



BOVINS LAITIERS

Retour sur 10 ans de sélection génomique

La génomique est une technique de sélection assez révolutionnaire comme en témoigne le chemin parcouru en une décennie. Et encore, ... nous n'en serions qu'à ses débuts.

L. Servais, Elevéo asbl

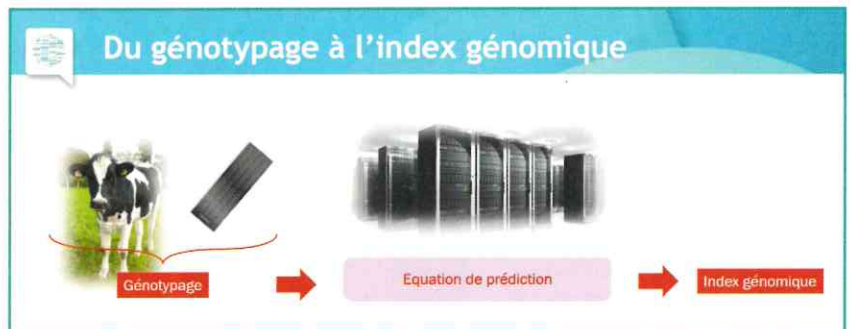
L'une des conférences du Space était consacrée à la sélection génomique, plus précisément au bilan de 10 années de génotypage en France. Pour les orateurs tous les indicateurs sont au vert, avec néanmoins une petite réserve pour le volet consanguinité.

PETIT RAPPEL THÉORIQUE

Laurent Journaux, le Directeur France Génétique Elevage, est revenu sur quelques principes généraux. La génomique consiste à établir une relation, via une équation mathématique, entre des marqueurs associés à certaines régions du génome et des niveaux de performances pour divers caractères.

Pour cela, il faut d'abord constituer une population de référence composée de taureaux évalués sur descendance dont on lit le génome à l'aide de puces ADN contenant ces marqueurs. Une fois l'équation prédictive établie, on peut identifier les marqueurs dont un veau est porteur à partir d'un prélèvement d'ADN, évaluer son potentiel génétique et donc ses performances futures.

La mise en pratique de cette technique de sélection a demandé 25 ans de recherche. La race Holstein a été la première concernée. Définir une population de référence à l'échelle internationale et mettre au point des puces ADN suffisamment performantes ont été d'énormes challenges. Cela a été rendu possible par des collaborations internationales comme le projet européen Eurogenomics.



L'équation prédictive établie permet d'évaluer le potentiel génétique et donc les performances futures d'un veau.

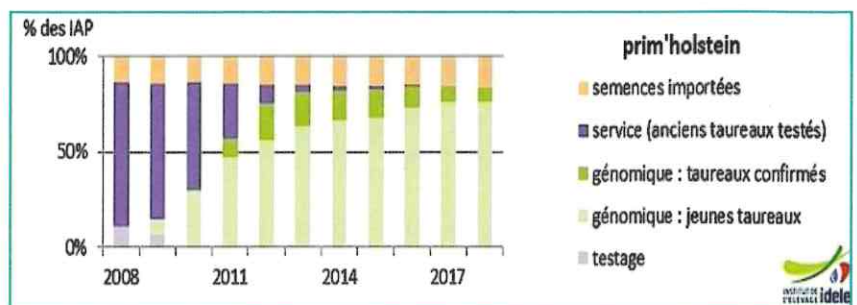
UNE BIOTECHNOLOGIE RAPIDEMENT ADOPTÉE

La première indexation française officielle pour des mâles et 35 caractères date de 2009. Les femelles ont suivi une année plus tard. Les races à moindre effectif comme la Normande, la Montbéliarde et même certaines races à petits effectifs comme la Vosgienne sont désormais également concernées.

En Holstein, en France, dès 2012, plus de 50 % des taureaux utilisés étaient évalués sur base génomique, dont la grande majorité n'avait pas encore de filles en production (figure 1).

Le génotypage de femelles s'est fortement développé dès 2015. En 2018, le cap des 200.000 génotypages annuels de femelles a été franchi. Le taux de pénétration moyen en génisses est aujourd'hui de 15 % et peut dépasser 60 % dans certaines races et certaines classes d'âge.

