

# Indexation Bovine Laitière



Note d'information aux organisations génétiques des bovins laitiers

IBL n° 2012-2  
15/02/2012  
Référence n°001272012

## Sommaire :

1. L'ISU 2012 des races laitières nationales
2. Synthèses Reproduction et Santé de la mamelle
3. Index composites morphologiques des races NO et PH

## 1. Les index de synthèse ISU 2012 des races laitières nationales

La révision de l'ISU en février 2012 est motivée par l'évaluation génétique de nouveaux caractères depuis la version précédente de 2001 (par exemple les mammites cliniques et l'intervalle vêlage-1<sup>ère</sup> IA en 2010, la réussite à l'IA des génisses en 2007) et par le déploiement de la sélection génomique à la mi-2009. Sachant que cette dernière permet un doublement du progrès génétique annuel, les OS se sont interrogés sur une autre répartition des efforts de sélection entre caractères, tout en assurant le même niveau laitier (kg de lait et de matières) que dans le programme de sélection classique sur descendance. Dans l'attente d'un outil de modélisation de la valeur économique des caractères (projet Casdar Osiris), la révision est fondée sur les réponses à la sélection.

### Démarche

Elle s'appuie sur la comparaison de la sélection polygénique (taureaux testés sur descendance nés depuis 2002 et connus en octobre 2010) avec la sélection génomique (jeunes taureaux nés de 2006 à juin ou décembre 2009 selon la race et en âge de reproduire). On applique une pression de sélection de 10% en contexte polygénique et de 5% en contexte génomique, sachant qu'à l'époque la pression de sélection génomique était un peu supérieure à 10%.

Deux indicateurs sont produits en utilisant les index de juin 2011 :

- l'index moyen des taureaux sélectionnés : les jeunes taureaux bénéficient de 4 années supplémentaires de sélection et la comparaison entre les deux situations est directe, mais le niveau absolu de l'index est relatif à la population femelle un peu ancienne définissant la base d'indexation;
- la supériorité des taureaux sélectionnés par rapport à l'ensemble des candidats (différentielle de sélection) : elle traduit mieux les résultats de la sélection d'un groupe d'animaux contemporains mais elle n'est pas directement

comparable entre les situations génomique et polygénique. En effet elle est à diviser par l'intervalle de génération, respectivement 3 ans environ et 7 ans, pour estimer un progrès génétique annuel sur la voie père-fille.

Les ISU alternatifs ont été testés en diminuant la part de la synthèse de production laitière par paliers de 5%, afin de déterminer celle qui assure des niveaux laitiers quantitatifs équivalents à la sélection classique ; les tests PH et NO ont été faits avec l'Inel puis avec des synthèses laitières alternatives. Pour la longévité fonctionnelle, caractère d'importance économique majeure, sa contribution a été fixée à 5% en considérant qu'elle est précisément connue tardivement et qu'elle est prédite par les caractères fonctionnels et morphologiques quand les taureaux sont en service ; en conséquence on doit obtenir indirectement de bons indicateurs de longévité attendue du fait d'une pression accrue en faveur des autres caractères fonctionnels.

La marge de manœuvre dégagée est affectée aux deux groupes d'aptitudes fonctionnelles, la reproduction et la santé de la mamelle. Plutôt qu'une parité entre eux on a privilégié l'aptitude dont la différentielle de sélection, pour la fertilité ou pour les mammites cliniques, était la plus faible. L'index de sélection est donc construit pour rapprocher ces deux réponses fonctionnelles. Par ailleurs une part réduite a été affectée à la vitesse de traite pour contrarier le ralentissement causé par la sélection en faveur de comptages cellulaires bas et d'une fréquence moindre des mammites cliniques (races normande et prim'holstein). La part attribuée à la synthèse morphologique est en principe conservée.

### Les index de synthèse ISU 2012

Après diverses simulations non présentées ici, les OS ont choisi les pondérations suivantes dont on illustre les effets sur les caractères.

