

Sélection du poulet de chair

Les ultrasons pour prédire le développement musculaire

Si l'échographie permet de prédire le poids et le rendement en filet chez certaines lignées, ce n'est pas le cas sur la lignée Y33 de l'Inra. Le poids vif apporte l'essentiel de l'information.

En forte augmentation depuis les années 80, les viandes de volailles occupent la première place des viandes produites en France, avec près de 35 % du volume total. Au fil des années, ce marché s'est caractérisé par une forte segmentation de l'offre, avec une progression très forte des produits découpés et, plus récemment, transformés. Cette tendance est nettement prononcée pour le poulet, dont 35 % de la production sont découpés. L'essor pris par la découpe depuis une quinzaine d'années a rendu nécessaire la prise en compte du développement musculaire des animaux dans la sélection des lignées de type chair. L'influence de la génétique sur les caractères de composition corporelle (engraissement et développement musculaire) est importante. Cependant, les améliorer par sélection reste coûteux, car ceci nécessite l'abattage et la découpe d'animaux collatéraux. Des travaux ont donc été initiés par le Sysaaf (Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français) en collaboration avec l'Inra, pour tester l'efficacité de trois méthodes alternatives (absorption biphotonique, rayon X et échographie ultrasons) d'estimation de la composition corporelle sur animaux vivants (Régnon et al., 2000). Ces premiers travaux ont permis de conclure à la faisabilité technique de la méthode échographique pour estimer in vivo les poids et rendement en filet chez le poulet.

L'objectif de la présente étude était d'évaluer l'intérêt de l'échographie comme moyen d'estimation du développement des filets pour la sélection. Pour cela, les mesures ont été faites sur des animaux en élevage pedigree de façon à estimer les corrélations phénotypique et génétique entre le caractère mesuré par découpe et celui évalué par échographie.

Science et technique

LE BIHAN-DUVAL E.¹, BERRI C.¹,
SEIGNEURIN F.², RÉFFAY M.²

INRA¹ - SYSAAF²
Station de Recherches Avicoles
37380 NOUZILLY

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La lignée Y33 de l'Inra

Les animaux (mâles et femelles) provenaient de la lignée expérimentale Y33 sélectionnée par l'Inra depuis 16 générations pour une augmentation du poids vif et du rendement en filet ainsi qu'une limitation de l'engraissement abdominal (figure 1). Une pré-étude a été réalisée sur un nombre très limité d'animaux (27) afin d'effectuer un pré-choix des coupes échographiques les plus informatives. L'analyse génétique a ensuite porté sur deux lots successifs d'animaux, issus des mêmes reproducteurs. Une partie des animaux du premier lot (soit 122 poulets) a été mesurée pour le rendement en filet à l'âge de 6 semaines, l'autre partie (soit 102 poulets) étant mesurée à l'âge de 7 semaines. La courbe de croissance des animaux est rapportée sur la figure 2. Il s'agissait ainsi d'étudier la variation de l'efficacité de la prédiction en fonction du stade de développement musculaire des animaux et de retenir l'âge permettant la meilleure prédiction. Les animaux du second lot (soit 189 poulets) ont tous été mesurés à l'âge de 7 semaines.

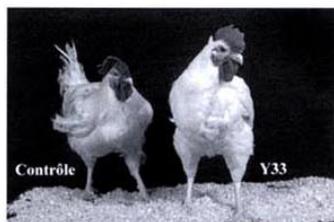


Figure 1

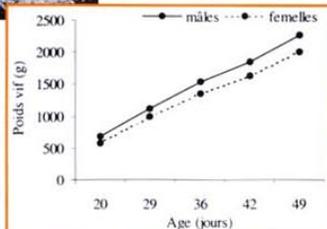


Figure 2

Matériel échographique et traitement des images

L'échographe utilisé était un Toshiba SAL 38 B conçu pour l'imagerie médicale humaine, muni d'une sonde barette multicristaux, longue de 5 cm et de fréquence fixe 5 MHz. La sonde était montée sur un appareillage réglable et mobile qui permettait un déplacement dans plusieurs directions (figure 3). La sonde et son axe étaient placés dans une poche en plastique transparente, remplie d'un gel à base de carraghénane et de caroube, qui épousait le contour du flanc de l'animal (figure 4). La sonde pouvait bouger latéralement pour les mesures mais aussi verticalement pour se rapprocher des animaux et optimiser la prise d'images.