Figure 1 - Evolution de l'utilisation de taureaux génomiques



Déjà énormément d'impacts

La génomique a permis d'accélérer le progrès génétique comme en témoigne la progression de l'ISU (l'index de synthèse français) moyen de la population femelle (figure 2). Les objectifs de sélection ont pu être réorientés avec une attention croissante à la morphologie et aux caractères fonctionnels dont la fertilité, la santé mammaire et la longévité. Cela n'a pas affecté outre mesure la croissance du potentiel de production.

Cette évolution s'est traduite dans les faits, comme le confirme le lien observé entre le potentiel de production des primipares Holstein ou la teneur en cellules des primipares Normandes et leur valeur génomique (figure 3).

De nouvelles valeurs d'élevage ont pu être générées. L'index de synthèse Normand s'est par exemple enrichi des données liées aux aptitudes bouchères grâce aux données d'abattage.

Attention à la consanguinité

La génomique renforce la pression de sélection et l'intervalle de génération. La consanguinité doit donc être suivie de près. En race Holstein, le nombre de pères à taureaux a augmenté par rapport aux schémas classiques sur descendance. Mais ce n'est pas le cas en ce qui concerne les grands pères paternels (figure 4). Par contre, c'est bien le cas en race Normande. Pour l'orateur, cela s'explique par l'utilisation importante de génétique non européenne en Holstein.

Encore beaucoup de progrès à venir

Des progrès importants sont attendus dans les années à venir en ce qui concerne la précision des évaluations, notamment grâce à ce que l'on appelle la méthode de calcul dite « single step ». Cette dernière intègre toutes les informations disponibles (généalogie, performances, génotypage, mutations causales, ...), ainsi que l'ensemble des performances associées à un caractère donné en une seule étape.

La taille des populations de référence mâles et femelles ne va cesser d'augmenter.

Figure 3 - Les performances des femelles génotypées se confirment

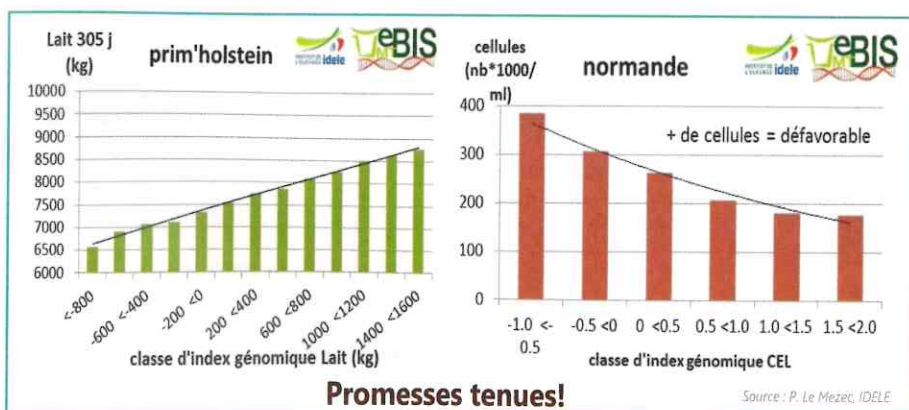
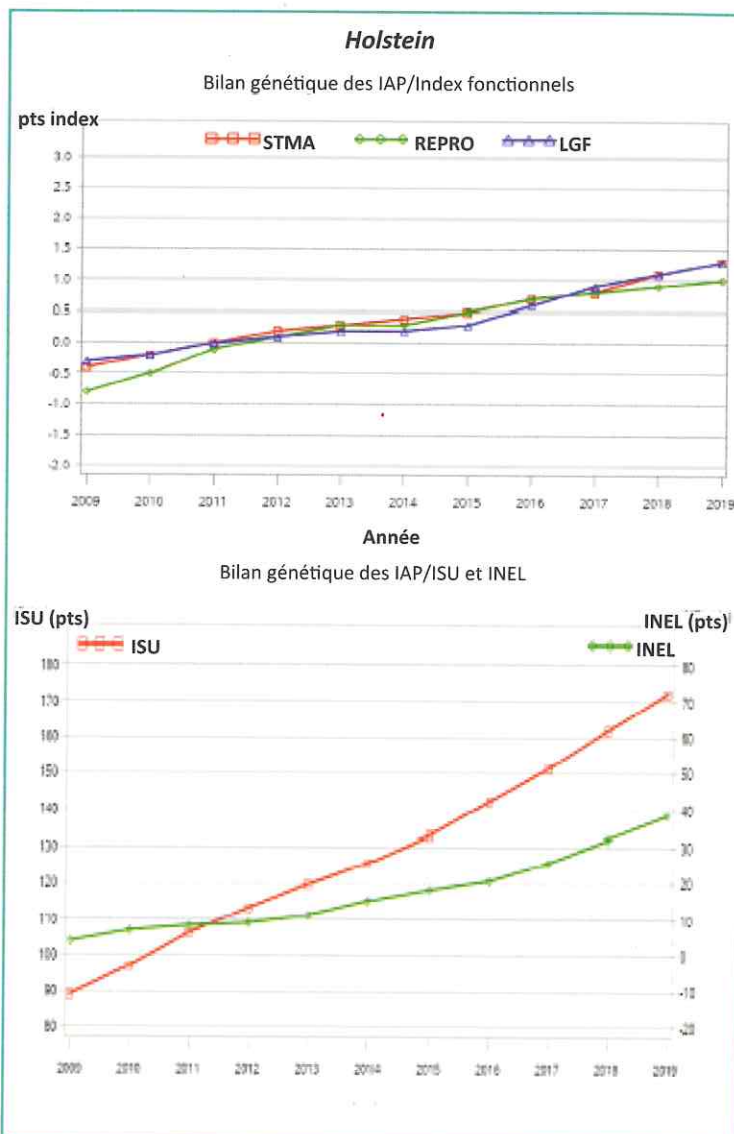


