



Intérêt comparé du cuivre, du zinc et d'un facteur de croissance en post-sevrage

Impact sur les performances de croissance et les rejets



Le cuivre est connu depuis de nombreuses années pour son rôle dans la croissance et le niveau de consommation du porcelet sevré. Quant à la supplémentation en zinc dans l'aliment, elle est pratique courante.

- Depuis de nombreuses années, le **cuivre** est connu pour son rôle dans la croissance et la consommation du porcelet sevré. Alors que le besoin strict est de l'ordre de 10 ppm (INRA 1989), un apport de 250 ppm de cuivre améliore la croissance journalière de 8 % et l'indice de consommation de plus de 5 % (BRAUDE 1967). La majorité des auteurs obtiennent les meilleurs résultats avec un taux de cuivre dans l'aliment de l'ordre de 200 à 250 ppm (T.S. STAHLY 1980, M.D. ROOFS 1982, T.W. BURNELL 1988, G.L. CROMWELL 1989, E.T. KORNEGAY 1989, W.F. STANSBURY 1990, G. A. AGPAR 1995).

Dans certains cas, 100-125 ppm de Cu permettent d'aussi bons résultats que 250 ppm (P.D. COFFEY 1994, O. ADEOLA 1995).

En présence d'un additif "facteur de croissance", les effets de l'additif et du cuivre s'additionnent. M.D. ROOF (1982) le constate avec du Carbadox, T.S. STAHLY (1980) avec des antibiotiques.

Il y a peu de références sur les rejets, pour O. ADEOLA (1995), le cuivre rejeté représente environ 90 % de l'ingéré.

- Les besoins généralement admis en **zinc** pour le porcelet sont de l'ordre de 50 à 100 ppm (NRC 1998). La supplémentation en zinc dans l'aliment est une pratique courante. Ainsi l'INRA (1989) préconise une addition de 80 à 100 ppm de zinc. O. ADEOLA (1995) constate un effet positif de l'apport de 100 ppm de Zn sur le GMQ du porcelet et cela d'autant plus que de la phytase est ajoutée. Pour H. D. POULSEN et T. LARSEN (1995), la rétention du zinc augmente avec l'ingestion jusqu'à un plateau atteint à 120 ppm. Mais l'effet sur les performances d'une supplémentation en zinc au delà de 30 ppm paraît nul (T. LARSEN 1996, SWINKLES et al 1995).

De nombreux essais ont été réalisés sur l'emploi du zinc à des doses pharmacologiques pendant une petite période après le sevrage, en général durant deux semaines. Ces doses très élevées, de l'ordre de 2000 à 3000 ppm semblent diminuer les diarrhées et améliorer la croissance (J.D. HAHN 1993, HOLM 1996, G.M. HILL et al 1996). Cependant SCHELL et KORNEGAY (1995-96) ne constatent aucun effet. Légalement, ces doses pharmacologiques sont autorisées en Suède, jusqu'à 2500 ppm. Dans les autres pays d'Europe, la

Résumé

Deux essais ont été mis en place à la station de Villefranche de Rouergue pour tester l'additivité des effets du cuivre et d'un facteur de croissance et pour comparer, sur les performances et les rejets, les effets d'une supplémentation en zinc par rapport à celle en cuivre sur des porcelets en post-sevrage. Dans les 2 essais, il est retrouvé l'effet facteur de croissance du cuivre, avec une certaine synergie du cuivre et du facteur de croissance.

Dans nos conditions, le zinc a eu peu d'effet sur les performances de croissance et les résultats de l'essai montrent un antagonisme entre le cuivre et le zinc. En présence de zinc, l'effet du cuivre diminue.

Un nouvel essai sera mis en place à l'ITP pour estimer à nouveau les rejets en cuivre et zinc.

Jacques CHAUVEL



dose maximum permise est 250 ppm.

En ce qui concerne les rejets, la quantité de zinc rejeté est fonction de la quantité ingérée et de la forme sous laquelle est apportée le zinc. Le taux de zinc rejeté par rapport à l'ingéré peut varier de 75 à 85 % (H. D. POULSEN 1995).

