg)											
1 ^{ère} quinzaine	989 ^a	983 ^a	919 ^{ab}	820 ^{bc}	956 ^{ab}	904 ^{ab}	737 ^c	NS	NS	***	128
2 ^{ème} quinzaine	1425 ^a	1347 ^a	1356 ^a	1150 ^b	1409 ^a	1389 ^a	1364 ^a	NS	NS	**	175
totalité de l'essai	1207 ^a	1165 ^a	1137 ^a	985 ^b	1182 ^a	1147 ^a	1050 ^{ab}	NS	NS	**	139
GMQ (g/j)											
1 ^{ère} quinzaine	723 ^a	748 ^a	689 ^{ab}	627 ^{ab}	721 ^a	692 ^a	546 ^b	NS	NS	***	104
2 ^{ème} quinzaine	845	768	819	686	807	842	884	B x S ⁽⁴⁾	-	-	-
totalité de l'essai	784 ^a	758 ^a	754 ^a	657 ^b	764 ^a	767 ^a	715 ^{ab}	NS	NS	*	85
Indice de consommation											
1 ^{ère} quinzaine	1,37	1,31	1,34	1,31	1,33	1,31	1,36	NS	NS	NS	0,07
2 ^{ème} quinzaine	1,69 ^a	1,76 ^a	1,66 ^a	1,69 ^a	1,74 ^a	1,65 ^a	1,54 ^b	NS	NS	**	0,12
totalité de l'essai	1,54 ^a	1,53 ^a	1,51 ^{ab}	1,50 ^{ab}	1,54 ^a	1,49 ^{ab}	1,46 ^b	NS	**	*	0,06

⁽¹⁾ NS : $P > 0,05$; * : $0,01 < P < 0,05$; ** : $0,001 < P < 0,01$; *** : $P < 0,001$

⁽²⁾ interactions étudiées = bande x sexe x aliment, bande x sexe, bande x aliment, sexe x aliment (toutes NS, sauf une)

⁽³⁾ ETR : écart type résiduel

⁽⁴⁾ interaction bande x sexe ($P=0,03$), considérée comme fortuite

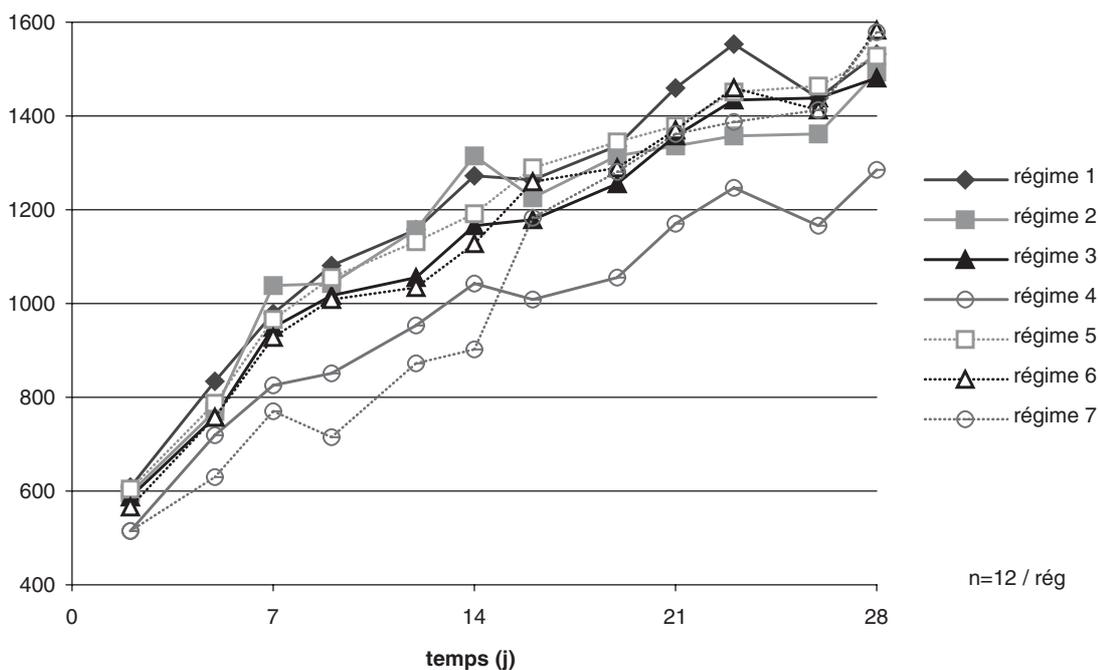


Figure 1 - Consommations moyennes d'aliments (g à 87 % de MS) par porcelet, pendant chaque période élémentaire (essai 1)