Figure 2 - Les progrès génétiques sur les fonctionnels sont plus importants

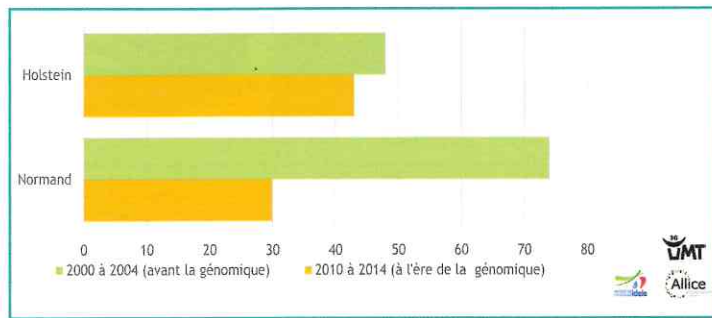


Ces évolutions permettront une meilleure cohérence entre les index, que les animaux soient génotypés ou non, et une plus grande stabilité des index des taureaux à potentiel élevé. Elles vont aussi déboucher sur des perspectives plus larges pour les nouveaux caractères, comme l'impact environnemental ou la sensibilité à certaines pathologies comme la paratuberculose. Elles devraient aussi permettre une meilleure préservation de la diversité génétique, par exemple par une gestion raisonnée des accouplements des taureaux porteurs d'anomalies.

Le prix du séquençage (décodage complet de l'ADN) va également continuer à baisser. Cette technique pourrait un jour remplacer les puces ADN. Cela va permettre d'identifier de nouvelles mutations causales, des gènes ayant des effets plus prononcés favorables (gènes d'intérêt) ou défavorables comme des anomalies génétiques.

On pourra également mieux apprécier l'homogénéité de la descendance d'un taureau.

Figure 4 - Pourcentage de pères à taureaux avec dans leur pedigree les 5 grands pères paternels les plus utilisés



Il sera possible d'intégrer les notions de robustesse, à savoir l'aptitude d'une vache à faire face à une situation difficile et de résilience, à savoir son aptitude à se rétablir. Tout cela grâce aux apports de l'élevage de précision.

On pourra mieux comprendre l'impact de l'environnement et donc des conditions d'élevage sur l'expression des gènes, par exemple l'influence du déroulement de la gestation sur le veau à naître.

Un challenge sera de permettre une utilisation aisée de ces informations toujours plus complexes à des éleveurs qui ont de moins en moins de temps.

LE BILAN TIRÉ PAR EVOLUTION

Jean-Christophe Boittin, responsable diffusion génétique chez Evolution, a mis en avant la manière dont la génomique a été intégrée dans le schéma de sélection du centre d'insémination français.

La voie mâle

En race Normande, il y a 10 ans, on disposait de « 20 mères à taureaux » génotypées pour produire 1 taureau d'IA. Depuis ce nombre n'a fait que croître. En 2020, en Holstein, on arrive ainsi à un ratio de plus de 1.500 mères à taureaux génotypées par taureau d'IA produit. Le schéma de sélection d'Evolution produit 3.000 mâles génotypés chaque année parmi lesquels seule une septantaine seront au final diffusés. L'augmentation du nombre de mères à taureaux et la sélection plus stricte des mâles donnent une nouvelle envergure aux programmes de sélection.

