

# Effet de différents niveaux d'incorporation de cuivre et de zinc sur les performances zootechniques des poulets de chair et sur leurs déjections

Garet Jean<sup>(1)</sup>, Dumail Laure<sup>(1)</sup>, Rocaboy Gaëtan<sup>(2)</sup>,  
Clément Francis<sup>(2)</sup>, GIE EURO NUTRITION<sup>(3)</sup>

(1) 1TECHNA, BP 10, 44220 Coueron, France

(2) CCPA, ZA du Bois de Teillay, 35150 Janzé, France

(3) 3EURO NUTRITION, Route de Villeneuve, 95510 Vienne-en-Arthies, France

## RESUME

Cette étude a été conduite afin de déterminer l'effet, d'une part d'une réduction du taux alimentaire total en cuivre et en zinc, d'autre part de l'utilisation de deux formes d'apport de ces oligo-éléments (sulfate et chélate) sur les performances zootechniques de poulets de chair et sur les teneurs en Cu et Zn de leurs déjections. Les niveaux utilisés en Cu (apport prémix de 25 ou 5 mg/kg) et en Zn (apport prémix de 90 ou 45 mg/kg) ainsi que la nature de ces oligo-éléments ne modifient pas les performances de croissance des animaux. La diminution du cuivre alimentaire total (de 51% soit de 39 à 19 mg/kg) permet de réduire le taux de cuivre des déjections de 48 % à 17 jours et de 50 % à 28 jours. Lorsque la concentration alimentaire totale en Zn décroît de 32 % soit de 139 à 94 mg/kg, la teneur des rejets en Zn est abaissée de 39 % à 17 jours et de 25 % à 28 jours. L'utilisation de Cu-méthionine en remplacement de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  n'a pas d'effet sur le taux de Cu des excréments ; alors que le Zn-méthionine permet de diminuer la teneur en Zn des rejets par rapport à celle obtenue avec  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . En conclusion, une réduction des apports alimentaires en Cu et en Zn permet de limiter le risque de phytotoxicité associé à ces deux oligo-éléments sans pénaliser les performances des animaux.

## SUMMARY

*The aim of this study is to determine the effect of a food reduction of copper and zinc rates in chicken diets, and to observe the effect of two forms of these oligo elements (sulphate and methionine-chelate) on the zootechnical performances and on the contents Cu and Zn of dejections. The low levels in these oligo elements as well as their nature do not affect the growth performances and decrease their concentrations in chicken dejections. In conclusion, a reduction of the Zn and Cu in diet allow to limit the risk of phytotoxicity associated with these two oligo elements without penalizing the chicken performances.*

## Introduction

Dans les régions de production animale intensive, un déséquilibre entre déjections produites et surface d'épandage disponible peut être une source de pollution de l'environnement. La gestion des déjections avicoles, contenant des oligo-éléments tels que le cuivre et le zinc, constitue donc une préoccupation de l'aviculture actuelle.

Au niveau alimentaire, les teneurs en oligo-éléments sont souvent en excès par rapport aux besoins des poulets pour s'affranchir de la varia-

bilité des apports par les matières premières, de la diversité génétique et des risques de sous-consommation des animaux en élevage. D'autre part, il a été montré que, dans certaines conditions, 94 % du cuivre et du zinc ingérés par les poulets de chair pouvaient être rejetés dans les excréments (Mohanna et Nys, 1998). Cette faible rétention peut être due à un apport alimentaire en excès ou à une faible utilisation de ces oligo-éléments.

La directive européenne 91/676/CEE (directive "nitrates") réglementant les épandages ne prend pas en compte les apports en oligo-éléments des

déjections ce qui ne permet pas d'assurer la limitation des accumulations de cuivre et de zinc dans les sols (Nys et Mohanna, 1999). Cet excès d'éléments à la surface du sol constitue à terme un risque de pollution des eaux et de phytotoxicité des sols. Face au constat d'une augmentation des teneurs en oligo-éléments des sols européens (hollandais, bretons, danois), la DG SANCO (Direction générale "politique des consommateurs et protection de leur santé") élabore un projet de modification de la directive "additifs" 70/524/CE. Les teneurs maximales proposées seraient plus proches des

objectifs nutritionnels recommandés pour le poulet de chair : 20 mg de Cu/kg d'aliment complet et 120 mg de Zn/kg d'aliment complet.