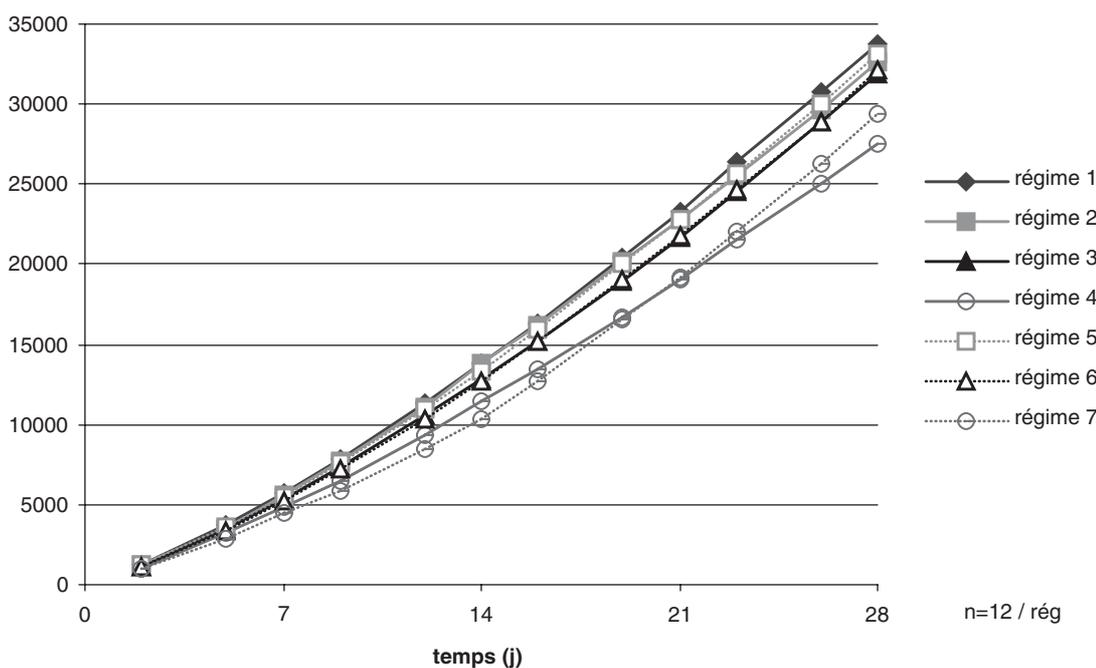


Figure 2 - Consommations cumulées d'aliments (g à 87 % de MS) par porcelet (essai 1)

2.2.5. Croissance des porcelets sur la totalité de l'essai

La croissance des porcelets des 4 premiers régimes a varié d'une façon inverse de la teneur en DON des aliments, mais les différences entre régimes n'apparaissent significatives que pour le régime 4.

La croissance des animaux des régimes R5, R6 et R7 n'apparaît pas significativement différente de celle du régime témoin, mais a tendance à se classer dans l'ordre inverse de la teneur en DON des régimes de première quinzaine.

2.2.6. Paramètres immunitaires

La consommation d'aliments contenant de fortes concentrations de DON (régimes R3 et R4) entraîne une augmentation de la concentration en immunoglobulines de type A mais pas des autres immunoglobulines de type G ou M (tableau 4). L'arrêt de la consommation d'aliments fortement contaminés ne permet de revenir à une concentration basale que dans le cas du régime très fortement contaminé (comparaison des régimes R4 et R7). Cependant les différences ne sont pas statistiquement significatives.

Tableau 4 - Concentration sérique des immunoglobulines des porcelets du premier essai (bande 1)

Régime	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Probabilité sous HO ⁽¹⁾			ETR ⁽²⁾
								interaction sexe x régime	sexe	régime	
aliment quinzaine 1	A1	A2	A3	A4	A2	A3	A4	NS	NS	NS	0,26
aliment quinzaine 2	A1	A2	A3	A4	A1	A1	A1				
Ig A (mg/ml)	0,54	0,56	0,75	0,69	0,55	0,70	0,49	NS	NS	NS	0,26
Ig G (mg/ml)	6,01	6,68	6,59	5,89	7,22	6,01	6,81	NS	NS	NS	1,63
Ig M (mg/ml)	2,04	2,41	2,23	2,27	2,01	2,21	2,18	NS	NS	NS	0,76

⁽¹⁾ NS : $P > 0,05$

⁽²⁾ ETR : écart type résiduel

2.3. Résultats du deuxième essai

2.3.1. Performances des animaux

Quelle que soit la période et quel que soit le critère considéré, il n'y a pas eu d'effet de la teneur en DON de l'aliment sur la consommation des porcelets, sur leur vitesse de croissance, ni sur leur indice de consommation (tableau 5).