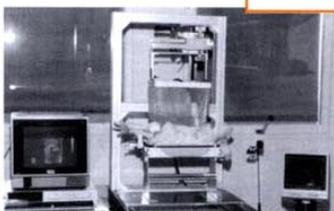


Figure 3

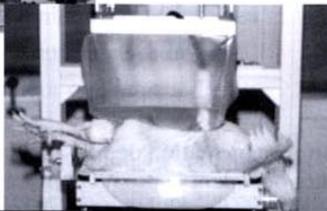


Figure 4

Les enregistrements échographiques (figure 5) étaient acquis sur une bande vidéo puis transférés sur une station de travail Sun. Les surfaces des différentes coupes transversales du muscle étaient calculées à l'aide du logiciel Visilog (Noesis, Saclay).

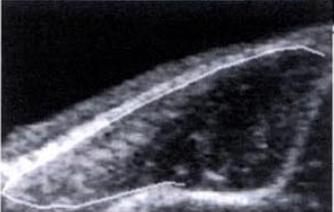


Figure 5

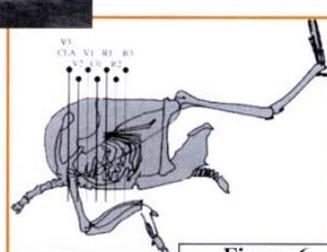


Figure 6

Prise de mesures

Les animaux étaient mis à jeun la veille au soir de l'examen. Avant la prise d'image, ils étaient pesés puis plumés sur toute la moitié gauche de la poitrine. Ils étaient ensuite positionnés sur le dos dans le berceau de contention de l'appareillage (figure 3). La zone de peau mise à nu était enduite d'un gel de contact (Polysonic, Isotec) pour améliorer le couplage sonde-peau. La sonde était positionnée sur le filet afin d'obtenir des images correspondant à des coupes transversales des muscles pectoraux (major et minor)

Lors de la pré-étude un total de 8 coupes a été réalisé (figure 6) :

- C0 au niveau de l'extrémité crânienne du bréchet (ou bouton);
- V1, V2 et V3 situées respectivement à 1, 2 et 3 cm en avant du bouton;
- CLA correspondant au repère anatomique de la clavicule (souvent confondue avec V3);
- R1, R2 et R3 situées respectivement à 1, 2 et 3 cm en arrière du bouton.

L'analyse statistique a montré que les coupes les plus intéressantes étaient C0, V2, CLA et R1, bien que les probabilités associées aux trois dernières coupes n'indiquaient pas un effet très significatif (du fait peut-être du faible effectif mesuré). Ces quatre coupes ont donc été retenues pour les analyses suivantes.

Les animaux étaient ensuite abattus pour la mesure du poids des filets par découpe anatomique (Marché, 1995). Les rendements en filet ont été calculés par rapport au poids vif des animaux.

Analyse statistique

L'estimation des poids et rendements en filet à partir des coupes échographiques et du poids vif des animaux a été réalisée grâce à une analyse de régression multiple en utilisant la procédure REG et l'option Stepwise du logiciel SAS (SAS, 1989). Dans ce cas, les variables explicatives sont introduites au fur et à mesure dans le modèle de régression, en fonction de leur pouvoir prédictif du poids ou du rendement en filet. La qualité de l'ajustement est estimée par la valeur du coefficient de détermination R^2 , qui représente la part de la variabilité du poids ou rendement en filet expliqué par le modèle. À l'issue des calculs de régression, les poids et les rendements en filet ont été prédits à partir des équations établies dans chacun des lots. Les paramètres génétiques des variables, prédites ou mesurées par découpe, ont ensuite été estimés par la méthode du REML en utilisant le logiciel VCE (Groeneveld, 1997). Cette étape permettait de conclure sur l'efficacité dans cette lignée d'une sélection basée sur les mesures directes par découpe ou les prédictions par échographie.



LA PRÉDICTION S'AMÉLIORE AVEC L'ÂGE

Les performances de croissance et de développement musculaire pour les différents lots étudiés sont rapportées dans le tableau 1.

Les résultats de l'analyse de régression pour le poids du filet et pour les animaux du lot 1 abattus à 6 ou 7 semaines sont rapportés dans le tableau 2. Quel que soit l'âge, la première variable explicative était le poids vif des animaux, poids vif et poids de filet présentant une corrélation phénotypique importante (0,84 en moyenne). À 6 semaines, une seule coupe échographique (C0) était retenue dans le modèle. Toutefois, elle améliorerait très peu la qualité de l'ajustement par rapport à la seule connaissance du poids vif (R^2 de 0,724 vs 0,712). À 7 semaines, deux coupes échographiques étaient retenues (R1 et CLA). Globalement, l'ajustement apparaissait légèrement meilleur à 7 plutôt qu'à 6 semaines d'âge (R^2 de 0,761 vs 0,724). Ceci était sans doute à relier au développement plus important des muscles pectoraux à 7 semaines, l'aire transversale des coupes permettant alors de mieux caractériser les différences de masses pectorales entre les individus. L'apport des coupes échographiques dans la prédiction, bien que plus significatif qu'à 6 semaines, restait très modéré. La part de la variabilité expliquée par les deux coupes représentait alors 4,1 % de la variabilité totale.

