

## INFLUENCE DE L'ADDITION DE CUIVRE AU REGIME DU PORC SUR SES CARACTERISTIQUES DE CROISSANCE ET DE COMPOSITION CORPORELLE

A. RERAT (\*)

*Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs  
CNRZ-INRA, 78 - Jouy-en-Josas*

On sait, depuis de longues années, que le cuivre est nécessaire à la vie des mammifères. Le besoin du porc en croissance, s'il n'a fait l'objet d'aucune détermination précise, est actuellement estimé à 5-10 ppm (N.R.C., 1968) ; on sait par ailleurs qu'un apport excessif (plus de 500 ppm) peut se révéler toxique. Ce n'est cependant pas sous l'aspect d'un oligo-élément indispensable, qu'il est le plus souvent considéré, mais comme « adjuvant » alimentaire. Cela fait, en effet, plus de vingt ans qu'on a constaté que l'addition de ce métal à la ration du porc à raison de 250 ppm se révélait bénéfique pour ses performances de croissance (BRAUDE, 1945, 1948). De nombreuses confirmations, de ce fait, ont par la suite été fournies par différents chercheurs, à quelques exceptions près (cf. revue BRAUDE, 1965). Compte tenu de l'utilisation très répandue des antibiotiques dans le même but en France, et de leur efficacité certaine, il n'a pas paru nécessaire à cette époque de procéder à une étude plus poussée sur ce sujet.

Il faut cependant préciser que la situation a fortement évolué au cours des dernières années. L'utilisation des antibiotiques en alimentation animale est très fortement battue en brèche par les hygiénistes qui se basent notamment sur les phénomènes de transmission de résistance aux antibiotiques d'un genre de micro-organisme à un autre (rapport SWANN, 1969). Bien que selon CHABBERT (1970), les risques soient infimes d'une transmission « in vivo » de résistance d'un germe banal à un germe pathogène pour l'homme, la simple éventualité d'un tel risque incite les chercheurs à trouver des solutions de remplacement, qui pourraient être choisies dans le cas où les doutes jetés sur l'utilisation des antibiotiques en alimentation animale l'emporteraient.

C'est dans cet esprit qu'une série d'études a été entreprise au C.N.R.Z., au cours de laquelle devait être précisée l'influence de l'addition de cuivre à dose relativement élevée (125 à 250 ppm) dans le régime du porc, sur les caractéristiques de croissance et de composition corporelle de cet animal. Cette expérience devait permettre, en outre, de répondre à deux questions subsidiaires : existe-t-il une action additive entre le cuivre et un antibiotique (la virginiamycine) ? Existe-t-il une différence de réponse entre mâles castrés et femelles ?

### CONDITIONS EXPERIMENTALES

Les animaux proviennent du troupeau de la station, 144 porcs (72 mâles castrés et 72 femelles) d'un poids moyen de 28,7 kg ont été répartis par groupes de huit (4 mâles et 4 femelles), selon un schéma en blocs complets comportant six lots de vingt-quatre animaux, soit trois répétitions. Au sein d'une même répétition, mise en place le même jour, les six groupes de huit animaux sont choisis aussi homogènes que possible du point de vue âge et poids et affectés au

(\*) Avec la collaboration technique de D. BOURDON et B. DABIEL.

hasard à l'un des traitements. Chaque groupe de huit animaux est placé dans une loge collective et reçoit à volonté l'un des régimes, en alimentation sèche, sous forme de granulés à raison de trois repas par jour. Les animaux disposent d'eau à volonté. Les six régimes diffèrent par la nature et la quantité d'adjuvant, et leur composition est donnée dans le tableau 1. Les traitements sont les suivants, pour la totalité de la croissance (30-90 kg) :

- le lot témoin T reçoit un régime de base à 16 % de protéines (par rapport à la matière sèche) ;
- les lots CuA et CuB reçoivent le régime de base additionné respectivement de 125 et 250 ppm de Cu (sous forme de sulfate de cuivre à raison de 0,05 % et 0,10 % respectivement) ;
- les lots TV, VA et VB correspondent aux lots T, CuA et CuB respectivement, mais leur régime contient, en outre, un antibiotique, la virginiamycine, à raison de 20 ppm.

