

*INRA Prod. Anim.,
2000, 13 (2), 131-136*

B. CARRÉ

*INRA, Station de Recherches Avicoles,
37380 Nouzilly*

e-mail : carre@tours.inra.fr

Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage

La sensibilité des oiseaux d'élevage à la granulométrie des aliments peut se traduire par des modifications de l'excrétion hydrique et organique, avec des effets perceptibles sur l'efficacité alimentaire et l'état de la litière.

L'aliment distribué aux oiseaux d'élevage est constitué de particules de tailles pouvant varier d'une dizaine de microns à plusieurs millimètres. La gamme de variation résulte des matières premières incorporées, des modes de broyage ou autres traitements utilisés et, éventuellement, de la granulation de l'aliment entier. La granulation peut réduire les tailles particulières d'autant plus que le broyage de départ est grossier. Cependant, un traitement technologique (broyage, granulation, extrusion, ...) n'a pas pour seule consé-

quence de modifier les tailles particulières, il peut également modifier la constitution intérieure des particules sous l'action des contraintes mécaniques et de la température. Il n'est donc pas toujours aisé de distinguer dans l'effet d'un traitement technologique ce qui résulte, d'une part, d'un changement de granulométrie et, d'autre part, d'une modification des constituants intraparticulaires. Des données biochimiques ont permis d'analyser les effets des traitements thermiques sur, par exemple, la structure des protéines, des grains d'amidon ou des polysides pariétaux. En revanche, l'effet des contraintes mécaniques sur ces structures a été beaucoup moins étudié. Or, le broyage, principal traitement utilisé en alimentation aviaire, relève pour une grande part d'actions mécaniques pour lesquelles nos connaissances de base restent assez imparfaites. La compréhension des résultats observés reste donc souvent difficile.

On peut subdiviser les phénomènes digestifs en deux catégories, ceux qui relèvent des contractions musculaires, avec les modifications de transit qui en résultent, et ceux qui concernent l'action des enzymes digestives et des systèmes d'absorption responsables des rendements de digestion. Ces deux processus ne sont pas indépendants, étant donné que les contractions musculaires sont contrôlées par les produits de la digestion, via, notamment, les récepteurs intestinaux sensibles à la pression osmotique.

Résumé

Cet article présente les effets de la taille des particules alimentaires sur les processus de digestion chez les oiseaux d'élevage en deux parties : la première relate les effets sur le transit digestif, la deuxième a trait à la disponibilité des contenus intracellulaires des végétaux.

L'augmentation de la taille particulaire entraîne généralement un allongement du temps de transit total du fait d'une rétention plus longue dans le gésier. Les données de la littérature suggèrent qu'un broyage grossier serait plutôt positif pour réduire l'excrétion d'eau et également, dans certains cas, pour la digestibilité des protéines. Ces derniers effets s'opèreraient via un meilleur contrôle du transit intestinal par la vidange gastrique lorsque l'aliment est broyé grossièrement.

Un broyage grossier peut diminuer la disponibilité de certains constituants intracellulaires des graines entières de dicotylédones comme les soja, colza, féverole et pois, les céréales paraissant beaucoup moins sensibles aux variations de mouture de broyage. Les constituants intracellulaires des graines de dicotylédones ne présentent pas la même sensibilité. Les plus sensibles sont en général les lipides et l'amidon. Toutefois, s'il y a granulation après broyage, les effets de la mouture d'origine sont considérablement réduits, les digestibilités étant dans ce cas ramenées vers des valeurs plafonds.