Deux essais ont été mis en place à la station de Villefranche de Rouergue, le premier pour tester l'additivité des effets du cuivre et d'un facteur de croissance, le deuxième pour comparer les effets d'une supplémentation en zinc aux effets d'une supplémentation en cuivre, sur les performances et sur les rejets.

Le premier essai a eu lieu à la fin de l'année 1997, le second aux mois d'août et septembre 1998.



Schéma expérimental

Dans les deux essais, quatre traitements sont comparés selon un dispositif factoriel à deux facteurs étudiés.

Essai 1 :

- 2 niveaux de cuivre
- présence ou non d'un facteur de croissance (olaquindox)

Essai 2 :

- 2 niveaux de cuivre
- présence ou non d'une supplémentation en zinc.

Les essais portent sur la période de post-sevrage entre 12 et 25 kg.

Déroulement des essais

Les animaux arrivent en station après le sevrage à des poids variant de 6 à 9 kg. Il reçoivent un aliment premier âge jusqu'à ce qu'ils atteignent le poids de 12 kg. Après une transition de 4 jours, ils reçoivent l'aliment expérimental. L'aliment est distribué à volonté.

Les mesures et contrôles suivants sont effectués :

- **sur les animaux** : pesées individuelles à l'arrivée et à la fin du post-sevrage, consommation par loge chaque semaine,
- **sur les aliments** : analyse de MS, MAT, cellulose brute, matière grasse, phosphore, cuivre, zinc, lysine,
- **sur les lisiers** : analyse de MS, azote, phosphore, cuivre, zinc. Le volume de lisier est mesuré à la fin de l'utilisation de l'aliment 1^{er} âge et à la fin de l'aliment expérimental.

L'analyse du zinc ne concerne que le 2^{ème} essai.

Dans chaque essai, 400 animaux de même origine génétique sont utilisés (360 en essai zootechnique, 40 pour les rejets).

L'essai zootechnique se déroule dans un bâtiment comprenant deux salles de 12 loges de 15 animaux, sur caillebotis intégral. 45 blocs individuels de 4 animaux sont constitués pour chacun des sexes pour les données individuelles (poids). Pour les données collectives, les consommations, 3 blocs collectifs de 4 cases de 15 animaux sont constitués pour chacun des sexes. Par traitement, 45 mâles castrés et 45 femelles sont mis en essai.

Les rejets sont étudiés dans un local comprenant 4 loges de 10 animaux. Sous chaque loge, est disposée une cuve de récupération du lisier. Une loge par traitement est mise en essai.

Les aliments

Les aliments expérimentaux sont à base de blé, de pois et de tourteau de soja, d'une valeur énergétique de 2320 kcal EN/kg avec un rapport lysine digestible/EN de 4,7 à 4,9 g/1000 kcal, respectivement pour l'essai 2 et pour l'essai 1.

Les teneurs en cuivre et en zinc, analysées, sont rapportées dans le tableau 3. Elles sont proches des valeurs souhaitées.

Traitement des données

Les résultats portent sur la totalité du post-sevrage y compris la période pendant laquelle les animaux ont reçu l'aliment 1^{er} âge où il n'y

Tableau 1 : Schéma expérimental

Traitements	Essai 1				Essai 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Cu (ppm)	10	10	140	140	10	10	140	140
Olaquindox (ppm)	0	50	0	50				
Zinc en + (ppm)					0	200	0	200



Tableau 2 : Formules et caractéristiques des aliments

Matières premières (%)	Essai 1	Essai 2
Blé	53,5	40
Maïs		10,5
Pois	15	15
Tourteau de soja 48	26,2	27
Huile de soja		0,7
Huile de colza	0,5	
Mélasses		2
Carbonate de Ca	1,5	1,8
Phosphate bicalcique	1,9	1,3
Sel		0,3
Lysine 50 %	0,1	0,1
Méthionine 20 %	0,3	0,3
COV	1	1
Caractéristiques		
MAT (% (analyse))	22,8	22,7
Lysine totale (%)	1,27	1,22
Énergie nette calculée (kcal/kg)	2320	2320
Lysine d./EN (g/1000 kcal)	4,9	4,7

Tableau 3 : Teneur en cuivre et en zinc des aliments

	1	2	3	4
Essai 1				
Cuivre (mg/kg)	22	21	120	101
Essai 2				
Cuivre (mg/kg)	20	17	138	134
Zinc (mg/kg)	54	194	57	219

avait pas de différence entre les teneurs en cuivre ou en zinc dans les aliments. Les croissances des animaux pendant cette période sont très proches dans les quatre traitements, une pesée collective des animaux a été faite au changement d'aliment.

