

## **Influence de l'heure d'un repas unique sur la rétention de Ca, K et P et sur l'index de coquille chez la poule pondeuse**

par Y. NYS

avec la collaboration technique de H. ANTOINE et J. ROCARD

*Station de Recherches Avicoles, I.N.R.A.,  
Nouzilly 37380 Monnaie.*

---

**Summary.** *Effects of the time of a single meal on Ca, K and P retention and on egg shell index in the laying hen.*

Egg shell index and the retention of Ca, K and P during 24 hrs were studied in 16 Warren laying hens fed a single 3-hr meal in the morning or the evening for 20 days. Morning feeding impaired the quantity of food ingested daily (— 9 p. 100), egg weight (— 3.2 p. 100) and egg shell index (— 10 p. 100), as compared to evening feeding which showed values of 104, 62.2 and 8.11 g/100 cm<sup>2</sup>, respectively. When we compared only the days in which total food intake was equivalent at both meals, egg shell index was always smaller (— 7 p. 100) with morning feeding and there was a reduction in Ca (— 21 p. 100) and K (— 39 p. 100) retention as compared with the evening feeding. Maximal percentages of mineral intake were retained with the evening meal : 71 p. 100 for Ca and 34.6 p. 100 for K. No difference in retention was observed between the various meal times on non-laying days. P retention was maximal with evening meals (35 p. 100) whether or not an egg was being formed. The lowest value was found with morning feeding on laying days. Therefore, not only Ca absorption, but K absorption in hens, was higher during shell formation, i.e. in the evening and at night. This result suggested that the change in Ca absorption occurring during shell calcification might be due to a digestive process, such as improved solubilization of the intestinal contents, rather than to a specific improvement in intestinal mucosa membrane permeability to Ca.

---

### **Introduction.**

La poule pondeuse présente au cours de la journée un cycle d'utilisation digestive de Ca qui est lié à la formation de l'œuf. L'absorption intestinale de Ca double pratiquement au cours de sa calcification comme l'ont montré Hurwitz et Bar (1965) et Itoh (1967). On observe par ailleurs une amélioration de la solidité de la coquille lorsqu'un aliment complet (Simon, 1973) ou une source de calcium séparée de l'aliment (Sauveur et Mongin, 1974) ne sont disponibles que le soir, cette dernière période coïncidant avec le début de la formation de la coquille.

L'origine de la variation d'absorption du calcium reste inconnue. Elle peut résulter d'une augmentation de la perméabilité de la muqueuse intestinale à Ca et/ou d'une

stimulation des processus digestifs comme semble l'indiquer l'existence d'un cycle de sécrétion d'HCl et d'eau chez la poule (Mongin, 1976a et b). Dans ce dernier cas, cette action ne devrait pas être spécifique de Ca mais affecter d'autres minéraux ou même d'autres nutriments (Balnave, 1977).

La poule pondeuse est capable d'ingérer sa consommation journalière en un seul repas (Simon, 1973). Elle présente en outre un transit digestif rapide (Larbier *et al.* 1977 ; Hurwitz et Bar, 1966). Nous avons pensé utiliser ces caractéristiques de la poule pour mesurer la rétention du calcium, du potassium et du phosphore avant ou pendant la calcification de l'œuf et vérifier ainsi l'hypothèse formulée plus haut, relativement aux cycles d'utilisation digestive de Ca. Pour ce faire, nous avons réalisé des bilans minéraux sur 24 h après distribution d'un seul repas journalier de 3 h donné le matin ou le soir, considérant donc que l'aliment a été utilisé pour sa majeure partie pendant le repas et les premières heures suivant ce repas.

### Matériel et méthodes.

Seize poules pondeuses Warren âgées de 14 mois en début d'expérience ont été habituées pendant trois semaines à consommer leur aliment (3,45 p. 100 de Ca, 0,59 p. 100 de K et 0,54 p. 100 de P) en un seul repas de 3 h. Ces animaux ont été placés en cages individuelles et éclairés pendant 16 h. Ils ont reçu pendant deux périodes successives de 10 jours chacune, soit un repas unique le matin de 3 à 6 h après l'allumage, soit un repas unique le soir 3 h avant l'extinction de la lumière. La quantité d'aliment distribuée à chaque repas a été limitée à 110 g afin de réduire l'écart de consommation observé par Simon (1973) dans ce mode d'alimentation. Les fèces recueillies juste avant de libérer l'accès des mangeoires ont été lyophilisées, homogénéisées puis pesées. Un échantillon de 2 g a été minéralisé par voie sèche (600 °C pendant 18 h). Après reprise des cendres par une solution d'HCl (0,2 N) les teneurs en potassium et calcium ont été mesurées par photométrie de flamme, celles en phosphore par la méthode colorimétrique utilisant le phosphovanadomolybdate d'ammonium.