1 / Effets de la taille des particules sur le transit digestif

Le temps moyen de transit digestif est relativement court chez les oiseaux d'élevage (5 à 9 h) comparativement aux mammifères monogastriques (7 à 48 h) (Warner 1981), probablement du fait de la faible longueur du côlon des oiseaux (3 à 15 cm). Malgré cela, la variabilité du temps de transit entre différentes particules ou molécules peut être très importante chez l'oiseau, un des facteurs majeur de variation étant la taille particulière (Ferrando *et al* 1987, Vergara *et al* 1989a). Les sites digestifs responsables de cette variation entre particules sont essentiellement le gésier et les caeca (Vergara *et al* 1989b). En effet, la vidange du gésier est sélective sur la taille particulière et ne laisse passer que les particules dont la taille ne dépasserait pas 0,5 à 1,5 mm (Ferrando *et al* 1987). Pour les particules alimentaires de taille supérieure à cette limite, le temps de séjour dans le gésier dépend du temps nécessaire à ce dernier pour réduire la taille des particules jusqu'à la limite requise. Le temps de séjour dans le gésier dépend aussi du moment où la particule est déformée de la manière la plus appropriée pour pouvoir passer le pyllore. La résistance, la forme et la plasticité d'une particule sont donc également importantes pour expliquer le temps de séjour dans le gésier. En effet, des particules de polyéthylène de 2 mm parviennent très difficilement à passer la barrière pylorique (Clemens *et al* 1975), tandis que des particules alimentaires de son, de dimensions similaires ou supérieures, y parviennent par un allongement de 2 à 3 heures de leur temps de séjour dans le gésier (Ferrando *et al* 1987).

Concernant les particules les plus petites, on peut considérer qu'elles suivent quasiment la fraction liquide. La fraction liquide séjourne très brièvement (15 min) dans le gésier, comparativement aux particules (de 0,5 à 4 h) (Sklan *et al* 1975, Ferrando *et al* 1987, Shires *et al* 1987). Par contre, une partie de la fraction liquide est capable de rentrer dans les caeca pour y séjourner plusieurs heures, tandis que très peu de particules pénètrent dans les caeca (Björnhag et Sperber 1977, Vergara *et al* 1989a). Il en résulte que le temps de séjour moyen dans le tractus digestif est plus long pour la fraction liquide que pour les particules (Vergara *et al* 1989a).

Le gésier n'est pas seulement un organe qui assure la digestion par la réduction des tailles particulières. Il participe également au bon fonctionnement de l'intestin grêle : la régulation par la vidange pylorique assure la régularité de la digestion et le maintien de la pression osmotique intestinale par un message rétroactif du duodénum vers les muscles gastriques (Duke et Evanson 1972).

Transit et efficacité des fonctions digestives

Lorsque l'on considère les fonctions du gésier, on peut se poser la question de l'effet

d'un aliment à répartition granulométrique hétérogène. Il n'est pas exclu que la présence simultanée de particules très fines et grossières puisse avoir des effets antagonistes sur la motricité gastrique. En effet, des particules très fines rapidement digestibles devraient théoriquement avoir tendance à inhiber la motricité gastrique, alors que les grosses particules devraient requérir une motricité importante pour leur broyage. En cas de tels antagonismes éventuellement difficiles à gérer, la question se pose de l'apparition éventuelle de désordres digestifs qui pourraient se traduire par une moins bonne régulation des pressions osmotiques entraînant une augmentation des pertes hydriques et une accélération du transit.

La taille des particules modifie les caractéristiques du transit gastrique non seulement à court terme, mais aussi à long terme étant donné que la taille du gésier augmente avec l'accroissement des tailles particulières (Munt *et al* 1995). Or, un poids important du gésier est associé à un pH plus faible de son contenu (Nir *et al* 1994), ce qui pourrait contribuer à renforcer le rôle de barrière joué par l'estomac contre les infections extérieures. Cependant, pour ce qui concerne les coccidioses, il n'a pas été observé d'effet bénéfique de la distribution de grains entiers non broyés (Banfield *et al* 1998, Waldenstedt *et al* 1998), bien que cette technique d'alimentation entraîne une augmentation du poids du gésier (Munt *et al* 1995).

L'augmentation de poids du gésier induite par des tailles particulières élevées pourrait également être favorable à la digestion des protéines : une relation positive a en effet été observée entre la taille des gésiers et les digestibilités protéiques individuelles (Maisonier *et al* 1999). Si cet effet favorable était confirmé, deux interprétations peuvent être envisagées. L'interprétation la plus simple serait une étape de digestion pepsique plus longue dans le cas des gésiers les plus gros. L'autre interprétation concernerait la capacité du gésier à contrôler le transit intestinal, capacité d'autant meilleure que sa taille est importante. Ce contrôle aurait plus d'influence sur la digestion des protéines, parce que les protéines sont digérées le plus souvent incomplètement et que leur transit peut être régulé du fait de leur inclusion dans des particules. D'autre part, on pourrait avancer que la digestion des protéines est celle qui présente le plus de risque quant au maintien de la pression osmotique de l'intestin grêle, étant donné que les étapes finales de digestion et d'absorption des constituants azotés de faible poids moléculaire paraissent présenter une efficacité qui n'est pas optimum. En effet, les molécules de faible poids moléculaire représentent la majeure partie des constituants azotés retrouvés en fin de digestion (Créviu *et al* 1997).