Un test d'analyse de variance est effectué, 45 données par traitement et par sexe sont disponibles pour le poids et le GMQ et 3 pour la consommation d'aliment et l'in-

dice de consommation. Pour les données individuelles (poids, GMQ,), l'analyse a été faite sur l'ensemble des animaux (90 données/traitement) et par sexe (45 données/traitement/sexe).

Résultats

Les résultats rapportés ne concernent que les performances zootechniques. En effet, en raison de chiffres aberrants*, par exemple des rejets supérieurs aux consom-

mations, pour le zinc en particulier, les résultats de rejets ne sont pas présentés. Il est nécessaire de remettre en place un essai spécifique sur les rejets en cuivre et en zinc.

Essai 1 (tableau 4)

Les animaux recevant les régimes supplémentés en cuivre ou/et en facteur de croissance (traitements 2, 3, 4) ont une vitesse de croissance significativement supérieure à celle des animaux recevant le régime témoin (traitement 1). Les consommations sont supérieures en moyenne de près de 6 % chez les femelles par rapport aux mâles castrés et cette différence atteint 9 % dans le régime témoin. Pour les deux sexes, le régime témoin a été le moins consommé. Ceci entraîne des différences moins importantes sur l'indice de consommation que sur le GMQ. Cependant, cette différence est significative entre les régimes 1 et 4 (témoin et supplémenté en Cu et olaquinox). Les régimes 2 et 3 sont intermédiaires et ne sont différents, ni avec le régime témoin, ni avec le régime 4.

Sans que cela soit significatif, il y a une certaine additivité entre les effets du cuivre et de l'olaquinox sur le GMQ dans le régime 4, chez les femelles. La croissance des femelles du régime 4 est supérieure de 5, 7 et 9 % à celle des femelles respectivement des régimes 3, 2 et 1 (témoin). Les différences entre le régime 4 et les régimes 2 et 1 sont significatives, le régime 3 est intermédiaire (analyse par sexe). Alors que chez les mâles castrés, il y a peu de différences entre les régimes 2, 3 et 4. En ce

« Les animaux recevant les régimes supplémentés en cuivre ont une vitesse de croissance supérieure. »

* Note : L'utilisation de caillebotis galvanisés entraîne un niveau de rejet en zinc dans les déjections qui peut être supérieur à l'apport par l'aliment. Cet aspect est à reprendre avec l'utilisation de caillebotis en plastique.



Tableau 4 : Performances de croissance - essai 1

Traitements	1	2	3	4	Mâles castrés	Femelles	CV(1) (%)	Test statistique (2)	
								T	S
Poids début (kg)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,00	6,96	2,3		0,021
Poids fin (kg)	24,9a	25,7b	25,9b	26,2b	25,4	26,0	9,0	0,000	0,011
MC*	24,4a	25,7b	25,8b	25,5b			9,6	0,026	
F*	25,3a	25,7a	26,1ab	27,0b			8,4	0,003	
Durée (j)	36	36	36	36	36	36			
GMQ (g)	496a	520b	526b	534b	510	529	12,5	0,000	0,007
MC	484a	520b	522b	514b			13,2	0,025	
F	509a	520a	530ab	555b			11,4	0,003	
Consommation (kg/j)	0,69	0,72	0,72	0,72	0,69	0,73	2,9	0,058	0,000
I.C.	1,39a	1,38ab	1,37ab	1,35b	1,36	1,38	1,7	0,031	0,045

(1) Coefficient de variation

(2) Probabilité sous H_0 = hypothèse d'égalité des moyennes - Rejet de H_0 pour $P < 0,05$

* MC = mâles castrés, F = femelles

qui concerne les indices de consommation, la tendance d'additivité des effets du cuivre et des effets de l'olaquinox se retrouve, aussi bien chez les mâles castrés que chez les femelles, mais sans être statistiquement significative.