Les bilans entre l'ingéré et l'excrété fécal et urinaire ont été réalisés sur 24 h compte tenu du transit digestif rapide chez la poule. L'exportation par l'œuf a donc été incluse dans le coefficient de rétention.

La solidité de la coquille a été estimée à partir de l'index de coquille (Mongin, 1965), sur chaque œuf recueilli pendant l'essai. Les données de chaque paramètre ont été traitées par une analyse de variance à effectifs inégaux en prenant comme facteurs de variation l'heure du repas et la présence ou non d'un œuf en formation. Les données de rétention correspondant à des jours où l'ingestion d'aliment a été inférieure à 100 g n'ont pas été prises en compte (moyenne des données utilisées  $108 \pm 4$  g).

### Résultats et discussion.

*Consommation alimentaire et caractéristiques de l'œuf* (tabl. 1). — La distribution de l'aliment en début de journée a une influence défavorable sur le niveau de consommation (— 9 p. 100), le poids de l'œuf (— 3,2 p. 100) et sur l'index de coquille (— 10 p. 100). Si l'on raisonne uniquement sur des ingérés égaux lors des repas du matin et du soir, il ne subsiste plus d'écart significatif sur le poids d'œuf. La réduction

de poids d'œuf observée sur l'ensemble des données avec le repas matinal paraît donc due essentiellement à un ingéré plus faible (tabl. 1) bien qu'elle puisse traduire aussi en partie une meilleure utilisation de l'aliment le soir (Balnave, 1977). A consommation égale l'index de coquille ( $g/100\text{ cm}^2$ ) reste supérieur de 7 p. 100 avec le repas du soir par rapport à celui du matin.

TABLEAU 1

Poids de l'œuf et index de coquille selon l'heure du repas

	Quantité ingérée/jour FO <sup>(1)</sup> (g)	Poids de l'œuf (g)		Index de coquille ( $g/100\text{ cm}^2$ )	
		ingéré variable	même ingéré $108 \pm 4\text{ g}$	ingéré variable	même ingéré $108 \pm 4\text{ g}$
Repas le matin	$95,2 \pm 2,9$ (63)	$60,69 \pm 0,59$ (63)	$62,28 \pm 0,55$ (43)	$7,26 \pm 0,12$ (63)	$7,62 \pm 0,1$ (43)
Repas le soir	$104,3 \pm 1,6^{**}$ (66)	$62,62 \pm 0,55^{**}$ (66)	$62,94 \pm 0,58$ (56)	$8,11 \pm 0,07^{***}$ (66)	$8,18 \pm 0,12^{**}$ (56)

$\bar{X} \pm \frac{\sigma}{n}$  (n) nombre de données ; F significatif à 1 p. 100 : \*\* ; à 0,5 p. 100 : \*\*\*.

(1) FO : jour avec formation d'œuf.

TABLEAU 2

Rétention minérale à consommation d'aliment égale, quelle que soit l'heure du repas  
(Ca =  $3,7 \pm 0,15\text{ g}$  ; K =  $0,63 \pm 0,03\text{ g}$  ; P =  $0,57 \pm 0,03\text{ g}$ )

	Rétention de Ca (p. 100 de l'ingéré)			Rétention de K (p. 100 de l'ingéré)		Rétention de P (p. 100 de l'ingéré)	
	FO <sup>(1)</sup>	NFO <sup>(1)</sup>		FO	NFO	FO	NFO
		FO	pause				
Repas le matin	$54,3 \pm 1,6$ (36)	$48,5 \pm 1,6$ (19)	$29,5 \pm 5,6$ (10)	$21,1 \pm 2,6$ (36)	$25,97 \pm 2,9$ (21)	$10,4 \pm 3,9$ (36)	$21,3 \pm 4$ (21)
Repas le soir	$71,2 \pm 1,13$ (49)	$38,7 \pm 1,7$ (30)	$34,6 \pm 4,1$ (11) NS	$34,6 \pm 1,7$ (49)	NS $24,3 \pm 2$ (36)	$30,3 \pm 1,9$ (49)	$35 \pm 2$ (36)
Quelle que soit l'heure du repas	$64 \pm 1,3$ (85)	$42,9 \pm 1,6$ (49)	$32,2 \pm 3,4$ (21)	$29,4 \pm 1,6$ (85)	$24,9 \pm 1,6$ (57)	$21,9 \pm 2,3$ (85)	$29,9 \pm 2,16$ (57)

$\bar{X} \pm \frac{\sigma}{n}$  (n) nombre de données.