Par ailleurs, la biodisponibilité du Cu et du Zn sous forme de chélate est controversée dans la littérature. La forme complexée de ces oligo-éléments permettrait une absorption plus efficace au niveau intestinal que celle obtenue avec les sels inorganiques.

L'objectif de cette étude était de tester deux pistes alimentaires de réduction des teneurs des rejets en Cu et en Zn. Nous avons évalué l'impact d'une réduction des taux alimentaires de Cu et de Zn d'une part, et l'utilisation de Cu et Zn sous forme de chélate d'autre part, sur les performances des poulets et sur les teneurs des excréments en Cu et Zn.

## 1. Matériels et méthodes

168 poussins mâles de souche Vedette ont été répartis en 7 régimes (24 répétitions) à l'âge de 8 jours dans un bâtiment conditionné avec contrôle de la température et de l'éclairage (élevage en poussinière de 300 poussins au sol de 0 à 7 jours). Ils sont pesés et répartis en cage individuelle par régime en fonction de leur poids. Les expériences sont conduites pendant 20 jours (de 8 à 28 jours d'âge). L'aliment et l'eau ont été distribués à volonté.

L'aliment expérimental est constitué de : blé 38 %, tourteau de soja 24.2 %, maïs 22.9 %, graines de soja 3.7 %, pois 3.5 %, issues d'amidonnerie de blé 3 % et CMV 4.7 %.

Les traitements expérimentaux sont mis en comparaison sur les performances zootechniques : contrôle du poids des aliments en début et fin de période pour la mesure de la consommation moyenne journalière (CMJ), contrôle du poids des animaux en début et en fin de période (Poids) pour la mesure du Gain Moyen Quotidien (GMQ), calcul de l'Indice de Consommation Technique (ICT).

Les fientes ont été collectées sur bâches plastiques pendant 24h. Les teneurs en Cu et Zn des aliments, des fientes et des foies (8 animaux par régime) ont été mesurées par la méthode d'absorption atomique.

Les données ont été soumises à un traitement statistique complet : analyse de variance selon un dispositif en blocs complets équilibrés et données traitées par la procédure UNIANOVA de SPSS, comparaisons de moyennes selon la méthode NEWMAN et KEULS.

## 2. Résultats et discussion

### 2.1. Performances zootechniques

Le tableau 1 présente les résultats zootechniques des poulets obtenus avec deux niveaux de supplémentation en cuivre (5 et 25 mg/kg), deux niveaux de supplémentation en zinc (45 et 90 mg/kg) et deux formes d'apport des oligo-éléments (sulfate et chélate).

Dans cet essai, l'apport en cuivre des matières premières étant de 14 mg/kg en moyenne, les poulets ont reçu un apport total en cuivre soit de 39 mg/kg soit de 19 mg/kg selon les régimes. Le Tableau 1 montre

que la diminution de l'apport prémix en cuivre de 25 à 5 mg/kg n'engendre pas de différence significative entre régimes au niveau des différents paramètres mesurés (poids des animaux à 28 jours, GMQ, CMJ et ICT).

Ces résultats sont concordants avec ceux obtenus par Aoyagi et Baker (1993b) : un apport croissant de CuSO<sub>4</sub> de 1 à 16 mg/kg ne modifie pas le gain de poids ni la consommation alimentaire de poulets de chair de 23 jours recevant un régime semi-purifié. D'après Miles et al. (1998), le poids et la consommation des poulets de chair n'évolue pas lorsque les régimes à base de maïs et de tourteau de soja ont une concentration en cuivre de 26 mg/kg ou de 175 mg/kg. Ces résultats sont en accord avec les recommandations du National Research Council (NRC) de 5 mg de Cu/kg d'aliment (1994) nécessaires pour satisfaire les besoins pour la croissance du poulet de chair.

