Intérêts et perspectives de la génomique

"La révolution génomique"

Qu'est-ce que la génomique ?

La génomique est la science qui étudie la structure et le fonctionnement des génomes. Avec le séquençage complet du génome bovin et l'arrivée récente des nouvelles puces de génotypage à haut-débit, il devient possible de mettre en place des outils génomiques d'aide à la sélection.

La génomique, comment ça marche ?

Le génome contient l'ensemble du patrimoine génétique d'un individu, hérité pour moitié de son père et pour moitié de sa mère. C'est la combinaison de ces deux génomes qui permet de créer un animal unique, porteur de caractères et de performances qui lui sont propres.

Les outils d'évaluation actuels déduisent la performance d'un individu à partir d'informations recueillies chez ses parents et/ou ses descendants. En d'autres termes, on prend en compte les performances transmises d'une génération à l'autre pour donner une valeur à un reproducteur. Cela nécessite des procédés de testages souvent longs et couteux pour avoir une valeur précise du potentiel génétique d'un reproducteur.

La génomique permet d'évaluer le potentiel génétique d'un animal en se basant sur les informations contenues dans son propre génome !

Pour cela il suffit de prélever un échantillon biologique (prise de sang, poil, mucus nasal…) et d'analyser son génome grâce à un test ADN.

Les génotypes de l'animal sont alors comparés à ceux d'une population d'animaux de référence dont les performances sur descendance sont connues, de manière à extrapoler, par des calculs statistiques, leurs performances.

Quels sont les apports de la génomique en sélection ?

En termes de sélection, le gain principal attendu par l'arrivée de la génomique est une accélération du progrès génétique : en effet, il devient possible de prédire de manière efficace la valeur génétique d'un animal dès sa naissance ! La mise en service des taureaux sera plus rapide et les éleveurs auront un nouvel outil à leur disposition pour orienter leurs choix de sélection précocement.

Un autre gain attendu est la possibilité d'évaluer le potentiel génétique aussi bien des mâles que des femelles : puisque l'évaluation se base sur le patrimoine génétique des animaux, il devient possible d'organiser une sélection sur la voie femelle en conservant les génisses de renouvellement les plus intéressantes. A terme, en disposant du génotypage des femelles et des mâles, il sera possible de déterminer les meilleurs accouplements à réaliser.

Enfin, la génomique permet de prendre en compte des phénotypes dont la mesure se révèle difficile ou coûteuse (santé animale), ou dans le cas de caractères peu héritables (qualités maternelles).

Fonctionnement de la génomique

Construction des équations génomiques

1. Construction d'une population de référence :
   - représentative de la population totale,
   - avec des animaux phénotypés et génotypés,
   - la plus grande possible.
2. Etude d'association phénotype / génotype sur une population d'apprentissage :
   - recherche des SNP associés aux caractères d'intérêt,
   - construction d'un modèle statistique de prédiction de la valeur génétique d'un animal.
3. Validation sur une population d'animaux :
   - indépendante de la population de référence,
   - phénotypée et génotypée.

Ce dernier point est indispensable pour évaluer la capacité de prédiction de l'équation génomique.

Vers un outil génomique

1 Collecte d'échantillons biologiques (ex. : prise de sang, mucus nasal…)

Cette collecte est possible sur les jeunes animaux dès leur naissance.

2 Génotypage Puce à ADN

L'ADN de l'animal est analysé grâce à des puces ADN qui permettent de connaître le génotype de plusieurs dizaines de milliers de SNP simultanément.

3 Analyse génomique Equation de prédiction

Comparaison du profil génomique de l'animal avec ceux des animaux de la population de référence. On évalue un animal par rapport à la population totale génotypée.

4 Evaluation génomique Rendu de résultats : de l'animal

Cette évaluation constitue un outil supplémentaire pour l'éleveur : il lui permet de mieux connaître l'animal et utiliser cette nouvelle information pour orienter ses choix de sélection.

5 Meilleure connaissance de ses reproducteurs mâles et femelles
Tri des meilleures génisses à conserver pour le renouvellement
Accélération du progrès génétique / Acouplements raisonnés

Plaquette cofinancée par :

l'Europe s'engage en Limousin
Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural : l'Europe investit dans les zones rurales

Liberté • Égalité • Fraternité
République Française
Ministère de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Pêche

Région Limousin

Conception : Service Communication France Limousin Sélection - Illustrations : Virginie Denis / www.illustration-medicale.fr

La révolution génomique

La génomique est en passe de révolutionner les méthodes traditionnelles de sélection grâce à une meilleure connaissance du génome.

La race Limousine innove et devient la première race allaitante en France à mener des travaux de recherche sur le sujet !

Petit tour d'horizon de ces nouvelles connaissances qui influenceront les outils de demain.

Limousine

La révolution génomique : la Limousine en pointe

Le saviez-vous ?

