

Indexation Bovine Laitière



Note d'information aux organisations génétiques des bovins laitiers

IBL n° 2012-7
06/04/2012
Référence n°001272024

Evaluation génétique Internationale : Utilisation du pedigree complet (Sire-Dam MACE)

A partir de l'évaluation internationale d'Avril 2012, Interbull utilise un modèle MACE qui intègre l'ensemble des relations entre les individus, mâles et femelles. Cette IBL présente le nouveau modèle, les motivations du changement et les conséquences.

Contact : stephanie.minery@idele.fr et amandine.launay@idele.fr

1. Principe

Jusqu'à présent les généalogies prises en compte dans les évaluations internationales ne considéraient que les mâles, c'est-à-dire le père et le grand père animal de chaque taureau (modèle dit « Sire Maternal-GrandSire MACE » ou SMGS_MACE). Les grands-mères maternelles (GMM) étaient regroupées par origine de la femelle et année de naissance du taureau.

Dans le nouveau modèle, les généalogies sont complétées sur la voie femelle (modèle dit « Sire Dam MACE » ou SD_MACE), c'est-à-dire que les mères et les grands-mères maternelles sont considérées individuellement.

Pourquoi changer de modèle ?

Ce principe reposait sur l'hypothèse selon laquelle les mères des taureaux issues d'un même père et nées dans le même pays avaient toutes le même niveau génétique.

Par exemple, sur la figure 1, les taureaux 1 et 2 ont été testés respectivement aux USA et en France. La mère du taureau 5 est issue d'une transplantation embryonnaire à partir d'une mère américaine (la femelle 9). La mère et la GMM du taureau 1 sont américaines. Les pères des femelles 4 et 5 sont identiques.

On supposait, avec l'ancien modèle, que les femelles 7 et 9 avaient même niveau génétique, ce qui signifiait que les sélectionneurs français, lorsqu'ils choisissaient une femelle américaine pour l'intégrer au schéma de sélection français, avaient les mêmes critères de sélection que leurs homologues nord américains. Le niveau génétique des femelles 7 et 9 correspondait à la valeur du groupe auquel elles étaient rattachées, et qui intégrait toutes les GMM de taureaux nés une année donnée et nées elles-mêmes dans un même pays, quel que soit le pays de testage de leurs petits fils.

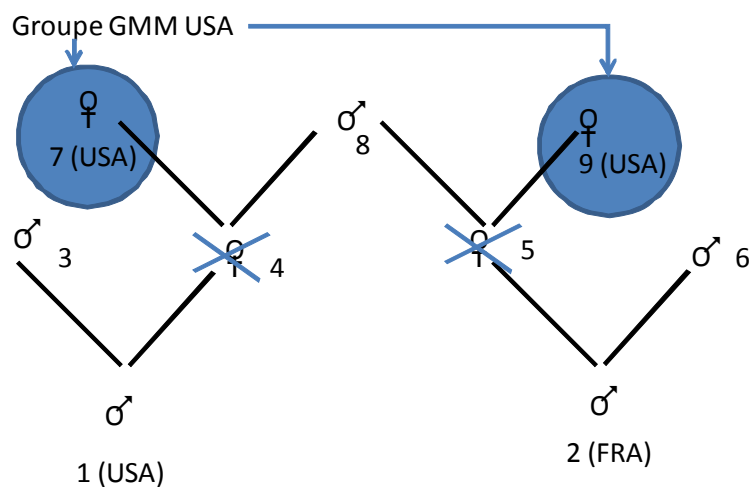


Figure 1 : Prise en compte des généalogies dans les évaluations Interbull : exemple. *En bleu : dans le S-MGS MACE, les GMM étaient rassemblées dans des groupes spécifiques, les mères ne sont pas prises en compte individuellement. Toutes ces femelles sont prises en compte individuellement dans le SD-MACE.*

On peut bien imaginer que cette hypothèse était imparfaite, notamment pour les caractères les plus fortement sélectionnés et pour lesquels la pression de sélection a été différente selon les pays, comme c'est le cas de la production laitière.