D'après le tableau 1, les performances de croissance des animaux ne diffèrent pas significativement lorsque l'apport prémix en Zn passe de 90 à 45 mg/kg, ce qui correspond à 139 mg/kg ou 94 mg/kg si on prend en compte l'apport des matières premières (49 mg/kg).

Plusieurs études ont rapporté une réponse dose-dépendante à l'apport en Zn total pour des régimes maïs-soja ayant des teneurs augmentant jusqu'à 28 mg/kg (Pimentel *et al.*, 1991), 30 mg/kg (Wedeking *et al.*, 1992), 40 mg/kg (Yi *et al.*, 1996) ou encore 45 mg/kg (Mohanna et Nys, 1999). Ces résultats sont proches des recommandations du NRC de 40 mg de Zn/kg d'aliment (1994), pour la croissance des poulets de chair. Selon Wedeking *et al.* (1992), des concentrations en Zn de 45 à 95 mg/kg d'aliment ne modifient pas la croissance de poulets de chair de 22 jours. Ces observations sont complétées par Mohanna et Nys (1999) qui ne constatent pas d'effet du Zn sur le gain de poids, la consommation ou l'IC de poulets de 21 jours lorsque l'apport total en Zn varie de 105 à 150 mg/kg d'aliment.

Le tableau 1 met également en évidence l'absence d'effet de la forme d'apport du Cu et du Zn (sulfate ou

| Régimes | Cuivre       |                                         | Zinc         |                                       |
|---------|--------------|-----------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
|         | Taux (mg/kg) | Forme d'apport                          | Taux (mg/kg) | Forme d'apport                        |
| 1       | 25           | CuSO <sub>4</sub>                       | 90           | ZnSO <sub>4</sub>                     |
| 2       | 5            | CuSO <sub>4</sub>                       | 90           | ZnSO <sub>4</sub>                     |
| 3       | 25           | CuSO <sub>4</sub>                       | 45           | ZnSO <sub>4</sub>                     |
| 4       | 5            | CuSO <sub>4</sub>                       | 45           | ZnSO <sub>4</sub>                     |
| 5       | 5            | Chélate de<br>Cuivre<br>d'acides aminés | 90           | Chélate de<br>Zinc<br>d'acides aminés |
| 6       | 25           |                                         | 45           |                                       |
| 7       | 5            |                                         | 45           |                                       |

Tableau 1 : *Effet d'un apport de Cu et de Zn sur les performances du poulet de chair âgé de 28 jours*

| Cuivre (mg/kg)                 | Zinc (mg/kg) | Forme d'apport (Sulfate = S ; Chélate = C) | Poids (g) | GMQ (g/l) | CMJ (g/l) | ICT   |
|--------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 25                             | 90           | S                                          | 1463      | 64.1      | 104.2     | 1.626 |
| 5                              | 90           | S                                          | 1437      | 62.8      | 101.5     | 1.617 |
| 25                             | 45           | S                                          | 1472      | 64.6      | 105.2     | 1.632 |
| 5                              | 45           | S                                          | 1425      | 62.2      | 101.8     | 1.639 |
| 5                              | 90           | C                                          | 1464      | 64.2      | 103.9     | 1.619 |
| 25                             | 45           | C                                          | 1411      | 61.5      | 101.4     | 1.650 |
| 5                              | 45           | C                                          | 1435      | 62.7      | 102.9     | 1.642 |
| Effet dose cuivre              |              |                                            | NS        | NS        | NS        | NS    |
| Effet dose zinc                |              |                                            | NS        | NS        | NS        | NS    |
| Effet forme d'apport           |              |                                            | NS        | NS        | NS        | NS    |
| Interactions Cu*Zn             |              |                                            | NS        | NS        | NS        | NS    |
| Interactions Cu*forme d'apport |              |                                            | NS        | NS        | NS        | NS    |
| Interactions Zn*forme d'apport |              |                                            | NS        | NS        | NS        | NS    |

chélate) sur le poids des poulets, leur GMQ, leur CMJ et leur ICT.