Essai 2 (tableau 5)

L'apport de cuivre améliore de 7 % la croissance du régime témoin (traitement 3 par rapport à 1) mais en présence de zinc, cet effet disparaît (traitement 4).

Les consommations d'aliment étant très proches, l'indice de consommation évolue de la même façon que le GMQ, le régime 3 avec cuivre seul permet le meilleur indice, le régime témoin le moins bon et les deux autres traitements sont intermédiaires n'étant différents de manière significative ni avec le régime témoin, ni avec le régime 3.

La présence de zinc n'a pas d'effets significatifs mais il existe une tendance d'amélioration du GMQ et de l'indice de consommation : respectivement de 2,5 % et 2,4 % en

moyenne (traitement 2 par rapport au traitement 1).

Conclusions

Dans les deux essais, nous retrouvons l'effet "facteur de croissance" du cuivre. Avec 120 ppm de cuivre, l'amélioration de la croissance est de 6 % (essai 1), avec 140 ppm, elle est de 7,5 % (essai 2). Ces chiffres sont du même ordre que ceux généralement cités par la bibliographie. Nous constatons également une certaine synergie du cuivre et du facteur de croissance.

Tableau 5 : Performances de croissance - essai 2

Traitements	1	2	3	4	Mâles castrés	Femelles	CV(1) (%)	Test statistique (2)	
								T	S
Poids début (kg)	7,9	7,9	7,9	8,0	8,1	7,7	2,7		0,0001
Poids fin (kg)	24,3	24,8	25,5	24,8	24,9	24,8	8,0	0,001	0,016
Durée (j)	40	40	40	40	40	40	40		
GMQ (g)	482a	494a	518b	496a	494	501	11,7	0,001	
Consommation (kg/j)	0,71	0,72	0,73	0,72	0,72	0,72	2,3		
I.C.	1,48a	1,45ab	1,40b	1,44ab	1,46	1,43	2,9	0,058	

(1), (2) voir Tableau 4



L'action combinée des deux améliore de 6 % la croissance par rapport à la moyenne de la croissance obtenue avec le cuivre ou avec l'olaquinox utilisés séparément. H.D. ROOF et D.C. MAHAN (1982) constatent le même phénomène avec 125 ppm de cuivre et 55 ppm de carbadox. La combinaison des deux donne de meilleurs résultats que la moyenne des performances obtenues par le cuivre seul ou le carbadox seul.

Dans nos conditions, le zinc a peu d'effets sur les performances de croissance (essai 2). Un grand

nombre de résultats de la bibliographie ne constate aucun effet du zinc sur la croissance quand il est ajouté dans le régime à des doses de 100 à 200 ppm (K.J. WEDEKIND et al 1994, J. LARSEN 1996, FEEDSTUFFS 1997). Pour certains auteurs, le niveau de croissance est amélioré avec 100 ppm de zinc ajoutés, mais cela concerne des animaux à faible niveau de performances (O. ADEOLA 1995, T. HARVEY, SLATON et al, FEEDSTUFFS 1997).

D'autres éléments peuvent influencer l'effet du zinc sur les

performances : présence ou non de phytase, forme d'apport du zinc. (oxydes, sulfates, chélates). D'autre part nos résultats montrent un certain antagonisme entre le cuivre et le zinc : en présence de zinc, l'effet du cuivre disparaît. J.W. SMITH et al (1997) trouvent un résultat très proche, 250 ppm de cuivre n'a aucun effet dans un régime comportant 3000 ppm de zinc.