Part relative des caractères dans les ISU 2012  
(l'ISU 2001 est en italique)

	Race PH		Race NO		Race MO	
	part	caractère	part	caractère	part	caractère
Production laitière	35% <i>50%</i>	MP+ 0.1MG +0.5TB +TP <i>Inel</i>	40% <i>51%</i>	MP+ 0.1MG <i>Inel</i>	45% <i>50%</i>	MP+ 0.1MG+ 0.5TB +3TP <i>Idem ci-dessus</i>
Morphologie	15 <i>12.5</i>	MO nouvelle	18 <i>18</i>	MO nouvelle	12.5 <i>12.5</i>	
Reproduction	22 <i>12.5</i>	50%Fer 25%Ferg 25%Ivia1 <i>Fer</i>	15.5 <i>10</i>	Idem PH <i>Fer</i>	18 <i>12.5</i>	Idem PH <i>Fer</i>
Santé mamelle	18 <i>12.5</i>	60%Cel 40%Macl <i>Cel</i>	18.5 <i>13</i>	50%Cel 50%Macl <i>Cel</i>	14.5 <i>12.5</i>	60%Cel 40%Macl <i>Cel</i>
Longévité	5 <i>12.5</i>		5 <i>8</i>		5 <i>12.5</i>	
Vit. Traite	5 <i>/</i>		3 <i>/</i>		5 <i>/</i>	

### Résultats de production laitière

Du fait de la forte réponse de la quantité de MG en sélection génomique, l'Inel a été remplacé par une synthèse laitière « allégée » pour la quantité de MG des races NO et PH. Vis à vis des taux l'OS Normande a choisi de les écarter de la synthèse laitière : on conserve ainsi des réponses quantitatives satisfaisantes malgré une réduction à 40% de la part de la production, qui permet ainsi d'augmenter la part des caractères fonctionnels. L'OS Montbéliarde a testé et renoncé à une synthèse laitière où le coefficient du TP serait passé de 3 à 5.

En contexte génomique la part de la production laitière peut être réduite respectivement à 45%, 40% et 35% selon la race, en assurant des index moyens équivalents en lait et un peu supérieurs en quantité de matière protéique. L'exemple de la Prim'Holstein à l'étranger montre que la part choisie 35% est à peu près celle qu'on trouve dans les pays nordiques depuis longtemps, plus récemment aux Pays-Bas et dans le Net Merit américain (cf. annexe 1).

Index et différentielles D des taureaux sélectionnés sur ISU 2012 (Production laitière)

race	Sélection sur	Lait kg	MG kg	MP kg	TB g/kg	TP g/kg	Dtb g/kg	Dtp g/kg
Race PH	Isu2001_poly	1081	39.5	36.3	-0.49	0.28	0.62	0.73
	Isu2001_géno	1275	49.3	44.6	-0.49	0.19	0.83	0.58
	<b>Isu2012_géno</b>	<b>1091</b>	<b>40.4</b>	<b>38.1</b>	<b>-0.54</b>	<b>0.22</b>	<b>0.78</b>	<b>0.61</b>
Race NO	Isu2001_poly	724	33.2	28.1	0.23	0.55	0.38	0.54
	Isu2001_géno	814	34.2	33.9	-0.26	0.64	0.29	0.38
	<b>Isu2012_géno</b>	<b>707</b>	<b>27.1</b>	<b>30.3</b>	<b>-0.74</b>	<b>0.52</b>	<b>-0.19</b>	<b>0.27</b>
Race MO	Isu2001_poly	723	30.4	27.9	0.23	0.52	0.40	0.56
	Isu2001_géno	781	31.3	31.1	-0.26	0.39	0.13	0.24
	<b>Isu2012_géno</b>	<b>751</b>	<b>29.6</b>	<b>30.1</b>	<b>-0.33</b>	<b>0.39</b>	<b>0.06</b>	<b>0.24</b>

*Résultats des caractères fonctionnels (cf. annexes 2-a à 2-c)*

La sélection sur Isu 2012 assure de meilleures différentielles toutes positives pour les cinq caractères fonctionnels, les changements étant moins visibles pour la montbéliarde dont l'Isu est le moins remanié ; on rappelle que ces différentielles traduisent mieux l'orientation donnée par la sélection d'un groupe de contemporains. On vérifie aussi que parmi les deux caractères de fertilité de la vache et de résistance aux mammites, le premier semble répondre plus difficilement à la sélection chez la prim'holstein et la montbéliarde, alors que le second concerne davantage la normande.

Conformément aux attentes la longévité fonctionnelle n'est pas affectée par la diminution de sa pondération propre dans l'ISU 2012 au vu du tableau suivant.