2.3.2. Effet sur la teneur en immunoglobulines des sérums

Les résultats de dosage des 3 sous classes d'immunoglobulines figurent au tableau 6. Ils montrent que la présence de faibles concentrations de DON dans l'alimentation n'altère pas la concentration sérique des immunoglobulines et ce quelle que soit la classe d'immunoglobuline considérée.

2.3.3. Effet sur la prolifération lymphocytaire

Les résultats de prolifération des lymphocytes sanguins des porcelets ayant consommé différentes quantités de DON figurent au tableau 6. Chacun des mitogènes (Con A ou PMA + Ionomyline) entraîne une forte prolifération lympho-

cytaire. Cependant aucune différence de prolifération n'est observée en fonction des différents régimes consommés par les animaux.

2.3.4. Effet sur les cytokines

Les effets de la consommation d'aliments contaminés par du DON sur la production de cytokines sont consignés dans le tableau 6. Comme attendue, la stimulation mitogénique permet une production importante d'IL-4 et d'IFN- γ dans les surnageants de cultures. Par contre, nous n'observons aucune influence du régime alimentaire sur la synthèse de l'une ou l'autre de ces cytokines.

3. DISCUSSION

3.1. Les teneurs en mycotoxines des blés et aliments

Les teneurs en mycotoxines des lots de blé et des aliments montrent que le dosage de fusariotoxines n'est pas complètement maîtrisé par les laboratoires. Ceci peut s'expliquer par le fait que les circuits de comparaison interlaboratoires ont

Tableau 5 - Performances des animaux du deuxième essai

Régime	R1	R2	R3	R4	Probabilité sous HO ⁽¹⁾			ETR ⁽³⁾
					interactions ⁽²⁾	sexe	régime	
Poids vifs (kg) des porcelets								
Poids début	11,3	11,3	11,3	11,5	NS	NS	NS	1,4
Fin quinzaine 1	17,5	17,3	17,3	17,6	NS	NS	NS	2,1
Fin quinzaine 2	27,1	27,1	27,1	27,9	NS	NS	NS	3,0
Consommations (g/j d'aliment à 870 g de MS/kg)								
1 ^{ère} quinzaine	700	697	661	688	NS	NS	NS	123
2 ^{ème} quinzaine	1112	1136	1096	1149	NS	NS	NS	173
totalité de l'essai	906	917	878	918	NS	NS	NS	133
GMQ (g/j)								
1 ^{ère} quinzaine	441	427	426	439	NS	NS	NS	90
2 ^{ème} quinzaine	685	698	701	731	NS	*	NS	99
totalité de l'essai	563	563	563	585	NS	NS	NS	78
Indice de consommation								
1 ^{ère} quinzaine	1,65	1,74	1,65	1,67	NS	NS	NS	0,28
2 ^{ème} quinzaine	1,64	1,65	1,56	1,58	NS	NS	NS	0,14
totalité de l'essai	1,63	1,66	1,57	1,59	NS	NS	0,06	0,11

⁽¹⁾ NS : $P > 0,05$; * : $0,01 < P < 0,05$; ** : $0,001 < P < 0,01$; *** : $P < 0,001$

⁽²⁾ interactions étudiées = bande x sexe x aliment, bande x sexe, bande x aliment, sexe x aliment (toutes NS)

⁽³⁾ ETR : écart type résiduel

Tableau 6 - Effet du DON sur les paramètres immunitaires des porcelets (essai 2)

Régime	R1	R2	R3	R4	Probabilité sous HO ⁽¹⁾			ETR ⁽²⁾
					interaction sexe x régime	sexe	régime	
Teneur en DON de l'aliment (ppb)	0	280	560	840				
Concentration sérique des immunoglobulines (mg/ml)								
Ig A	0,74	0,90	0,92	0,68	NS	NS	NS	0,21
Ig G	6,48	6,27	6,73	7,59	NS	NS	NS	0,34
Ig M	2,22	2,27	2,24	2,42	NS	NS	NS	0,79
Prolifération des lymphocytes sanguins (résultats exprimés en coups par minute)								
Sans stimulation	1564	1941	1661	2177	NS	NS	NS	714
Avec stimulation par conA	16176	13713	13931	17043	NS	NS	NS	8106
Avec stimulation par PMA iono	51133	55334	50778	58560	NS	NS	NS	13779
Production de cytokines par les lymphocytes (pg/ml)								
IL-4 sans stimulation	24,3	29,6	25,1	34,5	NS	NS	NS	11,0
IL-4 avec stimulation	122,8	140,6	118,5	118,9	NS	NS	NS	93,2
IFN- γ sans stimulation	0	0	0	0				
IFN- γ avec stimulation	671,6	621,1	643,7	685,3	NS	NS	NS	156,7

