

RECHERCHE GÉNOMIQUE

L'épigénétique pour mieux exprimer le potentiel génétique



▲ L'ALIMENTATION DES POULES REPRODUCTRICES peut modifier les « marques épigénétiques » et avoir un impact sur leurs descendants.

Les facteurs d'élevage peuvent modifier l'expression des gènes et les performances, parfois sur plusieurs générations : c'est l'épigénétique, une discipline récente à laquelle s'intéressent les schémas de sélection.

Pourquoi nos cellules, constituées d'un même patrimoine génétique, n'ont-elles pourtant pas toutes les mêmes fonctions ? Comment expliquer que le destin de la larve d'abeille est influencé par son alimentation ? Nourrie avec de la gelée royale, elle deviendra une reine féconde. La même larve, avec les mêmes gènes, alimentée avec du pollen et du miel, sera ouvrière et stérile. La réponse est à trouver dans l'épigénétique. Cette discipline récente vise à mieux comprendre comment l'environnement au sens large (alimentation, conditions d'élevage...) modifie l'expression des gènes, donc le phénotype. « Elle étudie l'ensemble des changements héréditaires qui ne résultent pas d'une modifi-

cation de la séquence des gènes », a expliqué Frédérique Pitel, de l'Inra, lors d'une journée d'échanges organisée par la branche française de la WPSA. Au cœur de nos cellules, le génome est constitué d'une succession de nucléotides (ADN), compactés sous la forme d'une double-hélice, elle-même enroulée autour de multiples protéines (histones). Ces protéines peuvent subir des modifications chimiques (acétylation, méthylation...). Ce sont ces modifications ou « marques épigénétiques » qui rendent l'ADN plus ou moins accessible à la machinerie cellulaire.

Des interactions entre les gènes et l'environnement

Jusqu'à présent, le modèle mathématique de base de la sélection génétique quantitative reposait sur l'addition des effets du génotype et de ceux de l'environnement pour expliquer les performances des animaux : Phénotype = Génotype + Environnement. Il est désormais admis qu'il existe une troisième variable, celle des interactions entre gènes et environnement : $P = G + E + G \times E$. Avec le développement de la génomique, ces interactions pourront à l'avenir être plus facilement prises en compte. Toute la difficulté est de savoir quel est le poids de ces interactions sur les performances en élevage (phénotype), à quels mécanismes moléculaires elles sont liées et comment les intégrer dans les schémas de sélection.

Des effets qui se transmettent aux générations suivantes

Les souches des sélectionneurs doivent s'adapter à des environnements d'élevages très différents selon les pays où les volailles sont élevées. Il est essentiel pour eux de comprendre la capacité des animaux à maintenir leur niveau de production lorsque les conditions d'élevage varient. En volaille, les processus épigénétiques ont encore été peu étudiés, mais quelques travaux récents ouvrent des perspectives nouvelles. Avec le réchauffement climatique, les chercheurs s'intéressent aux mécanismes épigénétiques qui influencent la capacité des animaux à s'adapter aux changements climatiques et alimentaires. L'Inra a par exemple montré qu'il était possible d'augmenter la tolérance du poulet à la chaleur (ou au froid) en modifiant les paramètres d'incubation. Des mécanismes épigénétiques ont pu être mis en évidence notamment

Trois exemples de recherche sur les marques épigénétiques en volailles

1 Une carence en méthionine chez la cane modifie le poids de foie des descendants mulards

À l'Inra de Castanet-Tolosan, des canes communes ont reçu un aliment carencé en méthionine. Cet acide aminé a été choisi pour son rôle épigénétique comme facteur de méthylation de l'ADN. Les descendants mâles gavés à 12 semaines pendant 12 jours ont un poids de foie supérieur de 60 grammes par rapport aux mulards du groupe témoin. « Le résultat le plus frappant est que l'effet s'inverse sur les descendants femelles avec une réduction du poids de 100 grammes », souligne Mireille Morisson. Les travaux de recherche s'intéressent aux liens épigénétiques entre les carences nutritionnelles et le métabolisme hépatique.

2 L'acclimatation de l'embryon à la chaleur modifie à long terme la thermorégulation du poulet

L'Inra du Val de Loire a montré qu'il était possible d'améliorer les capacités d'adaptation du poulet à

la chaleur ou au froid en modifiant les paramètres de température et d'hygrométrie dans l'incubateur à une période précise de l'embryogénèse. « Cette acclimatation thermique modifie la température du poulet, sa physiologie (capacité respiratoire) et l'axe thyroïdien qui stimule la production de chaleur, mais pas les performances de croissance jusqu'à 28 jours », précise Anne Collin, de l'Inra. Lorsque l'on soumet ces poulets à une chaleur modérée, l'expression de certains gènes impliqués dans le métabolisme musculaire est six fois plus importante que les témoins.

3 L'impact de l'aliment sur les performances des descendants

Le programme de recherche Utopige, réalisé en partenariat avec l'Inra et le sélectionneur de poules pondeuses Novogen, étudie la faisabilité d'une sélection génomique pour la production d'œufs de consommation. L'un des volets du programme consiste à regarder l'intensité de ponte des filles des coqs génotypés aussi bien en aliment basse que haute énergie et à rechercher les marques épigénétiques.

au niveau des gènes impliqués dans le métabolisme de vascularisation. Une autre équipe sélectionne des poulets sur leur capacité à digérer des matières premières de qualités variables et s'intéresse aux mécanismes par lesquels la nutrition modifie l'activité des gènes. La nutrition précoce, dans l'œuf ou au tout jeune âge, peut influencer certaines voies métaboliques et impacter la croissance ou la fertilité. Plus étonnant encore, les effets épigénétiques peuvent se transmettre de génération en génération. Ainsi, une carence alimentaire chez la

cane commune a un impact sur le poids de foie de ses descendants mulards. Une autre équipe a montré que le fait d'habituer ou non la caille à la présence de l'homme pouvait avoir un impact sur les performances de ses cailleaux. Des effets maternels qui s'expliqueraient par les marques épigénétiques. Ces exemples soulignent le fait qu'il faudra à l'avenir davantage se préoccuper de l'alimentation et des conditions d'élevage des reproducteurs et de leur incidence sur les performances de leurs descendants. ■ Armelle Puybasset

« En changeant les pratiques d'élevage, on peut diminuer ou augmenter l'expression de certains gènes »