Index et différentielles D des taureaux sélectionnés sur ISU 2012 (Longévité fonctionnelle)

Sélection sur	PH	LGF			Dl <sub>gf</sub>		
		NO	MO	PH	NO	MO	
Isu2001_poly	0.81	0.79	0.60	0.76	0.71	0.64	
Isu2001_géno	1.17	0.63	1.03	0.44	0.25	0.48	
<b>Isu2012_géno</b>	<b>1.47</b>	<b>0.80</b>	<b>1.13</b>	<b>0.75</b>	<b>0.41</b>	<b>0.58</b>	

*Résultats pour la morphologie et la vitesse de traite (cf. annexes 3-a à 3-c)*

L'inclusion de la vitesse de traite avec un poids limité maintient ou améliore les réponses à la sélection, en particulier pour la prim'holstein. Les nouveaux index composites de la morphologie détaillés plus loin favorisent davantage les aplombs que le format ; la dégradation de l'apparence musculaire est beaucoup ralentie chez la normande. On remarque aussi le haut niveau morphologique moyen des jeunes taureaux prim'holstein.

**Calcul et expression des ISU**

Par convention on donne à l'ISU une variabilité de 20 points dans une population de référence (taureaux avec index polygéniques nés depuis 2003), mais cette variabilité a été portée à 22 points pour la Prim'Holstein dont les index élémentaires sont plus précis et plus variables. Par rapport à la situation 2001, cette convention accroît la variabilité de l'ISU normand (20 points contre 16.5) mais pas celle des deux autres races.

A l'ISU contribuent un index de synthèse laitière ayant la variabilité de l'Inel, l'index de synthèse morphologique MO, les index fonctionnels combinés et la vitesse de traite combinée.

$$\text{ISU PH} = 19.62 / 0.35 (0.35 \text{ synt. laitière} / 25.2 + 0.108 \text{ CELc} + 0.072 \text{ MACLc} + 0.11 \text{ FERc} + 0.055 \text{ FERGc} + 0.055 \text{ IVIA1c} + 0.05 \text{ LGFc} + 0.05 \text{ TRc} + 0.15 \text{ MO}) + 100 ;$$

$$\text{ISU NO} = 22.11 / 0.40 (0.40 \text{ synt. laitière} / 22.45 + 0.0925 \text{ CELc} + 0.0925 \text{ MACLc} + 0.0775 \text{ FERc} + 0.03875 \text{ FERGc} + 0.03875 \text{ IVIA1c} + 0.05 \text{ LGFc} + 0.03 \text{ TRc} + 0.18 \text{ MO}) + 100 ;$$

$$\text{ISU MO} = 23.39 / 0.45 (0.45 \text{ synt. laitière} / 25.2 + 0.087 \text{ CELc} + 0.058 \text{ MACLc} + 0.09 \text{ FERc} + 0.045 \text{ FERGc} + 0.045 \text{ IVIA1c} + 0.05 \text{ LGFc} + 0.05 [\text{TRc}-100] / 12 + 0.125 [\text{MO}-100] / 12) + 100 ;$$

Les synthèses laitières sont toutes différentes de l'Inel 2001:

$$\text{Synthèse laitière PH} = 1.079 (\text{QMP} + 0.1\text{QMG} + 0.5 \text{ TB} + \text{TP}) ;$$

Synthèse laitière NO= 1.098 (QMP + 0.1QMG) ;  
Synthèse laitière MO= 1.050 (QMP + 0.1QMG + 0.5 TB + 3 TP) inchangé ;

La mise en place de l'ISU 2012 a un impact divers selon la race. Pour les index polygéniques des taureaux nés depuis 2003 ceci produit des variations d'ISU de -3.9 +/- 8.5 points pour les taureaux prim'holstein, +0.5 +/- 6.9 points pour les normands et +0.3 +/- 3.7 points pour les montbéliards. La hiérarchie change peu pour la montbéliarde mais est modifiée pour les deux autres races (corrélations de 0.923 et 0.946 respectivement ; 24% et 8% de baisses de 10 points et plus ; 5% et 8.5% de hausses de 10 points et plus).