Aoyagi et Baker. (1993c) ont montré que le Cu-méthionine et le sulfate de cuivre donnent les mêmes performances de gain de poids et de consommation alimentaire aussi bien à des doses faibles qu'à des doses élevées.

Concernant le chélate de Zinc d'acides aminés, même si les auteurs divergent quant à la biodisponibilité du Zn chélaté par rapport à celle du Zn minéral, ils s'accordent sur l'absence d'effet de la forme d'apport sur les performances des animaux (Wedeking et al., 1993 ; Mohanna et Nys, 1999).

## ■ 2.2. Teneur des déjections en Cu et en Zn

La majorité du Cu et du Zn ingéré n'est pas absorbée par les animaux et est excrétée. L'objectif majeur de notre étude était d'évaluer les conséquences de la réduction du Cu et du Zn alimentaire sur le rendement d'utilisation et les rejets en Cu et Zn.

Les figures 1 et 2 présentent les teneurs en cuivre et en zinc des déjections des poulets de chair à 17 jours et à 28 jours selon la concentration alimentaire totale.

La figure 2 montre que les teneurs en zinc des déjections ne sont pas significativement différentes entre le 17<sup>e</sup> et le 28<sup>e</sup> jour, que ce soit pour des teneurs alimentaires fortes ou diminuées.

D'après la figure 1, on constate que les rejets en cuivre sont significativement plus riches ( $P < 0.05$ ) à 28 jours qu'à 17 jours lorsque les apports des aliments étaient élevés. A 28 jours, les déjections contenaient 17% de cuivre en plus par rapport à la concentration à 17 jours. Avec des teneurs en cuivre plus faibles, cette tendance se confirme sans toutefois être significative (+ 13 %).

Mohanna et Nys (1998) ont montré que la concentration corporelle en Cu et en Zn évolue avec l'âge des poulets de chair. Pour ces deux oligo-éléments, les concentrations sont les plus fortes à 4 jours, décroissent à 11 et 21 jours puis se stabilisent. La rétention corporelle suit la même évolution : elle atteint un plateau à 21 jours pour le Cu et

le Zn (Mohanna et Nys, 1998). Les rejets en Zn mesurés lors de cette étude (figure 2) concordent avec ce qui précède, la valeur minimale de rétention corporelle semblant être déjà atteinte à 17 jours.

En revanche, d'après la figure 1, la concentration en Cu dans les déjections augmente de 17 à 28 jours. Ces résultats confirment ceux de Mohanna et Nys (1997) montrant que, dans le cas du cuivre, la rétention corporelle la plus basse est atteinte seulement à partir de 40 jours.

Pour le Cu et le Zn, la réduction des apports alimentaires se traduit par une diminution importante de ces oligo-éléments dans les rejets, comme le montre les figures 1 et 2. En effet, en diminuant de 32 % la teneur en zinc de l'aliment (de 139 à 94 mg/kg), la concentration en