Si l'on considère donc l'effet probablement bénéfique d'un transit bien contrôlé et d'un gésier fonctionnel de taille importante sur la digestion des protéines, on aurait donc tendance à penser qu'un broyage grossier pourrait parfois être favorable. Un essai effectué

Chez les oiseaux, une taille élevée des particules alimentaires modifie le transit digestif, à court terme mais aussi à plus long terme puisqu'elle induit une augmentation du poids du gésier.

chez des poulets âgés de trois semaines avec deux pois lisses et deux pois ridés introduits dans des régimes granulés (Carré et Melcion 1995) va dans le sens de cette hypothèse : en effet, le broyage des pois sur une grille de 0,5 mm a abouti à des digestibilités protéiques apparentes inférieures ($P < 0,05$) à celles obtenues avec le broyage sur grille de 3 mm.

Concernant l'excrétion d'eau, une autre expérience laisse à penser que la granulométrie grossière pourrait aussi être bénéfique pour des raisons analogues à celles décrites concernant la digestion des protéines : des blés aux granulométries les plus grossières ont entraîné les pertes hydriques les plus faibles (Idi 1997 ; figure 1). Cependant, il convient d'être prudent sur l'interprétation de cette expérience étant donné que les plus fortes granulométries correspondaient à des types différents de blé, à forte dureté. Une plus grande viscosité générée par des particules plus fines (Carré *et al* 1994) pourrait également constituer une hypothèse pour expliquer cet effet de la granulométrie des blés sur l'excrétion d'eau (figure 1). Cependant, une telle hypothèse devrait se traduire vraisemblablement par une interaction viscosité x granulométrie, ce qui n'a pas été observé lors de l'étude conduite par Idi (1997). Les effets « granulométrie » ou « dureté » du blé semblent indépendants de l'effet « viscosité » pour ce qui concerne l'excrétion d'eau.

Toutefois, comme décrit dans le chapitre suivant, un broyage grossier peut aussi présenter des inconvénients pour la digestibilité de certains constituants alimentaires.

2 / Effets de la taille des particules sur la disponibilité de leur contenu

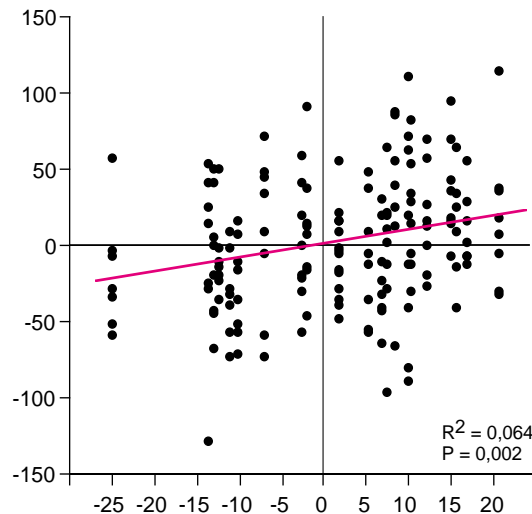
Il paraît logique qu'une particule grossière présente un contenu moins disponible que celui d'une particule fine, du fait d'un ralentissement des vitesses de diffusion provoqué par les cloisonnements cellulaires. Cependant, expérimentalement, la finesse de broyage induit des effets très variés sur les digestibilités, dépendants des types végétaux, mais aussi des constituants chimiques à digérer.