Cette évolution permet davantage de segmenter l'offre au sein d'une même race, ce qui répond à une demande au vu des systèmes d'élevage plus différenciés observés sur le terrain :

- productivité : focus sur le niveau de production, la production viagère ;
- valeur ajoutée par exemple à travers la transformation : focus sur les taux ;
- autonomie alimentaire avec pâturage : focus sur la reproduction.
- réduction de la charge de travail : focus sur les fonctionnels.

Cela se traduit par une accélération du progrès génétique global que l'on observe à travers la progression des valeurs d'élevage de la population femelle avec un gain de pratiquement deux ISU par tranche de 5 ans (figure 5). La progression est particulièrement marquée pour les taux et la morphologie, et plus encore pour les fonctionnels (santé mammaire, repro), confirme Jean-Christophe Boittin.

De nouveaux critères de sélection sont venus s'ajouter comme la santé du pied, la durée de gestation. Il est également déjà possible d'évaluer les taureaux pour l'homogénéité de leur descendance. Des critères comme l'efficacité alimentaire devraient voir le jour.

Pour les centres d'insémination, la suppression du testage permet également des économies considérables. En 2010, Evolution hébergeait un total de 3.500 taureaux contre 600 aujourd'hui. Vu la moindre diffusion du volume de paillettes par taureau et la possibilité de sexer le sperme, ces derniers ont des carrières moins longues. Cela se traduit donc par un nombre moindre de taureaux mais un suivi plus fin de chacun et donc une meilleure efficacité pour un moindre coût.

La voie femelle

Le génotypage a d'abord concerné les éleveurs impliqués dans les schémas de sélection. Vu son coût nettement plus abordable, il est aujourd'hui devenu un outil de gestion du renouvellement du troupeau.

Les éleveurs peuvent identifier les souches qui ont le plus de potentiel dès le plus jeune âge. Cela permet d'optimiser les accouplements, notamment en combinant avec l'utilisation de semences sexées sur les meilleures et du croisement terminal sur les moins bonnes et un élevage plus sélectif des génisses. Pour l'orateur, par rapport à la stratégie classique, cela permet un gain annuel de 80 € par vache ou de 10 € par 1.000 litres.

Une comparaison d'un groupe de 200 fermes Holstein qui génotypent toutes leurs femelles depuis 2013 par rapport à un groupe de 600 fermes qui débutent aujourd'hui le génotypage intensif montre un gain supplémentaire de 7 points d'ISU soit 35 € par vache et par an en faveur du premier groupe.

La comparaison des index lait de vaches et leurs performances en première lactation (lait 305 jours) montre une excellente corrélation. Un gain de 100 en index lait se traduit par un gain de 180 kg de lait produit en première lactation.

Figure 5 - Effet de la génomique sur la progression des valeurs d'élevage de la population femelle

ANNEE	Isu	Inel	Mp	Mg	TP	TB	Lait	MO	MA	CC	ME	SAMA	Cel	MaCl	Repro	Fer v	Fer g	IVIA1	Lgt
2019	-5,8	-1,9	-1,4	-1,9	-0,12	-0,16	-12	-0,21	-0,20	-0,04	-0,09	-0,11	-0,10	-0,08	-0,14	-0,12	-0,04	-0,12	-0,10
2018	-6,0	-2,8	-2,1	-2,8	-0,10	-0,13	-41	-0,20	-0,18	-0,06	-0,09	-0,10	-0,10	-0,06	-0,11	-0,11	-0,03	-0,08	-0,10
2015-2019	-5,3	-2,6	-2,1	-2,3	-0,04	0,00	-57	-0,17	-0,15	-0,08	-0,06	-0,08	-0,08	-0,05	-0,07	-0,07	-0,03	-0,05	-0,09
2010-2014	-4,4	-3,4	-3,1	-2,5	-0,03	0,16	-92	-0,15	-0,11	-0,07	-0,08	-0,02	-0,04	0,02	0,00	-0,02	-0,03	0,04	-0,05
2004-2009	-3,6	-4,1	-3,8	-2,8	0,00	0,20	-110	-0,08											

- Accélération du progrès génétique global
- Progrès génétique complet : sur l'ensemble des critères
- Nouveau rapport de progrès : Taux – Lait – Fonctionnels - Morphologie