**TABLEAU 1. — Composition des régimes**

| LOT OU REGIME                                | 1<br>T | 2<br>CuA | 3<br>CuB | 4<br>TV | 5<br>VA | 6<br>VB |
|--|--------|----------|----------|---------|---------|---------|
| <b>Composition %</b>                         |        |          |          |         |         |         |
| Orge .....                                   | 63     | 63       | 63       | 63      | 63      | 63      |
| Son .....                                    | 15     | 15       | 15       | 15      | 15      | 15      |
| Tourteau de soja .....                       | 12     | 12       | 12       | 12      | 12      | 12      |
| Farine de poisson de Norvège .....           | 3      | 3        | 3        | 3       | 3       | 3       |
| Mélange minéral CMI .....                    | 3      | 2,95     | 2,90     | 2,90    | 2,85    | 2,80    |
| Mélange vitaminique CVI .....                | 4      | 4        | 4        | 4       | 4       | 4       |
| Mélange antibiotique (a) .....               | —      | —        | —        | 0,10    | 0,10    | 0,10    |
| SO <sub>4</sub> Cu, 5 H <sub>2</sub> O ..... | —      | 0,05     | 0,10     | —       | 0,05    | 0,10    |

(a) Composition du prémélange antibiotique :

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| Virginiamycine (pure) ..... | 20 g    |
| Glucose .....               | 980 g   |
|                             | 1 000 g |

### RESULTATS

Au cours de la période de croissance active (30-60 kg), l'ingestion d'aliment contenant du sulfate de cuivre se traduit par une accélération sensible de la vitesse de croissance ; respectivement 20 % et 28 % par rapport au témoin pour les doses de 125 et 250 ppm de cuivre (les différences entre les deux doses n'étant pas significatives). L'addition d'antibiotique s'est également révélée favorable (amélioration moyenne de 11 %). Les lots les meilleurs sont ceux contenant les deux substances qui ont présenté dans ce cas une action synergique, puisque l'amélioration liée à l'addition de l'antibiotique est à peu près la même à tous les niveaux d'incorporation de SO<sub>4</sub>Cu ; à noter qu'en raison du mode d'alimentation utilisé, les femelles ont présenté une croissance plus rapide que les mâles castrés (484 g/j contre 440 g/j).

Dans les conditions, de l'essai (animaux alimentés en groupe), on peut noter que l'addition de sulfate de cuivre ou/et d'antibiotique provoque une élévation de la consommation journalière qui est en relation avec l'augmentation déjà constatée de la croissance. L'indice de consommation est sensiblement amélioré par l'addition de sulfate de cuivre au régime. L'amélioration varie entre 10 et 14 % selon que la dose utilisée est de 125 ou 250 ppm, les différences entre les deux doses n'étant pas significatives. Par contre, l'addition d'antibiotique ne permet, dans ce cas, aucune amélioration significative de l'indice de consommation. En tout état de cause, c'est le lot présentant la croissance

la plus rapide qui présente également le meilleur indice de consommation. Il s'agit du lot recevant l'antibiotique et la plus forte dose de cuivre.

**TABLEAU 2. — Croissance et consommation (période 30-60 kg)**

Poids moyen : début : 28,6 - fin : 59,1

Age moyen : début : 103 j - fin : 171 j

| LOT                                   | T    | CuA  | CuB  | TV   | VA   | VB   | S $\bar{x}$ (1) |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| SO <sub>4</sub> Cu (ppm) .....        | 0    | 125  | 250  | 0    | 125  | 250  |                 |
| Virginiamycine .....                  | —    | —    | —    | +    | +    | +    |                 |
| <b>Gain moyen quotidien (g/j)</b>     |      |      |      |      |      |      |                 |
| Mâle castrés .....                    | 333  | 468  | 458  | 373  | 436  | 570  |                 |
| Femelles .....                        | 421  | 456  | 494  | 467  | 548  | 520  | **              |
| Tous animaux .....                    | 377  | 462  | 476  | 420  | 492  | 545  | 10,0            |
|                                       | (d)  | (b)  | (b)  | (c)  | (b)  | (a)  | (3,8)**         |
| <b>Consommation moyenne</b>           |      |      |      |      |      |      |                 |
| Journalière (kg mat. fraîche) .....   | 1,48 | 1,66 | 1,69 | 1,63 | 1,70 | 1,74 | 0,01            |
|                                       | (e)  | (d)  | (b)  | (d)  | (b)  | (a)  | (1,5)*          |
| <b>Indice de consommation</b>         |      |      |      |      |      |      |                 |
| Kg mat. fraîche/kg gain de poids .... | 3,93 | 3,56 | 3,54 | 3,89 | 3,45 | 3,20 | 0,05            |
|                                       | (a)  | (b)  | (b)  | (a)  | (b)  | (c)  | (2,2)*          |

(1) S $\bar{x}$  : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation entre groupes).