Il semble que la première distinction à opérer dans ces variations de réponse soit celle qui sépare les dicotylédones des monocotylédones. En effet, les conséquences négatives d'un broyage trop grossier sur les digestibilités ont été couramment observées avec les graines entières de dicotylédones (Mitchell *et al* 1972, Shen *et al* 1983, Longstaff et Mc Nab 1987, Lacassagne *et al* 1991, Conan *et al* 1992). Au contraire, pour les grains de céréales, quand bien même le broyage présenterait une légère tendance à améliorer la valeur énergétique comparativement à une présentation en grains entiers non broyés, l'effet du broyage, dans l'ensemble, est beaucoup moins net (Salah Uddin *et al* 1996, Barrier-Guillot *et al* 1997).

Figure 1. Granulométrie des blés broyés et viscosité des régimes : relation avec l'excrétion d'eau chez des poulets de chair âgés de trois semaines (d'après Idi 1997).

Ecarts des individus à la régression linéaire :

$$\text{Eau excrétée (g/3j)} = f(\text{aliment ingéré(g/3j)})$$



Valeurs calculées par la régression linéaire multiple :

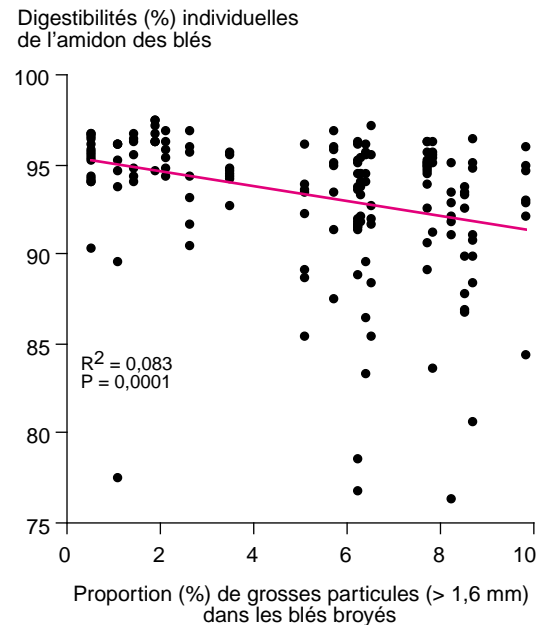
$$y = 20,2 \text{ VUR} - 2,8 \text{ GP} - 23$$

VUR : viscosité utile réelle (ml/gMS) des régimes granulés
1,2 < VUR < 2,8

GP : % de grosses particules (> 1,6 mm) dans les blés broyés introduits à 55% dans les régimes granulés
0,5% < GP < 9,8%

Une expérience récente (Idi 1997) montre que la granulométrie pourrait être impliquée dans la digestibilité de l'amidon des blés (figure 2). Cependant, des études complémentaires seraient nécessaires puisque, dans cette expérience, chaque granulométrie correspondait à un échantillon de blé différent : il est donc difficile de distinguer l'effet de la granulométrie (figure 2) de l'effet de la dureté des grains (figure 3), la taille granulométrique après broyage étant positivement corrélée à la dureté. En effet, une forte dureté est le reflet, entre autres, d'une forte interaction entre protéines et amidon (Barlow *et al* 1973). Il n'est donc pas certain qu'une réduction de la vitesse de diffusion du fait d'une taille particulaire importante ait été le principal facteur limitant des digestions observées ; le principal facteur limitant a pu tout aussi bien être une insuffisance des étapes d'hydrolyse elles-mêmes, du fait des fortes interactions existant entre les substrats à l'intérieur des particules provenant de grains à forte dureté. L'amidon des céréales provient essentiellement de l'endosperme des grains. Si pour l'endosperme des céréales la démonstration d'un effet éventuel du broyage sur la digestion des contenus intracellulaires n'est pas parfaitement établie, cet effet a en revanche été clairement observé pour les cellules aleurones du son (Saunders *et al* 1969).