Or plusieurs études ont démontré que les résultats des évaluations internationales étaient sensibles à la définition des groupes. En effet, les évaluations génétiques étant basées sur un modèle multi-caractère, le poids de l'ascendance est plus élevé pour un taureau étranger que pour un mâle ayant des filles dans le pays considéré, surtout pour les taureaux ayant un nombre modéré de filles. Par le jeu des corrélations génétiques, les valeurs des groupes sont différentes d'un pays d'expression des index à l'autre. L'estimation de la valeur génétique d'un groupe donné repose essentiellement sur les niveaux génétiques des petits fils évalués dans le pays dans lequel on considère les index Interbull. En d'autres termes, sur la figure 1, dans le cas du S-MGS MACE, les valeurs des groupes des GMM 7 et 9 exprimées en unités françaises et américaines sont différentes ; le niveau génétique du groupe est essentiellement estimé au travers des descendants français lorsque l'on considère les index Interbull en unités françaises, des descendants américains pour les index Interbull en unités américaines.

Dès lors, dans la figure 1, si les mères des taureaux américains ont été plus fortement sélectionnées sur un caractère donné que celles des taureaux français, le niveau génétique des mères des taureaux français est surestimé lorsque les index sont exprimés en unités américaines, alors que le niveau génétique des mères des taureaux américains est sous estimé en unités françaises.

La prise en compte des généalogies complètes est donc une amélioration importante du modèle d'évaluation, qui permet de lever l'une des hypothèses les plus délicates du modèle d'évaluation internationale.

Avant la mise en œuvre de cette évolution, Interbull a procédé à plusieurs évaluations tests de manière à analyser, de la manière la plus approfondie possible, l'impact de ce changement. L'équipe de l'Institut de l'Elevage chargé de la validation des index internationaux a analysé l'ensemble des tests, dont les principaux résultats sont présentés dans la suite de l'IBL.

2. Conséquences du changement de modèle

3.1 Analyse globale

Le nouveau modèle ne modifie pas globalement le progrès génétique (figure 2, illustration en race holstein et en unités françaises). En revanche on observe un remaniement du palmarès des taureaux (figure 3). Les CD des index augmentent grâce à la meilleure remontée des généalogies et à l'augmentation des connexions, permises par les mères ayant des fils testés dans plusieurs pays. Pour la QMP par exemple, le CD des taureaux étrangers Holstein augmente de 1 à 5%.

Les index ayant le plus varié sont ceux des taureaux étrangers n'ayant pas de filles dans le pays d'expression des index (ex : pas de filles en France pour les index Interbull exprimés en unités françaises). En revanche, les index des taureaux ayant des filles dans le pays sont extrêmement stables. Les principales variations concernent les caractères de production ; les index morphologiques et fonctionnels sont eux très peu touchés par ces modifications.

Tous ces résultats s'expliquent par les éléments présentés précédemment : le poids de l'ascendance est plus fort pour les taureaux étrangers ; la pression de sélection a été plus forte sur les caractères de production que sur les autres, avec des objectifs de sélection hétérogènes selon les pays (plus de QMG chez les uns, plus de lait chez les autres...).

