



La simulation au service de la sélection

Réflexions sur un ISU intégrant la diversité génétique chez la Prim'holstein

Alicia JACQUES^{1,2}, Stéphanie MINÉRY^{3,2} et Thierry TRIBOUT²

¹*Eliance, 149 rue de Bercy, 75012, Paris, France*

²*Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, GABI, 78350, Jouy-en-Josas, France*

³*Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595, Paris, France*

La sélection génétique joue un rôle central dans l'amélioration des performances et la durabilité des populations bovines domestiques. Chez la Prim'holstein, principale race laitière française, les progrès récents liés à la sélection génomique ont permis d'accroître rapidement les performances de production, de santé et de morphologie. Cependant, cette intensification du progrès génétique s'est accompagnée d'une érosion significative de la diversité génétique, compromettant les capacités d'adaptation et la durabilité de la population sur le long terme. Dans ce contexte, l'intégration d'une mesure d'originalité génétique dans l'Indice de Synthèse Unique (ISU), qui traduit les objectifs de sélection de la race, pourrait être une stratégie pertinente, permettant de concilier progrès génétique et préservation de la variabilité au sein de la race. Mais l'ISU combine les index d'un grand nombre de caractères corrélés entre eux et sa modification n'est pas une démarche simple. En effet, toute évolution de cet indice a des répercussions directes sur les choix des éleveurs, sur les orientations de la sélection et sur le progrès réalisé sur les différents caractères d'intérêt. Les conséquences à long terme d'un tel changement sont difficiles à anticiper, ce qui rend les approches par simulations informatiques particulièrement précieuses pour explorer et prévoir les réponses possibles de la population à un nouvel objectif de sélection.

Les travaux par simulation consistent à modéliser le schéma de sélection d'une race, en appliquant à la population simulée, soit la stratégie de sélection actuelle qui servira de référence, soit différentes stratégies alternatives envisagées. Cela permet de comparer les différents résultats obtenus, notamment en termes d'évolutions génétiques sur les caractères sélectionnés et de diversité génétique. On peut ainsi évaluer l'impact de certains changements par rapport à la conduite de référence, comme la prise en compte d'une mesure d'originalité génétique dans l'ISU.

Des simulations d'un schéma de sélection en race Prim'holstein française ont été réalisées à l'aide de l'outil MoBPS (Modular Breeding Program Simulator) (Pook et al, 2020). Ce travail a été effectué dans le cadre d'un stage de 6 mois de fin d'étude d'ingénieur en agronomie (AgroParisTech, Léa Larhantec, mars-août 2025) hébergé au sein de l'UMT e-Bis.

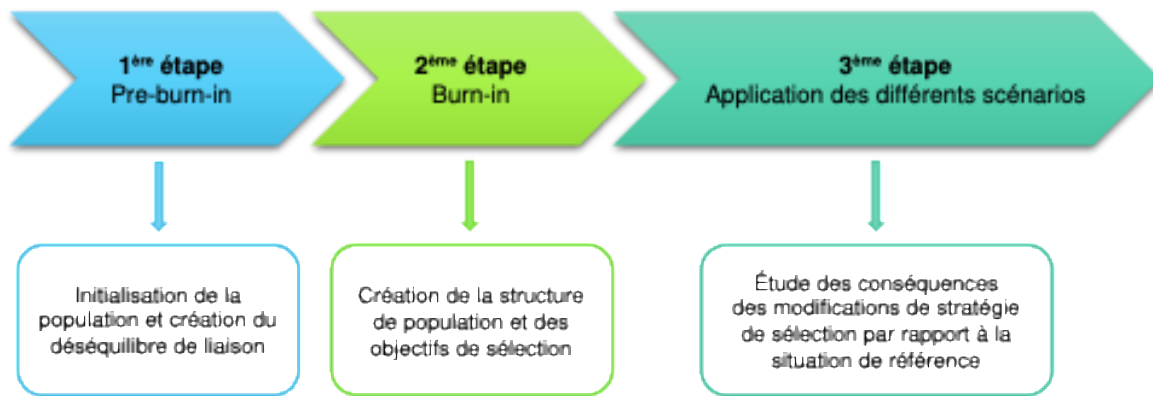


Figure 1 : Les différentes étapes pour les travaux par simulation

La première étape consiste à initier une population simulée représentant le contexte de la race étudiée et ses principales caractéristiques. Par exemple, la Prim'holstein est une race internationale, sujet à des flux de gènes provenant de populations étrangères, qu'il est nécessaire de prendre en compte dans les travaux de simulations. Cette initialisation de la population permet de reproduire de manière simplifiée la structure génétique observée dans le passé. Ainsi, la sélection est d'abord appliquée sur les caractères de production, puis sur la combinaison des caractères actuellement en sélection, ce qui permet de mimer les dynamiques historiques de sélection et d'obtenir une base de population de travail.

Après cette phase d'initialisation, des règles de sélection représentant au mieux la conduite du schéma de la race sont appliquées à la population simulée. Le schéma est dimensionné par la taille des cohortes, la sélection des reproducteurs, la définition des objectifs de sélection et les pondérations appliquées aux caractères. Ce modèle sert de référence de comparaison pour évaluer les effets des modifications ultérieures de l'ISU.

Enfin, la population est sélectionnée pendant une dizaine de générations, soit en continuant d'appliquer les pondérations de l'ISU actuel, soit en sélectionnant sur des ISU alternatifs intégrant un indice d'originalité génétique. La prise en compte d'une valeur de diversité vise à valoriser les individus présentant de l'originalité génétique vis-à-vis du reste de la population. Plusieurs scénarios sont simulés en faisant varier le poids attribué à cette composante de diversité, afin d'analyser (i) le progrès génétique global obtenu sur différents caractères et (ii) l'évolution de la diversité génétique dans la population.

Ce travail par simulations permet d'évaluer les conséquences de l'introduction d'un indice de diversité dans l'ISU avec un poids variable, et d'étudier les compromis entre progrès génétique et diversité pour chaque scénario testé.

Au-delà de cette étude, les simulations informatiques de schémas de sélection offrent plus généralement une base de réflexion prospective pour envisager différentes stratégies d'évolution de l'ISU. Elle permet notamment d'anticiper les réponses génétiques à un changement d'objectif de sélection et d'orienter les choix collectifs de la filière vers des schémas plus durables. Cela constitue un outil d'aide à la décision particulièrement puissant pour la gestion des populations animales domestiques, en testant différents scénarios sans risque pour la population réelle.

Ce type de travaux favorise une réflexion collective et éclairée pour orienter les choix stratégiques des acteurs de la sélection lorsque de nouvelles problématiques émergent, qu'il s'agisse de préserver la diversité, d'améliorer la durabilité ou d'adapter les populations aux futurs enjeux d'élevage.