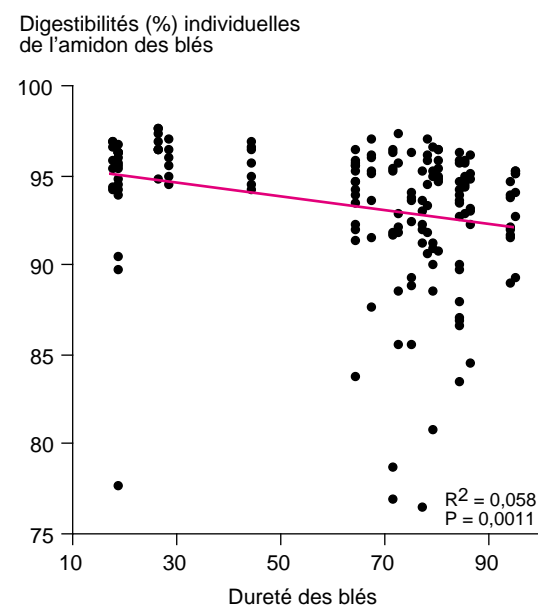
Figure 2. Relation entre la granulométrie des blés broyés introduits à 55 % dans les régimes granulés et la digestibilité de leur amidon chez des poulets de chair âgés de trois semaines (d'après Idi 1997).



En l'absence de granulation, la digestibilité varie selon la taille des particules alimentaires, mais l'effet n'est marqué que pour les graines de dicotylédones et concerne surtout l'amidon et les matières grasses.

Pour les dicotylédones, l'effet positif de l'intensité du broyage des graines entières sur la digestibilité des contenus intracellulaires s'est révélé important pour les graines de soja (Mitchell *et al* 1972), de colza (Shen *et al* 1983), de féverole (Lacassagne *et al* 1991) et de pois (Conan *et al* 1992). Les effets peuvent être prononcés, avec des écarts dus à la mouture qui peuvent atteindre 30 points de pourcentage de digestibilité. La réduction des vitesses de diffusion provoquée par des tailles

Figure 3. Relation entre la dureté des blés broyés introduits à 55 % dans les régimes granulés et la digestibilité de leur amidon chez des poulets de chair âgés de trois semaines (d'après Idi 1997).



particulaires importantes est donc probablement un facteur limitant majeur dans le cas des dicotylédones. Cette hypothèse est corroborée par l'exemple du pois pour lequel la majeure partie de l'amidon non digéré a été retrouvée dans les plus grosses particules des excréta (Carré *et al* 1991). Par ailleurs, la comparaison d'amidon isolé de pois à du pois entier broyé tend à montrer que l'effet de la réduction des vitesses de diffusion due aux fortes tailles particulières est plus impliqué que l'effet du broyage sur l'endommagement des grains d'amidon libres (Carré *et al* 1998).

Cependant, ce facteur n'est pas limitant pour tous les constituants intracellulaires : en effet, dans le cas des graines de légumineuses, la réduction des tailles particulières entraîne souvent un effet prononcé sur la digestion de l'amidon, mais pratiquement aucun résultat sur la digestion des protéines (Lacassagne *et al* 1991, Conan *et al* 1992). Pour observer un effet sur la digestion des protéines, l'écart entre les granulométries doit être très important (Créviu *et al* 1997). La différence de réponse entre l'amidon et les protéines des légumineuses s'explique probablement par la facilité d'hydrolyse qui est, pour les légumineuses, vraisemblablement plus importante pour les protéines que pour l'amidon.

L'effet de la granulométrie de broyage des graines de dicotylédones s'exprime essentiellement lorsque l'aliment n'est pas granulé. La granulation réduit considérablement l'effet de la mouture de broyage, en ajustant les digestibilités vers des valeurs plafonds (Mitchell *et al* 1972, Shen *et al* 1983, Conan *et al* 1992). Il est à noter que l'effet bénéfique de la granulation a également été observé sur le son (Saunders *et al* 1969). Il est probable qu'une des causes majeures de l'effet de la granulation provient des cassures qu'elle provoque dans les parois végétales (Saunders *et al* 1969). Lorsque l'effet bénéfique de la granulation ou du broyage concerne la digestion des lipides (Mitchell *et al* 1972, Shen *et al* 1983), il est d'ailleurs difficile d'imaginer un phénomène autre que la rupture des parois végétales. Concernant l'effet de la granulation sur la digestion de l'amidon des légumineuses, l'altération des grains d'amidon peut participer également au phénomène observé étant donné que de fortes pressions sont capables de telles altérations (Mercier *et al* 1968).