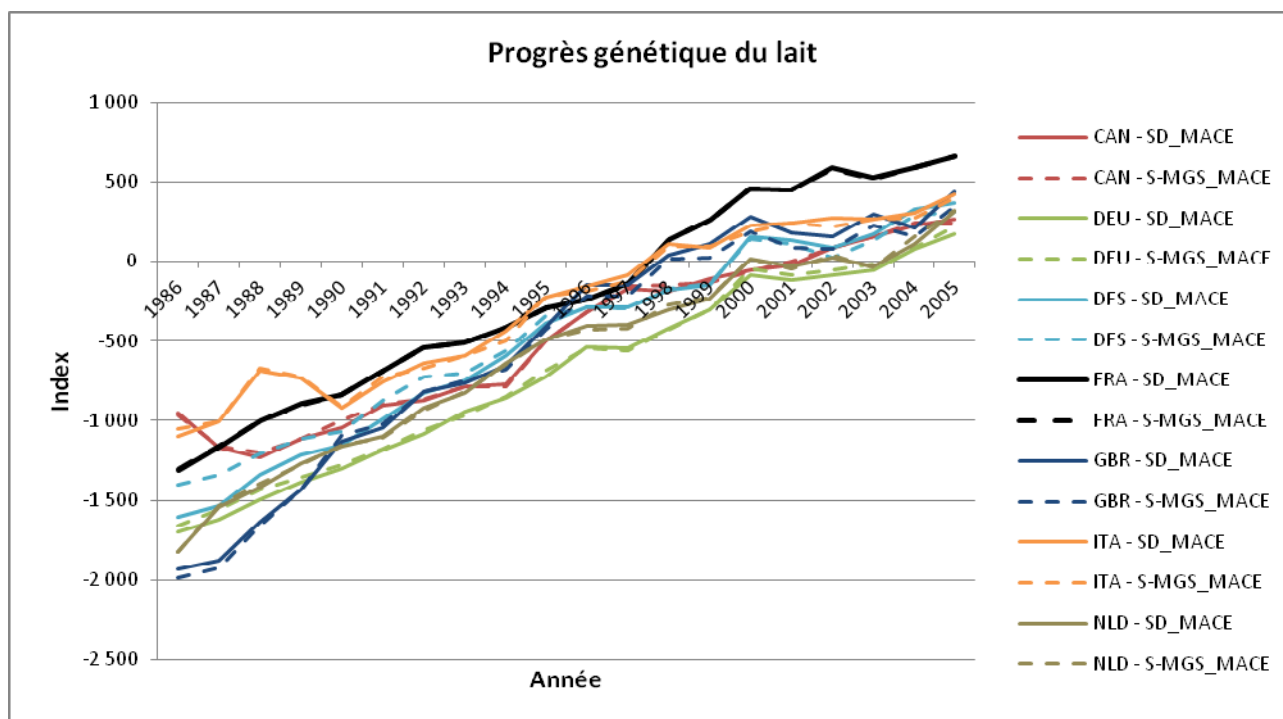


Figure 2 : Progrès génétique du lait en race holstein pour les deux modèles (en unités françaises)

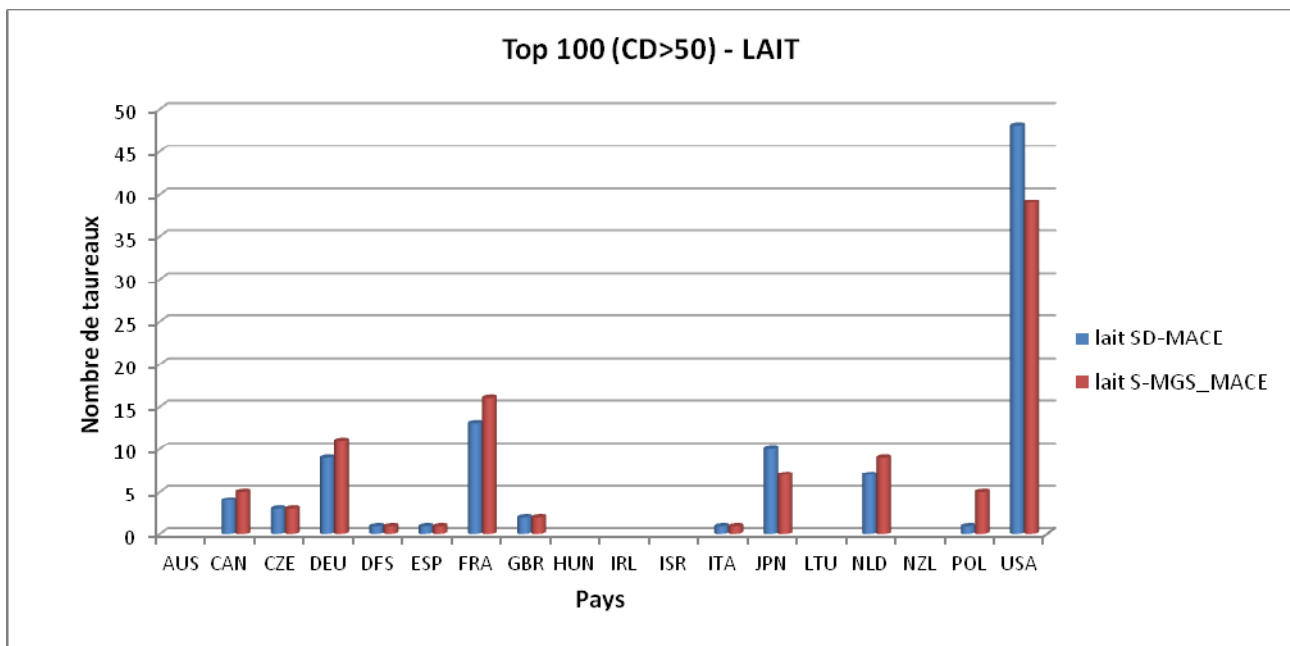


Figure 3 : Nombre de taureaux par pays de testage, figurant parmi les 100 meilleurs taureaux classés sur leur index Lait (en unités françaises).