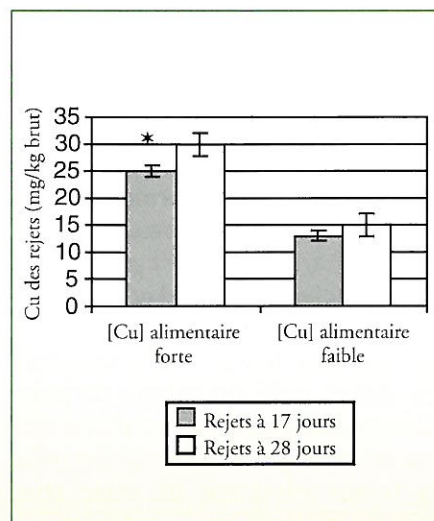
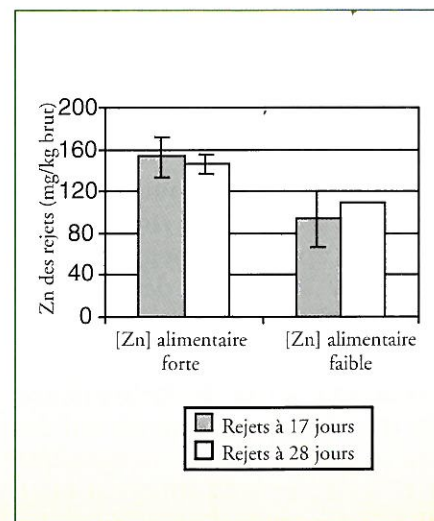
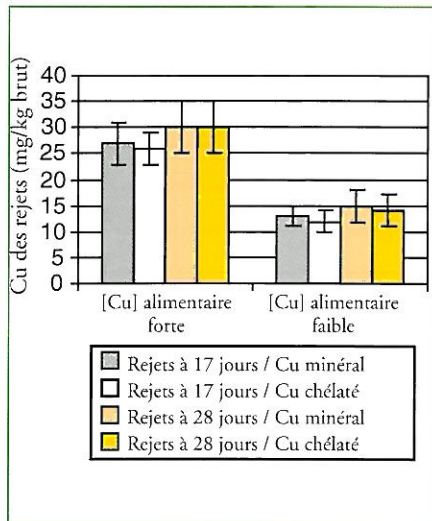
Figure 1 : *Teneurs en Cu des déjections*Figure 2 : *Teneurs en Zn des déjections*

Figure 3 : Teneurs en Cu des déjections selon la forme d'apport



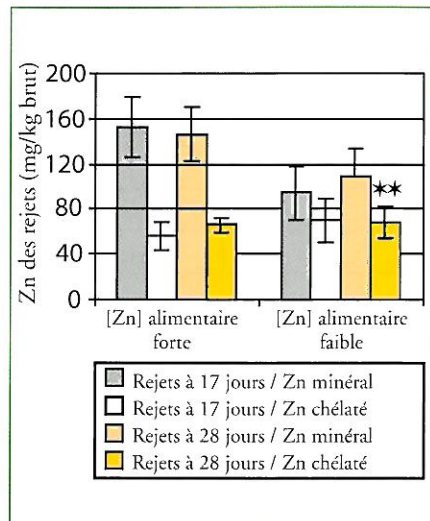
zinc des déjections est diminuée de 39 % à 17 jours et de 25 % à 28 jours. De même, en réduisant de 51 % la teneur en cuivre de l'aliment (de 39 à 19 mg/kg), la teneur en cuivre des rejets est abaissée de 48 % à 17 jours et de 50 % à 28 jours.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Mohanna et Nys (1999) : alors que la teneur corporelle en Zn double quand la concentration alimentaire totale en Zn augmente de 20 à 60 mg/kg, un apport supplémentaire de zinc induit une faible augmentation de la rétention corporelle (16 % quand le Zn alimentaire passe de 60 à 195 mg/kg), un pourcentage de rétention qui diminue et une excrétion de Zn accrue. En conséquence, la réduction du taux de Zn alimentaire peut être un moyen efficace pour augmenter la rétention corporelle et diminuer la concentration en Zn dans les déjections (Mohanna et Nys, 1999). Nys et Mohanna (1999) ont mesuré une diminution de la concentration en Zn des rejets de 75% en réduisant le Zn alimentaire de 190 à 65 mg/kg.

Les figures 3 et 4 comparent les rejets en cuivre et en zinc obtenus avec des apports alimentaires sous forme de sulfate ou de chélate à 17 jours et à 28 jours.

D'après la figure 3, l'apport de cuivre sous forme de chélate donne les mêmes résultats au niveau des rejets que l'apport inorganique à 17 jours et à 28 jours, et ceci, que la concentration alimentaire

Figure 4 : Teneurs en Zn des déjections selon la forme d'apport



totale soit forte ou diminuée. Cette absence d'effet de la source de cuivre est en accord avec Aoyagi *et al.* (1993c) qui n'ont pas trouvé de différence de biodisponibilité entre le sulfate de cuivre et le Cu-méthionine. Le Cu-lysine, une autre forme de cuivre chélaté, présente également la même efficacité biologique que le sulfate de cuivre (Aoyagi et Baker, 1993a, Aoyagi et Baker, 1993c, Baker *et al.*, 1991).