(1) FO : jour avec formation d'œuf ; NFO : jour sans formation d'œuf ; OV : jour avec oviposition ; Pause : jour sans oviposition ni ovulation.

\* : comparaison entre lignes ; o : comparaison entre colonnes ; F significatif à 5 p. 100 : \* ou o ; 1 p. 100 : \*\* ou oo ; 0,5 p. 100 : \*\*\* ou ooo.

*Rétention du calcium et du potassium.* — On observe simultanément que les jours où la poule forme un œuf (FO), la rétention calcique est plus élevée de 24 p. 100 avec le repas du soir par rapport à celui du matin (tabl. 2). A l'opposé, durant les jours où l'oviposition n'est pas suivie d'une ovulation (derniers œufs de série) la rétention calcique est meilleure le matin bien qu'elle reste inférieure à celle constatée les jours FO (tabl. 2). Sachant que ces ovipositions particulières sont les plus tardives dans le nyctémère, ce résultat peut être interprété comme provenant d'une superposition des dernières heures de calcification de l'œuf avec la consommation matinale. La rétention calcique est minimale (et constante quelle que soit l'heure du repas) les jours de pause, sans ovulation ni oviposition. La rétention du potassium présente des variations similaires à celles du calcium. Elle est en particulier majorée de 39 p. 100 avec le repas du soir uniquement les jours avec formation d'œuf (tabl. 2). L'incidence sur la composition de l'œuf de cet écart qui est équivalent à la quantité de K exportée par l'œuf n'a pas été mesurée.

Pour interpréter parfaitement ces résultats, il faudrait connaître exactement les parts fécale et urinaire des quantités de Ca et K excrétées. Selon Brown et McCracken (1965) l'élimination urinaire de K serait importante (61 p. 100 de l'ingéré) contrairement à celle de Ca. Taylor et Kirkley (1967) l'estiment limitée à 20 p. 100 quel que soit le type de jour (FO ou NFO) en travaillant sur un petit nombre de poules colostomisées. Il est donc probable que les variations de rétention de Ca et K mises également en évidence par ces deux derniers auteurs selon le type de jour reflètent celles de l'absorption intestinale.

Nos résultats confirment donc :

- d'une part, la majoration de l'index de coquille observée par Simon (1973) avec un repas le soir ;
- d'autre part, l'augmentation de l'absorption apparente du Ca décrite pendant la calcification de l'œuf (c'est-à-dire la soirée et la nuit) par Hurwitz et Bar (1965) et Itoh (1967).

La simultanéité des modifications de rétention de Ca et de K démontrée ici indique en outre que cette augmentation de l'absorption apparente de Ca doit plutôt résulter d'un phénomène digestif global que d'un accroissement de perméabilité à Ca de la muqueuse intestinale. D'autres éléments sont d'ailleurs en faveur de cette hypothèse ; Mongin (1976a, b) observe que les teneurs en Ca et K de la phase soluble du contenu intestinal sont plus élevées pendant les stades de calcification de l'œuf ; en outre, la perméabilité à Ca de la muqueuse jéjunale mesurée par perfusion *in situ* ne varie pas pendant les différents stades de formation de l'œuf (Nys, 1978).

Cet accroissement de la solubilisation de Ca et de la libération de K contenu dans les cellules des matières premières alimentaires augmente les gradients calcique et potassique existant de part et d'autre de la muqueuse intestinale ; or, ce facteur semble être la force motrice principale à l'origine de leurs flux respectifs (Nys, 1978).

*Rétention du phosphore.* — La rétention de P est plus faible les jours de formation d'un œuf qu'en l'absence de celle-ci (tabl. 2). Cette différence entre jours FO et NFO peut être expliquée par l'accroissement de l'excrétion phosphorée pendant la calcification (Tyler, 1946 ; Prasad et Edwards, 1973). L'heure du repas a également un

effet très marqué : la rétention de P est diminuée avec le repas du matin, particulièrement durant les jours avec formation d'œuf (tabl. 2). Ce résultat peut être interprété en supposant que l'écart de 6 à 8 h existant entre le repas du matin et le début de la calcification de l'œuf contraint la poule à puiser l'essentiel du calcium dans ses réserves osseuses et à éliminer par voie urinaire le phosphore ainsi mobilisé.