⁽¹⁾ NS : $P > 0,05$

⁽²⁾ ETR : écart type résiduel

été peu nombreux jusqu'à présent en France. Les difficultés peuvent provenir de l'échantillonnage, de la phase d'extraction et/ou de l'analyse au sens strict du terme.

Malgré les incertitudes liées au dosage du DON, il est clair que les teneurs en DON des deux lots fusariés étudiés (6000 et 1200 ppb) sont très supérieures aux teneurs habituellement observées dans les blés français (LEUILLET, 2002). Les autres analyses n'ont pas détecté de monoacétoxiscirpénol (MAS), de diacétoxiscirpénol (DAS), de toxines T2, HT2 et T2 triol, de 3-acétyl-DON et de 15-acétyl-DON, de fusarénone X (FX). Le lot à 6000 ppb de DON contenait un peu de zéaralénone (ZEN). Ces analyses des blés contaminés confirment que le blé ne contient pratiquement jamais de fumonisines (RICHARD-MOLARD et CAHAGNIER, 1989 ; PLACINTA et al., 1999).

3.2. Effets sur la consommation et la croissance des porcs

Dans le premier essai, les différences de consommations cumulées des régimes R1, R2, R3 et R4 (en pourcentage des consommations du régime témoin) semblent proportionnelles à la teneur en DON. Ceci peut s'expliquer par un effet non cumulatif du DON ingéré, lié probablement à la métabolisation rapide du DON dans les tissus. Cependant, la plupart des écarts ne sont pas significatifs, malgré leur importance. Il se peut que l'hétérogénéité de la distribution du DON dans les blés soit responsable en partie de ce phénomène.

Le fait que les animaux des régimes R5, R6 et R7 en deuxième quinzaine d'essai aient consommé presque autant que les animaux témoins, et cela dès qu'ils ont eu à leur disposition de l'aliment sain, signifie qu'il n'y a pas eu d'arrière effet important de la consommation antérieure de DON et confirme la métabolisation rapide de cette molécule. Leur

consommation légèrement moindre que celle des animaux témoins peut s'expliquer par leur poids plus vif plus léger. On aurait pu s'attendre à une sur-consommation liée à une croissance compensatrice ; cela n'a pas été le cas. Le seul phénomène s'apparentant à de la croissance compensatrice réside dans l'indice de consommation du régime R7 qui avait été le plus pénalisé en première quinzaine d'essai.

Dans l'ensemble, les croissances moyennes des animaux ont été le reflet des consommations et l'indice de consommation a été voisin pour tous les régimes.

Dans le deuxième essai, les différences de consommation, de croissance et d'indice de consommation sont faibles et non significatifs. Cela confirme que les doses de DON présentes dans les aliments sont faibles.

La baisse de consommation et la stabilité de l'indice de consommation enregistrées entre les régimes contenant du DON et les régimes témoins sont en accord avec les résultats de la bibliographie, même si ceux-ci montrent une grande variabilité de la réponse des animaux (GROSJEAN et al., 2002).

Les résultats de consommation relative des régimes 1, 2, 3 et 4 du premier essai ont permis d'estimer l'effet moyen du DON sur la consommation des porcelets. Il semble qu'une régression linéaire entre la teneur en DON de l'aliment et la consommation soit assez satisfaisante ($R^2=0,94$) et qu'une régression quadratique n'apporte que peu d'amélioration ($R^2=0,99$). Ainsi, on peut estimer que le porcelet diminue sa consommation de 5,9 % par ppm de DON dans l'aliment ingéré. Cependant cette valeur dépend des résultats d'analyse car elle serait égale à 4,2 % avec les valeurs obtenues par laboratoire 2. Par ailleurs, ces effets ne se retrouvent pas dans le deuxième essai du fait des faibles doses de DON dans les aliments.