3.2 Analyses plus détaillées

Les index Interbull des deux modèles (SD_MACE et S-MGS_MACE) ont été comparés pour différentes catégories de taureaux (dans les unités françaises) :

- les « jeunes » : taureaux nés après 2001
- les « moyens » : taureaux nés entre 1991 et 2001
- les « vieux » : taureaux nés avant 1991

Les analyses ont été réalisées en tenant compte du pays d'origine du taureau : CAN : les taureaux canadiens, DEU : taureaux allemands, DNK : taureaux danois, FRA : taureaux français, NLD : taureaux hollandais, USA : taureaux américains.

Seuls les résultats les plus marquants sont présentés ici, mais les analyses ont été faites pour les 5 races concernées par les évaluations internationales (Holstein, Brune, Montbéliarde, Simmental française et Pie rouge), pour tous les caractères.

Les écarts entre les index lait estimés avec le modèle SD_MACE et le modèle S-MGS_MACE pour la race holstein sont représentés sur la figure 4. Pour les taureaux français, les deux index sont très comparables. Les index des taureaux d'origine américaine sont revalorisés, surtout pour les catégories « jeunes » et « moyens ».

Ce résultat s'explique par la structure de la population. Les études menées par Interbull ainsi que celles conduites par l'Institut de l'Élevage et l'INRA en 2008 (action innovante COPAINT soutenue par le Ministère de l'Agriculture) ont montré que les Etats Unis constituent l'essentiel des origines étrangères dans toutes les populations de mères à taureaux, et que les reproducteurs américains sont quasiment exclusivement d'origine autochtone (10% d'origine étrangère, presque en totalité canadienne). Dans le S-MGS_MACE, les groupes de GMM étaient donc constitués de GMM de taureaux testés dans des pays très différents. Ils étaient donc très hétérogènes. Pour les index Interbull estimés en unités françaises, les valeurs génétiques de ces groupes étaient essentiellement estimées grâce aux taureaux français, ce qui ne reflétait pas forcément le niveau génétique des femelles utilisées dans d'autres pays, en particulier aux Etats Unis.

Les figures 5 et 6 présentent les écarts moyens observés en race montbéliarde et brune. On peut expliquer les variations par le même type d'interprétation qu'en race holstein. Pour les caractères fonctionnels et la morphologie, les écarts moyens entre les deux modèles sont extrêmement limités et ils ne sont pas présentés dans cette note. En race holstein et en unités françaises, la variabilité des index lait, QMG et QMP pour les catégories « moyens » et « vieux » est la même avec les deux modèles (figure 7). En revanche, les index sont légèrement plus variables pour les

« jeunes » taureaux avec le nouveau modèle. Cependant, hormis les index des taureaux danois, l'augmentation ne dépasse pas 2% de l'écart-type d'index, ce qui signifie que le changement de modèle a eu un impact limité sur l'éclatement des index Interbull. En race brune, la variabilité des index n'a pas été affectée par le changement de modèle (non présenté ici). En race montbéliarde (figure 8), les index des taureaux italiens sont un peu plus éclatés, probablement parce que les origines étrangères utilisées dans ce pays sont extrêmement diversifiées.