Les valeurs d'une même ligne non affectées d'une même lettre sont statistiquement différentes.

|                              | Antibiotique vs<br>sans antibiotique | SO <sub>4</sub> Cu vs<br>témoin | Effet dose<br>SO <sub>4</sub> Cu |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Gain moyen quotidien .....   | 4,97*                                | 17,34**                         | NS                               |
| Indice de consommation ..... | 2,37 NS                              | 16,53**                         | NS                               |

NS : Non significatif — \*\* : Significatif au seuil de 0,01 — \* : Significatif au seuil 0,05.

Les valeurs d'une même ligne non affectées d'une même lettre sont statistiquement différentes.

Au cours de la période de finition, ni l'addition de SO<sub>4</sub>Cu, ni celle d'antibiotique ne se révèlent avoir une influence positive sur les performances de croissance, ou de consommation (tableau 3). Il en résulte que sur l'ensemble de la période de croissance-finition, c'est-à-dire entre 30 et 90 kg de poids, on retrouve (tableau 4) les mêmes résultats que pour la seule période de croissance, mais les différences sont moins marquées. L'action du sulfate de cuivre, comme celle de l'antibiotique est significative sur la croissance, mais seule l'action du cuivre est positive sur l'indice de consommation. L'influence de chacune de ces substances s'ajoute à celle de l'autre.

**TABLEAU 3. — Croissance et consommation (période 60-90 kg)**

Poids moyen début : 59,1 - fin : 92,4

Age moyen début : 171 j - fin : 220 j

| LOT                                    | T    | CuA  | CuB  | TV   | VA   | VB   | S $\bar{x}$ (a) |
|--|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| SO <sub>4</sub> Cu (ppm) .....         | 0    | 125  | 250  | 0    | 125  | 250  |                 |
| Virginiamycine .....                   | —    | —    | —    | +    | +    | +    |                 |
| <b>Gain moyen quotidien (g/j)</b>      |      |      |      |      |      |      |                 |
| Mâles castrés .....                    | 673  | 670  | 625  | 670  | 659  | 688  |                 |
| Femelles .....                         | 695  | 743  | 623  | 746  | 731  | 692  |                 |
| Tous animaux .....                     | 684  | 706  | 624  | 708  | 695  | 690  | 11,0<br>(2,8)   |
| <b>Consommation moyenne</b>            |      |      |      |      |      |      |                 |
| Journalière (kg mat. fraîche) .....    | 2,66 | 2,63 | 2,47 | 2,59 | 2,58 | 2,66 | 0,03<br>(2,2)   |
| <b>Indice de consommation</b>          |      |      |      |      |      |      |                 |
| Kg matière fraîche/kg gain de poids .. | 3,92 | 3,92 | 3,78 | 3,71 | 3,81 | 3,87 | 0,03<br>(1,3)   |

(a) S $\bar{x}$  : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation entre groupes).**TABLEAU 4. — Croissance et consommation (période 30-90 kg)**

| LOT                                    | T    | CuA  | CuB  | TV   | VA   | VB   | S $\bar{x}$ (a) |
|--|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| SO <sub>4</sub> Cu (ppm) .....         | 0    | 125  | 250  | 0    | 125  | 250  |                 |
| Virginiamycine .....                   | —    | —    | —    | +    | +    | +    |                 |
| <b>Gain moyen quotidien (g/j)</b>      |      |      |      |      |      |      |                 |
| Mâles castrés .....                    | 477  | 547  | 536  | 505  | 538  | 612  |                 |
| Femelles .....                         | 516  | 567  | 548  | 570  | 619  | 595  |                 |
| Tous animaux .....                     | 496  | 557  | 542  | 537  | 579  | 603  | 7,3<br>(2,3)    |
| <b>Consommation moyenne</b>            |      |      |      |      |      |      |                 |
| Journalière (kg mat. fraîche) .....    | 1,98 | 2,05 | 2,01 | 2,01 | 2,04 | 2,14 | 0,06<br>(5,0)   |
| <b>Indice de consommation</b>          |      |      |      |      |      |      |                 |
| Kg matière fraîche/kg gain de poids .. | 3,92 | 3,71 | 3,66 | 3,79 | 3,62 | 3,55 | 0,03<br>(1,4)   |

|                              | Antibiotique vs<br>sans antibiotique | SO <sub>4</sub> Cu vs<br>témoin | Effet dose<br>SO <sub>4</sub> Cu |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Gain moyen quotidien .....   | 6,03*                                | 8,94*                           | NS                               |
| Indice de consommation ..... | 2,29 NS                              | 8,42*                           | NS                               |

NS : Non significatif — \*\* : Significatif au seuil de 0,01 — \* : Significatif au seuil 0,05.