3.3. Effets sur les paramètres immunitaires

Dans le premier essai, nos résultats tendent à indiquer un effet du DON sur la concentration sérique d'immunoglobulines de type A. Cependant la forte variabilité inter animale ajoutée au faible nombre d'animaux testés par régime rend ces effets non significatifs. Une augmentation de la concentration sérique en IgA suite à l'ingestion de DON a déjà été décrite chez le porc (ingestion d'un aliment contaminé avec 4 ppm de DON pendant 5 semaines ; GROSJEAN et al., 2002) et chez la souris (ingestion d'un aliment contaminé avec 25 ppm de DON pendant 4 semaines ; DONG et PESTKA, 1993). Chez les rongeurs, l'augmentation de la teneur en IgA sérique est associée au développement de néphropathies (ROTTER et al., 1996 ; HINOSHITA et al., 1997).

Les résultats que nous avons obtenus au cours du second essai montrent que la consommation de faible quantité de DON (jusqu'à 840 ppb) n'a pas d'influence sur la concentration sérique d'immunoglobuline, la prolifération lymphocytaire ou la production de deux cytokines régulatrices. Des analyses complémentaires montrent également que la consommation de tels aliments n'altère pas les formules sanguines et biochimiques des porcelets (résultats non présentés). Afin de conclure définitivement à une absence d'effet immunosuppresseur de ces concentrations de DON il faudrait analyser les effets de cette toxine dans des situations où le système est sollicité tels qu'une infection (FOURNOUT et al., 2001) ou une vaccination (MARIN et al., 2002).

CONCLUSIONS

Un aliment à base de blé et contenant du DON fait chuter la consommation des porcelets d'une façon sensible si la teneur en DON de l'aliment dépasse 840 ppb. Cette chute de consommation est assez proportionnelle à la teneur en DON de l'aliment et se manifeste très rapidement après l'ingestion de l'aliment contaminé. Le retour à un aliment sain après une période de consommation d'aliment contenant jusqu'à 2880 ppb de DON se traduit par un retour quasi normal de la consommation, et ce très rapidement. Mais le retard de consommation et donc de croissance des porcelets ne se comble pas ; ce retard se dilue simplement. Sur le plan immunologique, les aliments contenant jusqu'à 840 ppb de DON n'entraînent aucun effet notoire ; par contre, il semble qu'avec des teneurs supérieures, il y ait une augmentation de la teneur en IgA.

D'un point de vue pratique, au vu de ces résultats et au vu du faible niveau de contamination des blés français en DON, les fabricants d'aliments peuvent utiliser sans crainte la quasi-totalité des blés fusariés en alimentation porcine. Cependant, il apparaît urgent de disposer de méthodes fiables d'échantillonnage et de dosage des trichothécènes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ACTA pour sa participation financière au deuxième essai. Ils remercient Glon-Sanders pour la fourniture du lot fusarié du premier essai et Sébastien EPAULAIS (ITCF) pour la fourniture du lot fusarié du deuxième essai.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- D'MELLO J.P.F., PLACINTA C.M., MACDONALD A.M.C., 1999. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 80, 183-205.
- DONG W., PESTKA J.J., 1993. *Fundam. Appl. Toxicol.*, 20, 38-47.
- FOURNOUT S., FAIRBROTHER J., VERNEUIL S., LE BARS P., LAFFITTE J., LE BARS J., OSWALD I., 2000. *Journées Rech. Porcine en France*, 32, 33-37.
- GROSJEAN F., TARANU I., F. SKIBA, P. CALLU, OSWALD I., 2002. *Journées Rech. Porcine*, 34, 333-339.
- HINOSHITA F., SUZUKI Y., YOKOYAMA K., HARA S., YAMADA A., OGIURA Y., HASHIMOTO H., TOMURA S., MARUMO F., UENO Y., 1997. *Nephron.*, 75, 469-78.
- LEUILLET M., 2002. *Perspectives Agricoles*, 278, 24-26.
- MARIN D.E., TARANU I., BUNACIU P.R., PASCALE F., TUDOR D.S., AVRAM N., SARCA M., CUREU I., CRISTE R.D., SUTA V., OSWALD I.P., 2002. *J. Anim. Sc.*, 80, 1250-1257.
- PLACINTA C.M., D'MELLO J.P.F., MACDONALD A.M.C., 1999. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 78, 21-37.
- RICHARD-MOLARD D., CAHAGNIER, B., 1989. *Industries des céréales*, avril, 19-26.
- ROTTER B.A., PRELUSKY D.B., PESTKA J.J., 1996. *J. Toxicol. Environ. Health*, 48, 1-34.
- SCF (Scientific Committee on Food – European Commission), 1999. *Opinion on Fusarium toxins, Part 1 : DON*, http://www.europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/scf/index_en.html