Nous ne connaissons pas d'éléments pour justifier l'écart de rétention phosphorée observé entre repas durant les jours NFO.

Ces résultats, bien qu'obtenus sur un nombre limité d'animaux, confirment l'intérêt d'une alimentation par repas du soir. Cette méthode a été préconisée par Simon (1973) et Bougon (1972) pour réduire l'ingéré journalier. Elle n'affecte pas significativement le nombre d'œufs produits (Simon, 1973) et majore même, dans le cas de souches légères, la masse d'œufs exportée par rapport à une distribution *ad libitum* (Balnave, 1977). Nos résultats montrent de plus qu'elle améliore la rétention calcique (71 p. 100) par rapport à ce qui est observé classiquement en alimentation continue (55 p. 100) et entraîne une augmentation concomitante de la solidité de la coquille. Il est également possible que l'utilisation des sources énergétiques et protéiques de la ration soit améliorée à la suite du repas du soir puisque celui-ci paraît entraîner une modification générale des phénomènes digestifs dont l'origine reste à préciser. Cette hypothèse est d'ailleurs soutenue par le résultat de Balnave (1977) qui observe une légère amélioration du taux de conversion de l'aliment à la suite d'une telle distribution.

Commission CNERNA Digestion-Absorption/Association  
des Physiologistes, Paris 5-6 octobre 1978.

## Références

- BALNAVE D., 1977. The effect of energy restriction on laying hens given either a single morning or single evening meal. *Br. Poult. Sci.*, **18**, 115-119.
- BOUGON M., 1972. Influence du rationnement des aliments distribués pendant la période de production sur les performances des pondeuses. *Bull. Inf. de Ploufragan*, **12**, 118-154.
- BROWN W. O., Mc CRAKEN K. J., 1965. The partition of certain mineral nutrients in the colostomised laying pullet and the determination faecal endogenous calcium and phosphorus excretion by an isotopic dilution method. *J. Agric. Sci.*, **64**, 305-310.
- HURWITZ S., BAR A., 1965. Absorption of Ca and P along the gastrointestinal tract of the laying fowl as influenced by dietary Ca and egg shell formation. *J. Nutr.*, **86**, 433-438.
- HURWITZ S., BAR A., 1966. Rate of passage of calcium-45 and yttrium-91 along the intestine and calcium absorption in the laying fowl. *J. Nutr.*, **89**, 311-316.
- ITOH H., 1967. Ca metabolism in laying hens (V). *Jap. J. zool. Sci.*, **38**, 507-513.
- LARBIER M., CARBO BAPTISTA N., BLUM J. C., 1977. Influence de la composition du régime alimentaire sur le transit digestif et l'absorption intestinale des acides aminés chez le poulet. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 597-602.
- MONGIN P., 1965. Index de la coquille de l'œuf. Ses significations, sa précision. *Ann. Zootech.*, **14**, 319-325.
- MONGIN P., 1976a. Ionic constituents and osmolality of the small intestinal fluids of the laying hen. *Br. Poult. Sci.*, **17**, 383-392.
- MONGIN P., 1976b. Composition of crop and gizzard contents in laying hen. *Br. Poult. Sci.*, **17**, 499-507.
- NYS Y., 1978 (Non publié).

- PRASHAD D. N., EDWARDS N. A., 1973. Renal excretion of calcium phosphate and magnesium in the laying fowl. *4th europ Poultry Conf.*, London, 57-62.
- SAUVEUR B., MONGIN P., 1974. Effects of time-limited calcium meal upon food and calcium ingestion and egg quality. *Br. Poultry Sci.*, **15**, 305-313.
- SIMON J., 1973. Influence d'un temps d'alimentation limité à deux heures par jour chez la poulette et chez la pondeuse de souche ponte. *4th europ. Poultry Conf.*, London, 203-210.
- TAYLOR T. G., KIRKLEY J., 1967. The absorption and excretion of minerals by laying hens in relation to egg shell formation. *Br. Poultry Sci.*, **8**, 289-295.
- TYLER C., 1946. The excretion of calcium, phosphorus, carbonate and chloride by hens with special reference to variations during the day and in relation to oviposition. *J. agric. Sci.*, **36**, 263-274.
-