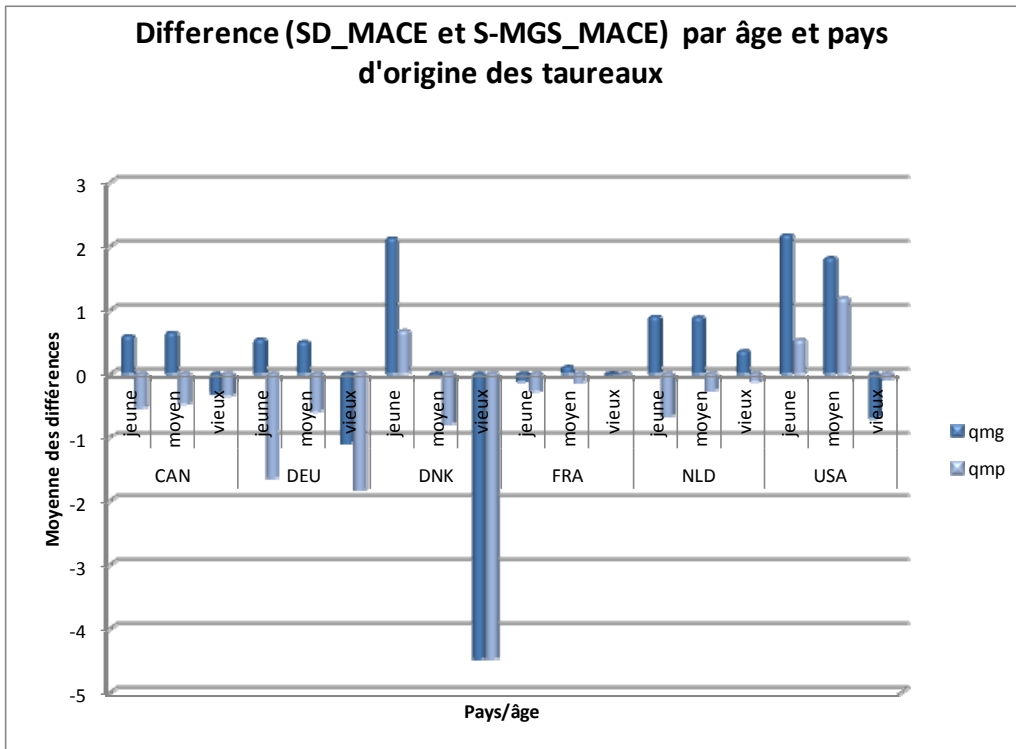


Figure 4 : Différence moyenne entre les index qmg et qmp en race holstein, en fonction du pays d'origine des taureaux

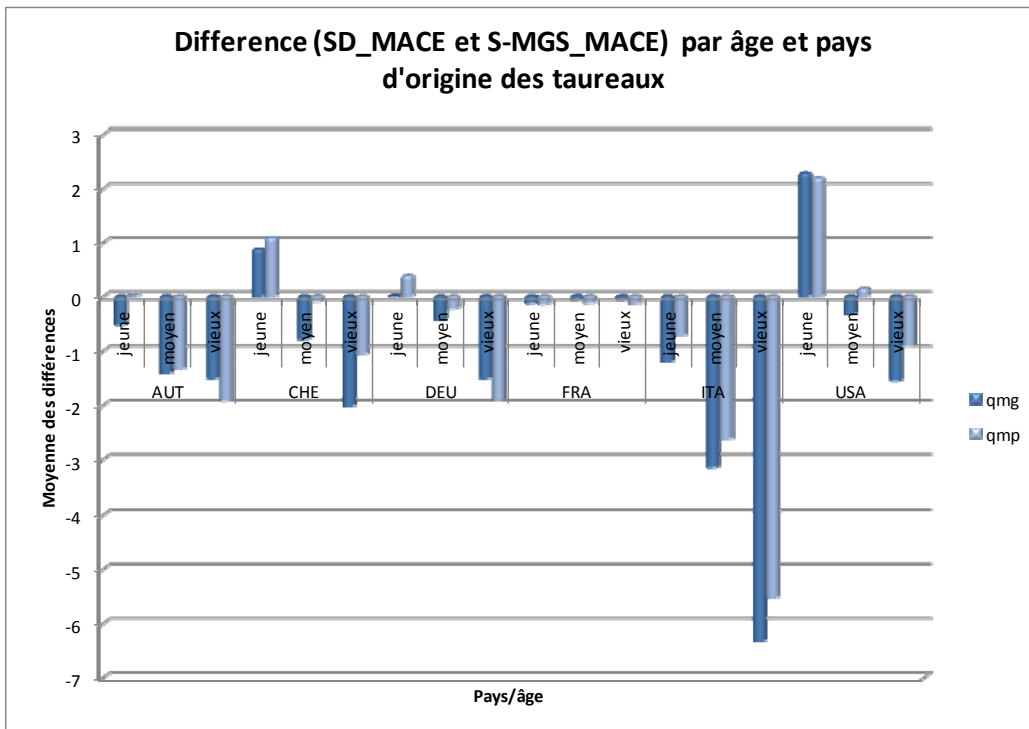


Figure 5 : Différence moyenne entre les index qmg et qmp en montbéliarde, en fonction du pays d'origine des taureaux.