## Conclusion

Les ISU 2012 proviennent d'une approche technique fondée sur les réponses à la sélection d'une population de taureaux avec index génomiques. Par principe elle devra être complétée par l'estimation de la valeur économique des caractères. C'est d'autant plus justifié que les modalités de gestion de la production et de paiement du lait changent et se diversifient entre opérateurs, avec aussi les perspectives d'évaluation de nouveaux caractères d'intérêt (acides gras du lait, troubles de la santé, qualité des onglons, persistance de la lactation...). Ceci milite pour une vérification et une mise à jour régulières des objectifs de sélection et de leurs outils, les index de synthèse raciale.

Contact : [didier.regaldo@idele.fr](mailto:didier.regaldo@idele.fr)

## 2. Les synthèses Reproduction et Santé de la Mamelle

La multiplication des caractères fonctionnels souvent corrélés génétiquement (0.60 à 0.70 entre mammites cliniques et comptages cellulaires ; 0.60 à 0.65 entre fertilités des vaches et des génisses) amène à proposer deux synthèses fonctionnelles, la santé de la mamelle (STMA) et la reproduction (REPRO). Ces index ont été définis par consensus racial. Ils concernent les mâles et les femelles, que leur indexation soit génomique ou polygénique.

### Santé de la mamelle

En 1995 J.J. Colleau a estimé la valeur économique des mammites cliniques (MC) au double de celle des comptages cellulaires. Compte-tenu de la collecte récente et encore partielle de l'information mammites, la proposition initiale était la parité entre les deux caractères plutôt qu'un équilibre 2/3 – 1/3. Il faut souligner que grâce à la sélection des données pour indexation des MC, la qualité de l'évaluation française a été démontrée ensuite par la corrélation génétique de 0.94 estimée par Interbull entre la France et les pays nordiques.

Les choix des OS ont été soit la parité, soit un équilibre de 60% aux cellules et 40% aux mammites cliniques. La similitude des paramètres génétiques permet de définir des formules de calcul communes appliquées aux index Cel et Macl combinés de l'évaluation multi caractère. Le multiplicateur permet l'expression de l'aptitude synthétique en unité d'écart-type génétique.

$$STMA = (0.60 CELc + 0.40 MACLc) / 0.9137 \text{ (races BR MO PH TA)}$$

$$STMA = (0.50 CELc + 0.50 MACLc) / 0.9100 \text{ (race NO)}$$

### Reproduction

Pour comparer la fertilité de la génisse (Ferg) ou de la vache (Fer) avec l'intervalle vêlage-1<sup>ère</sup> IA (Ivia1), la fertilité a été simplement considérée comme le résultat du taux de réussite toutes IA, constant entre IA successives, puis exprimé en jours d'attente entre l'IA et la fécondation. On estime ainsi l'effet en jours d'une variation d'un point de réussite autour du taux de réussite racial moyen. On tient compte aussi du fait que le caractère s'exprime une fois chez la génisse et n-1 fois chez la vache faisant n lactations. Le tableau ci-dessous justifie la proposition initiale faite aux OS à savoir 50% à Fer, 40% à Ivia1 et 10% à Ferg.

## Pondérations proposées pour la synthèse Reproduction

	paramètres			nombre	effet en jours			effet en %		
	MO	NO	PH		MO	NO	PH	MO	NO	PH
ect gén ivia1 (j)	5,0	5,0	7,8	3	-15,0	-15,0	-23,3	0,39	0,35	0,38
réussite IAT vaches (%)	0,49	0,44	0,37							
ect gén Fer vaches (%)	7	7	7							
jours par % réussite en moins	-0,9	-1,1	-1,5							
ect gén Fer vaches (jours)	-6,1	-7,6	-10,7	3	-18,4	-22,8	-32,2	0,48	0,54	0,53
réussite IAT génisses (%)	0,55	0,56	0,54							
ect gén Fer génisses (%)	7	7	7							
jours par % réussite en moins	-0,7	-0,7	-0,7							
ect gén Fer génisses (jours)	-4,9	-4,7	-5,0	1	-4,9	-4,7	-5,0	0,13	0,11	0,08

Les OS perçoivent davantage l'intérêt du caractère Ferg que celui d'Ivia1 dont la composante génétique est mal comprise. Elles ont choisi en général une partition de 50% pour Fer, 25% pour Ferg et 25% pour Ivia1. La similitude des paramètres génétiques permet aussi de définir des formules de calcul communes appliquées aux index combinés de l'évaluation multi caractère. Le multiplicateur permet l'expression de l'aptitude synthétique en unité d'écart-type génétique.