À 6 semaines, seule la variable CLA avait un effet significatif sur la prédiction du pourcentage de filet (Tableau 3). La prédiction restait mauvaise, puisque seulement 5,6 % de la variabilité observée du pourcentage de filet était expliquée par le modèle. À 7 semaines, le modèle de prédiction du pourcentage de filet retenait comme variables explicatives les coupes R1 et CLA (Tableau 3). Rappelons que ces mêmes coupes intervenaient dans le modèle d'explication du poids de filet au même âge. Cependant, la part de la variabilité du rendement en filet expliquée par le modèle restait très modérée; elle était estimée à 14,1 %, correspondant à une corrélation phénotypique égale à 0,38 entre les variables observée et prédite.

Tableau 1
POIDS VIF ET POIDS DE FILET SONT BIEN CORRÉLÉS

| Animaux | | poids vif | poids de filet | % de filet |
|--------------|---------|-----------|----------------|------------|
| LOT 1 | | | | |
| (N = 122) | 6 sem : | 1 757±181 | 266,4±34,8 | 15,1±1,1 |
| (N = 102) | 7 sem : | 2 179±240 | 344,6±47,3 | 15,8±1,2 |
| LOT 2 | | | | |
| (N = 189) | 7 sem : | 2 203±260 | 355,7±44,8 | 16,2±1,2 |

Moyennes des poids vif, poids et pourcentage de filet dans les deux lots

Tableau 2 :
PRÉDICTION DU POIDS DE FILET
DANS LE LOT 1 À 6 ET 7 SEMAINES

| Rang de la variable dans le modèle | Variable introduite | R ² partiel | R ² du modèle | Prob > F |
|--|---------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| Prédiction du poids de filet à 6 semaines | | | | |
| 1 | Poids vif | 0,712 | 0,712 | 0,0001 |
| 2 | C0 | 0,011 | 0,724 | 0,044 |
| Prédiction du poids de filet à 7 semaines | | | | |
| 1 | Poids vif | 0,720 | 0,720 | 0,0001 |
| 2 | R1 | 0,032 | 0,752 | 0,0008 |
| 3 | CLA | 0,009 | 0,761 | 0,067 |

Un apport modéré de l'échographie pour le poids du filet

Tableau 3 :
PRÉDICTION DU RENDEMENT DE FILET
DANS LE LOT 1 À 6 ET 7 SEMAINES

| Rang de la variable dans le modèle | Variable introduite | R ² partiel | R ² du modèle | Prob > F |
|--|---------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| Prédiction du rendement en filet à 6 semaines | | | | |
| 1 | CLA | 0,056 | 0,056 | 0,015 |
| Prédiction du rendement en filet à 7 semaines | | | | |
| 1 | R1 | 0,117 | 0,117 | 0,0006 |
| 2 | CLA | 0,024 | 0,141 | 0,106 |

Même la variable CLA améliore peu la prédiction

Tableau 4 :
PRÉDICTION DU POIDS DE FILET
DANS LE LOT 2 À 7 SEMAINES

| Rang de la variable dans le modèle | Variable introduite | R ² partiel | R ² du modèle | Prob > F |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | Poids vif | 0,674 | 0,674 | 0,0052 |
| 2 | R1 | 0,025 | 0,699 | 0,0002 |

Le poids vif reste la meilleure variable dans le lot 2... pour le poids de filet

Du fait de l'amélioration de la prédiction avec l'âge, les animaux du second lot ont tous été mesurés à 7 semaines. La qualité de l'ajustement pour le poids des filets apparaissait moins bonne que pour le premier lot, avec un

R^2 égal à 69,9 % (Tableau 4). La coupe R1 présentait toujours un effet significatif mais permettant d'expliquer seulement 2,5 % de la variabilité totale du poids de filet. L'effet de la coupe CLA n'était pas retrouvé.