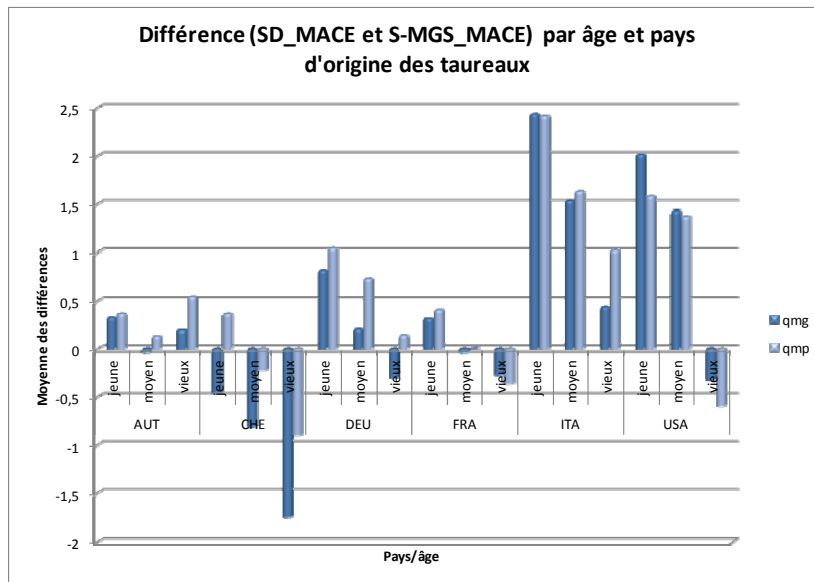


Figure 6: Différence moyenne entre les index qmg et qmp en race brune, en fonction du pays d'origine des taureaux

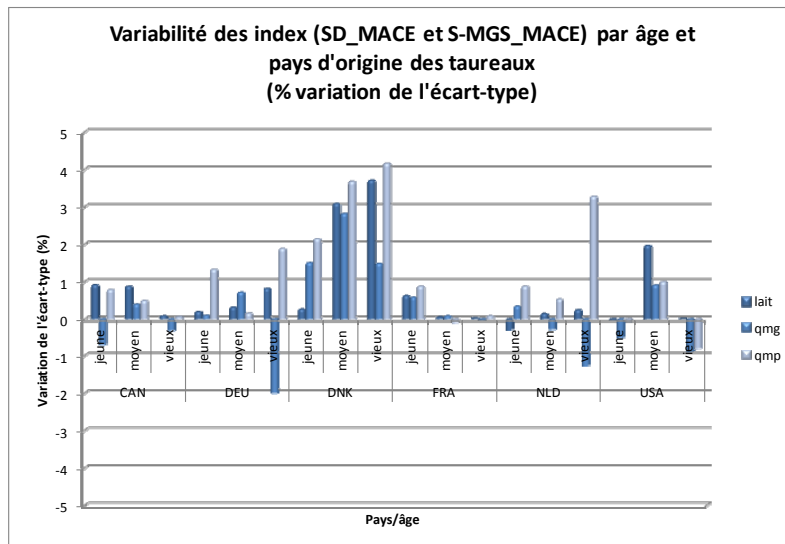


Figure 7 : Ecarts (en %) de variabilité des index de production en holstein, en fonction du pays d'origine des taureaux

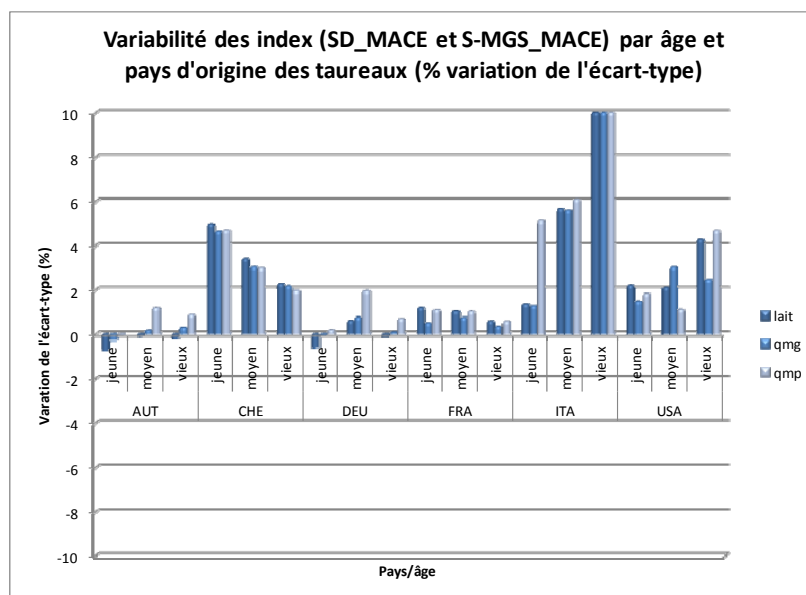


Figure 8 : Ecarts (en %) de variabilité des index de production en montbéliarde, en fonction du pays d'origine des taureaux