Deux taureaux Limousins partagent à 99,9 % la même séquence d'ADN mais peuvent présenter cependant des différences notables dans leurs performances ou leur sensibilité à une maladie. Par conséquent, connaître précisément le génotype des animaux fournira une information essentielle pour comprendre les variations de leurs performances et orienter la sélection des descendants.

Pour mieux appréhender cette réalité, petite plongée à l'intérieur du génome bovin...

1 La cellule

La cellule est la plus petite entité fonctionnelle vivante. Le corps d'un bovin est constitué de près de 100.000 milliards de cellules.

Chacune renferme au sein de son noyau deux copies complètes et identiques du génome : l'une maternelle et l'autre paternelle.

Les cellules se multiplient et se spécialisent pour former les tissus de l'animal (muscles, peau...).

2 Le génome

Le génome est porté par les chromosomes. Il correspond à l'ensemble du patrimoine génétique d'un individu hérité de ses deux parents.

La génomique est la science qui étudie la structure et le fonctionnement du génome.

3 Les chromosomes

Les chromosomes sont le support de l'information génétique. Ils sont constitués d'une longue molécule d'ADN compacte qui s'enroule autour de protéines. A l'exception des cellules sexuelles, les bovins possèdent dans chacune de leurs cellules, 30 paires de chromosomes homologues : 30 chromosomes d'origine maternelle et 30 chromosomes d'origine paternelle.

4 L'ADN (Acide Désoxyribonucléique)

L'ADN est une molécule géante constituée d'une succession de 4 nucléotides (ou bases) : A, T, G et C.

La plupart des instructions nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme sont contenues dans cette molécule et codées par l'enchaînement précis des 3 milliards de bases successives qui la constitue.

La molécule d'ADN se présente sous la forme de deux brins complémentaires qui s'enroulent en double hélice. Depuis 2007 et le décryptage du génome bovin, cette séquence précise d'enchaînement des bases est connue.

5 Les gènes

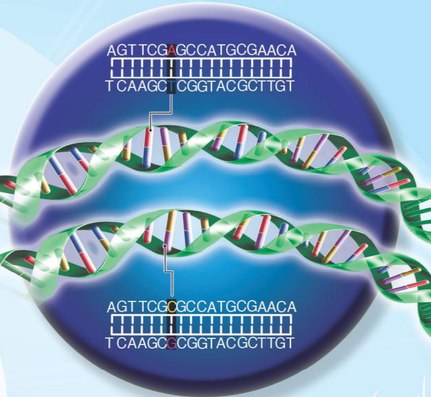
Le gène est l'unité fonctionnelle de l'ADN. Il s'agit d'une portion de la molécule d'ADN dont l'ordre d'enchaînement précis des 4 bases est interprétable par la cellule. Celle-ci synthétise, à partir de cette information, les ARN et les protéines qui sont les acteurs moléculaires remplissant la plupart des fonctions de l'organisme. L'expression de ces gènes conditionne les différentes caractéristiques de l'individu.

6 Marqueurs moléculaires et SNP (prononcer « snip »)

(Single Nucleotide Polyphormism)

Un SNP est une variation (mutation) naturelle d'une seule paire de base, à un endroit précis du génome, entre 2 individus.

Les SNP sont la source la plus abondante de polymorphisme génétique, puisqu'on estime qu'il existe un SNP toutes les 1.000 bases environ chez le bovin.



7

Les SNP sont utilisés comme des balises moléculaires permettant de repérer facilement des gènes ou des régions intéressantes du génome.

En effet, si un SNP est suffisamment proche d'un gène, alors il sera transmis à la descendance en même temps que le gène.

En repérant un SNP, on peut donc suivre le gène qui lui est associé. Les nouveaux outils de la génomique autorisent chez le bovin l'analyse simultanée d'environ 800.000 SNP !

On appelle ces outils des puces à ADN ou puces de génotypage.

Le saviez-vous ?

Le noyau de chaque cellule contient environ 2 mètres d'ADN.

?!

Le génome bovin est composé de 3 milliards de bases ; si on en faisait une encyclopédie, il faudrait environ 500 volumes de 800 pages chacun, soit 800 bibles !

La mutation d'une seule base parmi les 3 milliards peut conduire à des maladies génétiques très graves.

Le génome bovin contient environ 22.000 gènes, ce qui représente à peine 5% de la totalité de l'ADN, le reste soit 95% serait impliqué dans le fonctionnement des gènes, leur réplication et leur évolution.

83% d'homologie entre le génome de la vache et celui de l'homme ; les génomes de l'homme et du chimpanzé sont identiques à plus de 98% !

2 individus de la même espèce partagent 99,9% d'ADN identique.

Un bovin est constitué de 100 milliards de cellules ; si on mettait l'ADN de toutes ces cellules bout à bout, on pourrait faire 5.000.000 de fois le tour de la terre (mille fois l'aller-retour Terre-Lune) !

!?

La molécule d'ADN peut être compactée 10.000 fois dans le noyau de la cellule