De tels changements de structure entraînant des améliorations de disponibilité peuvent être obtenus par des traitements mécaniques sans diminution de tailles particulières. Par exemple, il a pu être obtenu deux farines de pois de granulométries sensiblement identiques se différenciant par l'énergie mécanique nécessaire à leur broyage, cette différence étant obtenue par modification de l'humidité des graines avant broyage. Il en est résulté, sans diminution de taille granulométrique, une amélioration très nette de la digestion de l'amidon avec les farines ayant nécessité une énergie mécanique supérieure (Carré *et al* 1998).

En conclusion, il existe des arguments favorables à une granulométrie plutôt grossière pour ce qui concerne les phénomènes liés au transit. Mais, la disponibilité d'une partie des contenus intracellulaires est favorisée par des granulométries fines, particulièrement avec

les graines entières de dicotylédones. Toutefois, lorsque les aliments sont granulés, cette disponibilité devient beaucoup moins dépendante de la granulométrie initiale, en étant ramenée vers des valeurs plafonds.

Références

- Banfield M.J., Ten Doeschate R.A.H.M., Forbes J.M., 1998. Effect of whole wheat and heat stress on a coccidial infection in broiler chickens. *Br. Poultry Sci.*, 39, S25-S26.
- Barlow K.K., Buttrose M.S., Simmonds D.H., Vesik M., 1973. The nature of the starch-protein interface in wheat endosperm. *Cereal Chem.*, 50, 443-454.
- Barrier-Guillot B., Métayer J.P., Bouvarel I., Castaing J., Picard M., Zwick J.L., 1997. Valeur énergétique du blé et du maïs présentés en grains entiers, en farine et en granulés chez le poulet de chair. 2èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 37-40.
- Björnhag G., Sperber I., 1977. Transport of various food components through the digestive tract of turkeys, geese and guinea fowl. *Swed. J. Agric. Res.*, 7, 57-66.
- Carré B., Melcion J.P., 1995. Results of the technology sub-programme. In : Report PEA workshop, Nantes, 7-8 november 1995. XXII, 70-89. UNIP, Paris.
- Carré B., Beaufiles E., Melcion J.P., 1991. Evaluation of protein and starch digestibilities and energy value of pelleted or unpelleted pea seeds from winter or spring cultivars in adult and young chickens. *J. Agric. Food Chem.*, 39, 468-472.
- Carré B., Gomez J., Melcion J.P., Giboulot B., 1994. La viscosité des aliments destinés à l'aviculture. Utilisation pour prédire la consommation et l'excrétion d'eau. *INRA Prod. Anim.*, 7, 369-379.
- Carré B., Melcion J.P., Widiez J.L., Biot P., 1998. Effects of various processes of fractionation, grinding and storage of peas on the digestibility of pea starch in chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 71, 19-33.
- Clemens E.T., Stevens C.E., Southworth M., 1975. Sites of organic acid production and pattern of digesta movement in the gastrointestinal tract of geese. *J. Nutr.*, 105, 1341-1350.
- Conan L., Barrier-Guillot B., Widiez J.L., Lucbert J., 1992. Effect of grinding and pelleting on the nutritional value of smooth pea seed (*Pisum sativum*) in adult cockerel. Proc. 1st European Conference on Grain Legumes, Angers, France, 479-480. Association Européenne des Protéagineux, Paris.
- Créviu I., Carré B., Chagneau A.M., Guéguen J., Melcion J.P., 1997. Effect of particle size of pea flours on the digestion of proteins in the digestive tract of broilers. *J. Sci. Food Agric.*, 75, 217-226.
- Duke G.E., Evanson O.A., 1972. Inhibition of gastric motility by duodenal contents in turkeys. *Poult. Sci.*, 51, 1625-1636.
- Ferrando C., Vergara P., Jimenez M., Gonalons E., 1987. Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (*Gallus gallus*). *Quartely J. Exp. Physiol.*, 72, 251-259.
- Idi A., 1997. Effets de la viscosité générée par les arabinosylanes hydrosolubles du blé sur les digestions chez le poulet. Diplôme d'Etudes Approfondies de Nutrition, Aspects moléculaires et cellulaires, option : Nutrition animale. Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences, 30 p.
- Lacassagne L., Melcion J.P., de Monredon F., Carré B., 1991. The nutritional values of faba bean flours varying in their mean particle size in young chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 34, 11-19.
- Longstaff M., McNab J., 1987. Digestion of starch and fibre carbohydrates in peas by adult cockerels. *Br. Poultry Sci.*, 28, 261-285.
- Maisonnier S., Gomez J., Chagneau A.M., Carré B., 1999. Digestion et caractéristiques intestinales en fonction de la souche de poulets de chair. 3èmes Journées de la Recherche Avicole, Saint-Malo, 181-184.
- Mercier C., Charbonnière R., Guilbot A., 1968. Influence d'un traitement par pression sur la structure granulaire de différents amidons et sur leur sensibilité aux enzymes. *Stärke*, 20, 6-11.
- Mitchell R.J., Waldroup P.W., Hillard C.M., Hazen K.R., 1972. Effects of pelleting and particle size on utilization of roasted soybeans by broilers. *Poult. Sci.*, 51, 506-510.
- Munt R.H.C., Dingle J.G., Sumpa M.G., 1995. Growth, carcass composition and profitability of meat chickens given pellets, mash or free-choice diet. *Br. Poultry Sci.*, 36, 277-284.
- Nir I., Twina Y., Grossman E., Nitsan Z., 1994. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. *Br. Poultry Sci.*, 35, 589-602.
- Salah Uddin M., Rose S.P., Hiscok T.A., Bonnet S., 1996. A comparison of the energy availability for chickens of ground and whole grain samples of two wheat varieties. *Br. Poultry Sci.*, 37, 347-357.
- Saunders R.M., Walker H.G., Kohler G.O., 1969. Aleurone cells and the digestibility of wheat mill feeds. *Poult. Sci.*, 48, 1497-1503.
- Shen H., Summers J.D., Leeson S., 1983. The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of canola rapeseed for poultry. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 8, 303-311.
- Shires A., Thompson J.R., Turner B.V., Kennedy P.M., Goh Y.K., 1987. Rate of passage of corn-canola meal and corn-soybean meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and white leghorn chickens. *Poult. Sci.*, 66, 289-298.
- Sklan D., Dukbrov D., Eisner U., Hurwitz S., 1975. ⁵¹Cr-EDTA, ⁹¹Y and ¹⁴¹Ce as nonabsorbed reference substances in the gastrointestinal tract of the chicken. *J. Nutr.*, 105, 1549-1552.