(a) S $\bar{x}$  : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation entre groupes).

Sur le plan de la composition corporelle (tableau 5), l'addition de SO<sub>4</sub>Cu et/ou d'antibiotique au régime se traduit par une augmentation significative du rendement de la carcasse, mais également par un accroissement de l'adiposité corporelle.

TABLEAU 5. — Composition corporelle

Poids moyen à l'abattage : 92,4 kg

Age moyen à l'abattage : 220 jours

| LOT                                     | T     | CuA   | CuB   | TV    | VA    | VB    | S $\bar{x}$ (a) |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| SO <sub>4</sub> Cu (ppm) .....          | 0     | 125   | 250   | 0     | 125   | 250   |                 |
| Antibiotique .....                      | —     | —     | —     | +     | +     | +     |                 |
| <b>Jambon + Longe (poids net - %)</b>   |       |       |       |       |       |       |                 |
| Poids vif : mâles .....                 | 69,32 | 71,44 | 71,22 | 71,31 | 74,55 | 74,27 |                 |
| Femelles .....                          | 71,09 | 70,18 | 72,09 | 71,71 | 75,22 | 74,69 |                 |
| Moyenne .....                           | 70,21 | 70,81 | 71,65 | 71,51 | 74,88 | 74,48 | 0,23            |
|   | (c)   | (c)   | (b)   | (b)   | (a)   | (a)   | (0,5)**         |
| <b>Rendement (poids net - %)</b>        |       |       |       |       |       |       |                 |
| Mâles .....                             | 52,81 | 51,16 | 51,20 | 51,68 | 51,62 | 50,71 |                 |
| Femelles .....                          | 53,97 | 53,54 | 53,05 | 53,92 | 52,76 | 53,53 |                 |
| Moyenne .....                           | 53,39 | 52,35 | 52,13 | 52,80 | 52,19 | 52,12 | 0,23            |
| <b>Bardière + Panne (poids net - %)</b> |       |       |       |       |       |       |                 |
| Mâles .....                             | 16,52 | 18,05 | 16,02 | 17,50 | 17,52 | 17,61 |                 |
| Femelles .....                          | 14,88 | 14,89 | 15,14 | 14,74 | 17,03 | 15,27 |                 |
| Moyenne .....                           | 15,70 | 16,47 | 15,58 | 16,12 | 17,28 | 16,44 | 0,16            |
|   |       |       |       |       |       |       | (0,8)           |
| <b>Rein + Dos</b>                       |       |       |       |       |       |       |                 |
| <b>Epaisseur de lard — mm</b>           |       |       |       |       |       |       |                 |
|   | 2     |       |       |       |       |       |                 |
| Mâles .....                             | 22,08 | 25,60 | 24,90 | 24,00 | 24,60 | 26,60 |                 |
| Femelles .....                          | 20,10 | 20,70 | 22,10 | 20,40 | 23,70 | 21,00 |                 |
| Moyenne .....                           | 21,30 | 23,1  | 23,5  | 22,2  | 24,1  | 23,7  | 0,25            |
|   |       |       |       |       |       |       | (1,9)           |

(a) S $\bar{x}$  : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation entre groupes).

\*\* Effet traitement significatif au seuil P 0,01. Les valeurs d'une même ligne non affectées de la même lettre sont statistiquement différentes.

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les résultats de cette expérience montrent clairement une influence favorable du sulfate de cuivre et/ou de virginiamycine à faible dose, sur la vitesse de croissance et l'indice de consommation chez le porc. Il faut cependant noter que les animaux témoins ne présentaient que des performances médiocres, et on peut se demander si ces deux substances auraient eu la même intensité d'action chez des animaux à croissance rapide.

Il faut également préciser que les animaux étaient placés dans des conditions de surpeuplement dans chaque case, conditions qui semblent plus défavorables pour les mâles que pour les femelles (DESMOULIN, 1971), en raison de la compétition à l'auge qu'elles impliquent. Ceci expliquerait pourquoi les femelles ont présenté dans ces conditions une croissance plus élevée que les mâles castrés, alors que c'est l'inverse qui se produit habituellement.