La figure 4 montre que les résidus de zinc dans les déjections sont très diminués avec l'apport de zinc sous forme chélatée. Cet effet est significatif pour les mesures à 28 jours. Aux fortes concentrations alimentaires totales, la forme organique permet de réduire la teneur en zinc des rejets de 63 % à 17 jours (56 vs 153 mg/kg) et de 55 % à 28 jours (66 vs 146 mg/kg). Pour les teneurs alimentaires plus faibles, la réduction obtenue est de 26 % à 17 jours (70 vs 94 mg/kg) et de 38 % à 28 jours (68 vs 109 mg/kg).

L'efficacité du zinc organique obtenue lors cet essai diverge avec certaines études qui n'ont pas mis en évidence une différence de biodisponibilité entre les formes chélaté et inorganique du zinc (Aoyagi *et al.*, 1993a, Pimentel *et al.*, 1991). En revanche, Wedekind *et al.* (1992) ont montré que la biodisponibilité du zinc issu du Zn-méthionine était de 206 % celle du sulfate de zinc. Les arguments en faveur d'une efficacité biologique supérieure pour la forme chélatée du zinc sont encore minces.

## Conclusion

La réduction significative du taux de Zn et de Cu apportés par l'aliment n'a pas affecté les performances zootechniques des animaux. Elle a permis de réduire les teneurs des déjections en Cu et en Zn de 48 % et 39 % à 17 jours et de 50 % et 25 % à 28 jours respectivement.

L'utilisation de chélates n'a pas eu d'effet sur les rejets en Cu. Concernant le zinc, la forme organique permet une meilleure rétention de l'élément et une diminution de sa présence dans les déjections des poulets de chair sans effet zootechnique favorable mesurable.

Une meilleure adaptation des niveaux alimentaires de cuivre et de zinc se révèle être un moyen efficace pour réduire l'accumulation de ces oligo-éléments dans le sol et contribue à limiter le risque de phytotoxicité dans les régions de production intensive.

Un complément utile à cette expérience consisterait à confirmer l'apparente meilleure biodisponibilité de la forme chélatée par une amélioration de la teneur corporelle de l'oiseau.

## Références bibliographiques

- Aoyagi S., Baker D.H., 1993a. *Poult. Sci.* 72., 165-171.
- Aoyagi S., Baker D.H., 1993b. *Poult. Sci.* 72., 1075-1083.
- Aoyagi S., Baker D.H., 1993c. *Poult. Sci.* 72., 2309-2315.
- Baker D.H., Odle J., Funk M.A., Wieland T.M., 1991. *Poult. Sci.* 70., 177-179.
- Miles R.D., O'Keefe S.F., Henry P.R., Ammerman C.B., Luo X.G., 1998. *Poult. Sci.* 77., 416-425.
- Mohanna C., Nys Y., 1997. In : 2èmes Journées Rech. Avicole, 8-10 Avril 1997, Tours, France.
- Mohanna C., Nys Y., 1998. *Brit. Poult. Sci.* 39., 536-543.
- Mohanna C., Nys Y., 1999. *Brit. Poult. Sci.* 40., 108-114.
- National Research Council, 1994. Requirements of Poultry. Nat. Acad. Press., Washington, DC.
- Nys Y., Mohanna C., 1999. In : 3èmes Journées Rech. Avicole, 23-25 Mars 1999, St Malo, France.
- Pimentel J.L., Cook M.E., Greger J.L., 1991. *Poult. Sci.* 70., 947-954.
- Wedekind K.J., Hortin A.E., Baker D.H., 1992. *J. Anim. Sci.* 70., 178-187.
- Yi Z., Kornegay E.T., Denbow D.M., 1996. *Poult. Sci.* 75., 540-546.