Vergara P., Jimenez M., Ferrando C., Fernandez E., Gonalons E., 1989a. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. *Poult. Sci.* 68, 185-189.

Vergara P., Ferrando C., Jimenez M., Fernandez E., Gonalons E., 1989b. Factors determining gastrointestinal transit time of several markers in the domestic fowl. *Quarterly J. Exp. Physiol.* 74, 867-874.

Waldenstedt L., Elwinger K., Hooshmand-Rad P., Thebo P., Uggla A., 1998. Comparison between effects of standard feed and whole wheat supplemented diet on experimental *Eimeria tenella* and *Eimeria maxima* infections in broiler chickens. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 39, 461-471.

Warner A.C.I., 1981. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abstr. Rev. Series B*, 51, 789-820.

Abstract

Effects of feed particle size on the digestive processes in domestic birds.

A bibliographic study has investigated the effects of feed particle size on the digestive processes in domestic birds. This paper is divided into two parts : the effects on digestive transit times and the availability of intracellular plant components.

Coarse particles compared to fine ones generally result in an increase in total transit time due to a longer retention time in the gizzard. According to the literature, it seems that coarse grinding should be positive for reducing water losses, and also, in some cases, for protein digestibility. The latter effects would be explained by a better control of the intestine transit time by the gizzard emptying when using coarse ground feeds.

Coarse grinding may result in low availabilities for some of the intracellular components of dicotyledon whole seeds as observed for soyabeans, rapeseeds, faba beans and peas. In contrast, cereals seem to be much less sensitive to particle size variations. In dicotyledon seeds, the intracellular components do not show the same sensitivity : the highest sensitivities to particle size variations are generally observed for lipids and starch. However, if a pelleting process is applied after grinding, the effects of the grinding intensity are considerably reduced with, in this case, similar digestibility values close to a maximum.

CARRÉ B., 2000. Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 13, 131-136.