La part de la variabilité du rendement en filet expliquée par le modèle était du même ordre que pour le lot 1 avec un R² de 11,9 %, soit une corrélation phénotypique de 0,34 entre variables prédite et observée (Tableau 5). Le rôle de la coupe R1 sur le rendement en filet était confirmé. Le poids vif était également retenu dans le modèle, mais avec un R² partiel plus faible (4,3 %). On peut s'interroger cependant sur la valeur de ce résultat, dans la mesure où, sans doute du fait de la variance d'échantillonnage, la corrélation entre poids vif et le rendement filet était négative dans le lot 2 (-0,21).

LE POIDS VIF APPORTE L'ESSENTIEL DE L'INFORMATION

Les estimations de paramètres génétiques rapportées dans le Tableau 6 montrent que le poids de filet estimé par régression présentait une héritabilité nettement plus faible que le poids de filet mesuré par découpe (0,34 vs 0,50) et un peu plus réduite que le poids vif (0,34 vs 0,38). De plus, la corrélation génétique entre poids de filet mesuré par découpe et prédit par échographie était identique à celle entre poids de filet mesuré par découpe et poids vif. Ce résultat, cohérent avec la grande importance du poids vif dans l'équation de prédiction du poids de filet, montre que le poids vif apporte l'essentiel de l'information. Par ailleurs, l'héritabilité du rendement en filet estimé par régression apparaissait extrêmement faible (0,06±0,07) alors que dans la même analyse, l'héritabilité du rendement en filet mesuré par découpe était estimée à 0,36; de plus, ces deux derniers caractères étaient génétiquement faiblement reliés (r_g de -0,14±0,50).

Tableau 5 :
PRÉDICTION DU POURCENTAGE DE FILET DANS LE LOT 2 À 7 SEMAINES

| Rang de la variable dans le modèle | Variante introduite | R ² partiel | R ² du modèle | Prob > F |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | Poids vif | 0,043 | 0,043 | 0,0001 |
| 2 | R1 | 0,077 | 0,119 | 0,0001 |

... et pour le pourcentage de filet

Tableau 6 :
ESTIMATIONS DES HÉRITABILITÉS (sur la diagonale) ET DES CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES (hors diagonale) DU POIDS VIF DES ANIMAUX ET DES POIDS DE FILET MESURÉS PAR DÉCOUPE OU ESTIMÉS PAR ÉCHOGRAPHIE

| | Filet-découpe | Filet-prédit | Poids vif |
|---------------|---------------|--------------|------------|
| Filet-découpe | 0,50±0,12 | 0,89±0,05 | 0,89±0,05 |
| Filet-prédit | | 0,34±0,11 | 0,99±0,001 |
| Poids vif | | | 0,38±0,11 |

... et un rendement en filet faiblement héritable (0,06)

UN INTÉRÊT VARIABLE SELON LES LIGNÉES

L'ensemble de ces résultats ne permet pas de conclure, dans cette lignée expérimentale, à un intérêt des mesures échographiques pour la sélection sur le poids ou le pourcentage de filet. Les analyses font ressortir une part mineure de l'information apportée par les coupes échographiques dans la prédiction du développement musculaire. Nos résultats contrastent avec les conclusions d'une précédente étude (Réminon et al., 2000) dans laquelle les coupes échographiques apportaient la majorité de l'information dans la prédiction du poids ou du rendement en filet. Ces résultats divergents suggèrent un effet

important du type génétique sur la qualité des prédictions, sans doute lié au format variable des animaux. L'intérêt de coupes transversales de muscle telles que celles utilisées dans cette étude est, en effet, sans doute, lié au mode de croissance du muscle, en longueur, largeur ou en épaisseur. Ainsi, la pertinence de coupes transversales est vraisemblablement plus faible si les différences entre poids des muscles apparaissent reliées à des différences de longueur. Ces conclusions suggèrent donc que l'utilisation des mesures échographiques reste suspendue aux résultats d'un étalonnage spécifique (choix et plan de coupes) pour chaque type d'animal.

Remerciements

Ce projet a bénéficié d'un financement Ofival. Nous remercions T. Bordeau, A. Boucard, G. Marché et N. Millet pour leur contribution technique à cette étude.

B I B L I O G R A P H I E

GROENEVELD E., 1997. VCE4 User's Guide and Reference Manual. Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Neustadt, Germany.

MARCHE G., 1995 La découpe anatomique et la dissection des volailles. INRA-SYSAAF Eds.

REMIGNON H., SEIGNEURIN F., MOATI F. 2000. In vivo assessment of the quantity of breast muscle by sonography in broilers. Meat Science, 56, 133-138.

SAS, 1989. SAS user's Guide : Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.