En ce qui concerne la composition corporelle, l'addition de ces deux substances se révèle accroître l'adiposité des carcasses. Ce phénomène peut être mis en relation avec l'augmentation de la consommation journalière en présence de ces substances, ce qui provoquerait l'ingestion d'un excès de principes énergétiques se déposant sous forme de lipides dans l'organisme.

Les résultats rapportés ici sont en accord avec la presque totalité de ceux des autres chercheurs. A noter que certains de ceux-ci ne trouvent pas d'action additive entre antibiotique et sulfate de cuivre (BRAUDE et al., 1962 ; RUSZCZYC et al., 1960 ; WALLACE et al., 1960), mais ce fait est probablement lié aux conditions expérimentales différentes. La même explication peut être fournie par la différence dans l'importance de la réponse à ces substances entre nos expériences et celles d'autres auteurs.

Le mécanisme d'action du sulfate de cuivre en tant qu'adjuvant de la croissance ne peut être éclairci à l'aide d'une telle expérience. En tout état de cause, il faut bien préciser que certaines hypothèses ont été émises à ce sujet, mais qu'aucun support expérimental ne leur a été fourni. Ainsi, on a suggéré que le sulfate de cuivre pouvait intervenir, comme les antibiotiques, par une modification de la flore digestive, mais ce fait est controversé (FULLER et al., 1960 ; WILLIAMS-SMITH et JONES, 1963). Apparemment, ses propriétés fongicides ne seraient pas en cause (BARBER et al., 1961), pas plus que ses propriétés anthelminthiques (SCOTT et al., 1958 ; BRAUDE, 1965).

En définitive, le sulfate de cuivre, aux doses de 125 ppm ou de 250 ppm, peut être utilisé dans l'alimentation du porc en croissance. Lorsque les conditions d'élevage sont médiocres, il permet des améliorations notables des performances de croissance et de transformation de la nourriture, par contre, son influence sur la composition corporelle semble défavorable. Compte tenu de son prix peu élevé en comparaison avec celui des antibiotiques, ce composé peut présenter un intérêt indéniable en élevage porcin. Il faut, bien entendu, éviter d'en incorporer des quantités trop importantes car, au-delà de 250 ppm, il est susceptible de provoquer des intoxications.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARBER R.S., BOWLAND J.P., BRAUDE R., MITCHELL K.G., and PORTER J.W.G., 1961. *Brit. J. Nutr.*, 15, 189.
- BRAUDE R., 1945. *J. Agric. Sci.*, 35, 163.
- BRAUDE R., 1948. *Bull. Anim. Behav.*, 6, 17.
- BRAUDE R., LAMPBELL R.C., LUCAS I.A.M., LUSCOMBE J.R., ROBINSON K.L., TAYLOR J.H., 1955. *Brit. J. Nutr.*, 9, 191-196.
- BRAUDE R., TOWNSEND M.J., HARRINGTON G., and ROWEIT. J.C., 1962. *J. Agric. Sci.*, 58, 251.
- BRAUDE R., 1965. *Cuprum pro vita symposium VIENNE*.
- CHABBERT Y.A., 1970. *Epidémiologie des facteurs de résistance : exposé à la commission interministérielle et interprofessionnelle de l'alimentation animale. AMBOISE*.
- DESMOULIN B., 1971. *Ann. Zootech.*, 20 (sous presse).
- FULLER R., NEWLAND L.G.M., BRIGGS C.A.E., BRAUDE R., and MITCHELL K.G., 1960. *J. Appl. Bact.*, 23, 195.
- National Research Council : 1968 : *rustrient requirements of Swine - publication 1599. National academy of Sciences*.
- RUSZCZYC Z., and GLAPS J., 1960. *Roczn. nauk. rol.*, 75 - B - 4, 541.
- SCOTT K.W., NOLAND P.R., HECK M.C., 1958. *Proc. Ass. Sth. Agric. Whrs. 55th Ann. Convention* p. 78.
- SWANN M., 1969. *Rapport du Comité sur l'usage des antibiotiques en élevage et en médecine vétérinaire*.
- WALLACE M.D., Mc CALL J.T., BASS B., COMBS G.E., 1960. *J. Anim. Sci.*, 19, 1153.
- WILLIAMS-SMITH H., and JONES J.E.T., 1963. *J. appl. Bact.*, 26, 262.