Les rejets en cuivre et zinc n'ont pu être valablement estimés, un nouvel essai à ce sujet doit être mis en place. ■

« En présence de zinc, l'effet du cuivre disparaît. »

Contact :

jacques.chauvel@itp.asso.fr

Bibliographie

- ADEOLA O. 1995. Digestive utilisation of minerals by weanling pigs fed copper and phytase supplemented diets Canadian J. Anim. Sci. (1995) : 603-610.
- ADEOLA O., LAWRENCE B.V., SUTTON A.L. and CLINE T.R. 1995. Phytase induced changes in mineral utilization in zinc supplemented diets for pigs. J. Anim. Sci. 73 : 3384-3391.
- BOWLAND J.P 1990. Copper as a performance promoter for pigs. Pigs news and information, 1/ n°2 : 163-167.
- BRAUDE R. 1967. Copper as a stimulant in pig feeding World Review of Animal Production 3 (11), 69-82.
- BURNELL T.W., CROMWELL G.L. and STAHLY T.S. 1988. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. J. Anim. Sci. 66 : 1100-1108.
- COFFEY R.D., CROMWELL G.L. and MONEGUE J.J., 1994. Efficacy of a copper lysine complex as a growth promotant for weanling pigs. J. Anim. Sci. 72 : 2880-2886.
- CROMWELL G.L., STAHLY T.S. and MONEGUE H.J. 1989. Effects of source and level of copper on performance and liver copper stores in weanling pigs. J. Anim. Sci. 67 : 2996-3002.
- FEEDSTUFFS, 1997. Organic trace minerals examined in starter diets. Vol. 69, n° 21, 26 mai 1997.
- HAHN J.D. and BAKER D.H. 1993. Growth and plasma zinc responses of young pigs fed pharmacologic levels of zinc. J. Anim. Sci. 71 : 3020-3024.
- HILL G.M. and CROMWELL G.L. 1996. Impact of pharmacological intakes of zinc and (or) copper on performance of weanling pigs. J. Anim. Sci. 74 (suppl. 1).
- HOLM A., 1996. Zinc oxyde in treating E. Coli diarrhea in pigs after weaning. Swine nutrition management update. The compendium. Janvier 1996.
- INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques, 282 p.
- KORNEGAY E.T., van HEUGTEN P.H.G., LINDEMANN N.D. and BLODGETT D.J. 1989. Effect of biotine and high copper levels on performance and immune response of weanling pigs. J. Anim. Sci. 67 : 1471-1477.
- LARSEN T. and POULSEN H.D. 1996. The relationship between mineral and nitrogen balances in growing pigs fed diets supplemented with zinc oxyde. Canadian J. Anim. Sci. (1996) : 409-415.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine. 10ème édition p. 189.
- POULSEN H.D. and LARSEN T. 1995. Zinc excretion and retention in growing pigs fed increasing levels of zinc oxide. Livestock production science (43) 235-242.



- ROOF M.D. and MAHAN D.C. 1982. Effect of carbadox and various dietary copper levels for weanling swine. J. Anim. Sci. 55, n° 5 : 1109-1117.
- SCHELL T.C. and KORNEGAY E.T. 1995. Comparison of Zn availability from ZnO, Zn lysine, Zn méthionine and Zn SO₄ when fed at high concentrations to weanling pigs. J. Anim. Sci. 72, suppl. 2.
- SCHELL T.C. and KORNEGAY E.T. 1996. Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn méthionine, Zn lysine or Zn SO₄. J. Anim. Sci. 74 : 1584-1593.
- SMITH J.W., TOKACH M.D., GOODBAND R.D., NELSEN J.L. and RICHTER B.T. 1997. Effect of interrelationship between zinc oxyde and copper sulfate on growth of early weaned pigs. J. Anim. Sci. 75 : 1861-1866.
- STAHLY T.S., CROMWELL G.L. and MONEGUE, H.J. 1980. Effect of the dietary inclusion of copper and (or) antibiotics on the performance of weanling pigs. J. Anim. Sci. 51, n° 6 : 1347-1351.
- STANSBURY, W.F., TRIBBLE, L.F. and ORR J. D.E. 1990. Effect of chelated copper sources on performance of nursery and growing pigs. J. Anim. Sci. 68 : 1318-1322.
- SWINKELS J.W.G., BINNENDIJK G.P. and van DER PEET SCHWERING C.M.C. 1995. Post weaning diarrhea of pigs as affected by dietary levels of iron and zinc. Proefverslag Proefstation voor Varkenshonderij n°1 - 126, 19p (Rosmalen).
- WEDEKIND K.J., LEWIS A.J., GIESEMANN M.A and MILLER P.S. 1994. Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed corn-soybean meal diets. J. Anim. Sci. 72 : 2681-2689.