$$\text{REPRO} = (0.50 \text{ FERc} + 0.25 \text{ FERGc} + 0.25 \text{ IVIA1c}) / 0.6965 \text{ (races BR MO NO PH)}$$

$$\text{REPRO} = (0.50 \text{ FERc} + 0.10 \text{ FERGc} + 0.40 \text{ IVIA1c}) / 0.6284 \text{ (race TA)}$$

Faute de CD propre, ces synthèses sont officielles quand leur composant le plus important a une précision suffisante : CD Cel ou CD Fer (combinée) atteignant 50 pour les mâles ou 30 pour les femelles nées depuis 1988.

**Contact : didier.regaldo@idele.fr**

### 3. Les index composites morphologiques (races NO et PH)

En même temps que la révision de l'ISU, les OS Normande et Prim'Holstein modifient tout ou partie des index composites de la morphologie.

#### **Race Prim'Holstein**

La synthèse Mamelle donne moins de poids à la distance plancher-jarret au profit des deux attaches :

$$\text{MA} = 1.7416 (0.1 \text{ PS} + 0.3 \text{ PJ} + 0.15 \text{ AA} + 0.15 \text{ AH} + 0.1 \text{ EA} - 0.10 \text{ IA} + 0.1 \text{ LT}) ;$$

La synthèse Membres valorise deux postes élémentaires en plus de la locomotion :

$$\text{ME} = 1.1368 (0.60 \text{ LO} + 0.20 \text{ PI} + 0.20 \text{ MR}) ;$$

$$\text{A défaut ME2} = 1.1145 (0.455 \text{ LO} + 0.545 \text{ PI}) \text{ si MR n'est pas indexé ;}$$

La synthèse Capacité Corporelle ne tient plus compte de la hauteur au sacrum :

$$\text{CC} = 1.2844 (0.40 \text{ PC} + 0.30 \text{ LP} + 0.30 \text{ IS}) ;$$

Enfin dans la synthèse morphologique MO le poids de la mamelle est diminué au profit des membres :

$$\text{MO} = 1.5525 (0.50 \text{ MA} + 0.30 \text{ ME} + 0.20 \text{ CC}) ;$$

$$\text{A défaut MO} = 1.5154 (0.50 \text{ MA} + 0.30 \text{ ME2} + 0.20 \text{ CC}) ;$$

Les variations d'index ont été jugées à partir des index polygéniques des taureaux nés depuis 2000. Pour la synthèse morphologique MO la corrélation est de 0.97, 67% des variations sont dans la fourchette de -0.2 à +0.2 point et 92% dans l'intervalle de -0.4 à +0.4 point. Pour les composites MA, CC et ME les corrélations sont respectivement 0.98, 0.98 et 0.96 avec un écart-type des variations proche de 0.20 point.

## Race Normande

L'OS a révisé la table de pointage en ajoutant de nouveaux postes (4 postes élémentaires de membres, la rectitude du dessus et le tempérament), en remplaçant la largeur et la profondeur de poitrine (LP, PP) mesurées par la largeur et la profondeur de corps notées, et en admettant une proportion limitée de femelles notées pour la hauteur au sacrum (HS) et la largeur aux ischions (IS). Ces changements se traduiront complètement dans l'évaluation génétique après deux ans de collecte, soit après mi 2014. Dans l'immédiat ceci conduit à la coexistence de mesures et de notes dans l'indexation des postes HS et IS, et à la disparition de deux postes (longueur de bassin et plein de bassin). LP et PP n'étant plus collectés, en période de transition entre tables, les index correspondants seront en grande partie prédits par les autres postes de format de l'évaluation multi caractère.

Les index composites de la morphologie sont modifiés comme suit :

$$FT= 1.195 (0.10 HS + 0.30 LP + 0.30 PP + 0.30 IS);$$

$$MU= 1.164 (0.25 dessus + 0.25 filet + 0.50 culotte) ;$$

Dans la synthèse morphologique MO le poids du format est réduit au profit des membres :

$$MO= 1.715 (0.45 MA + 0.25 AP + 0.15 FT + 0.15 MU) ;$$

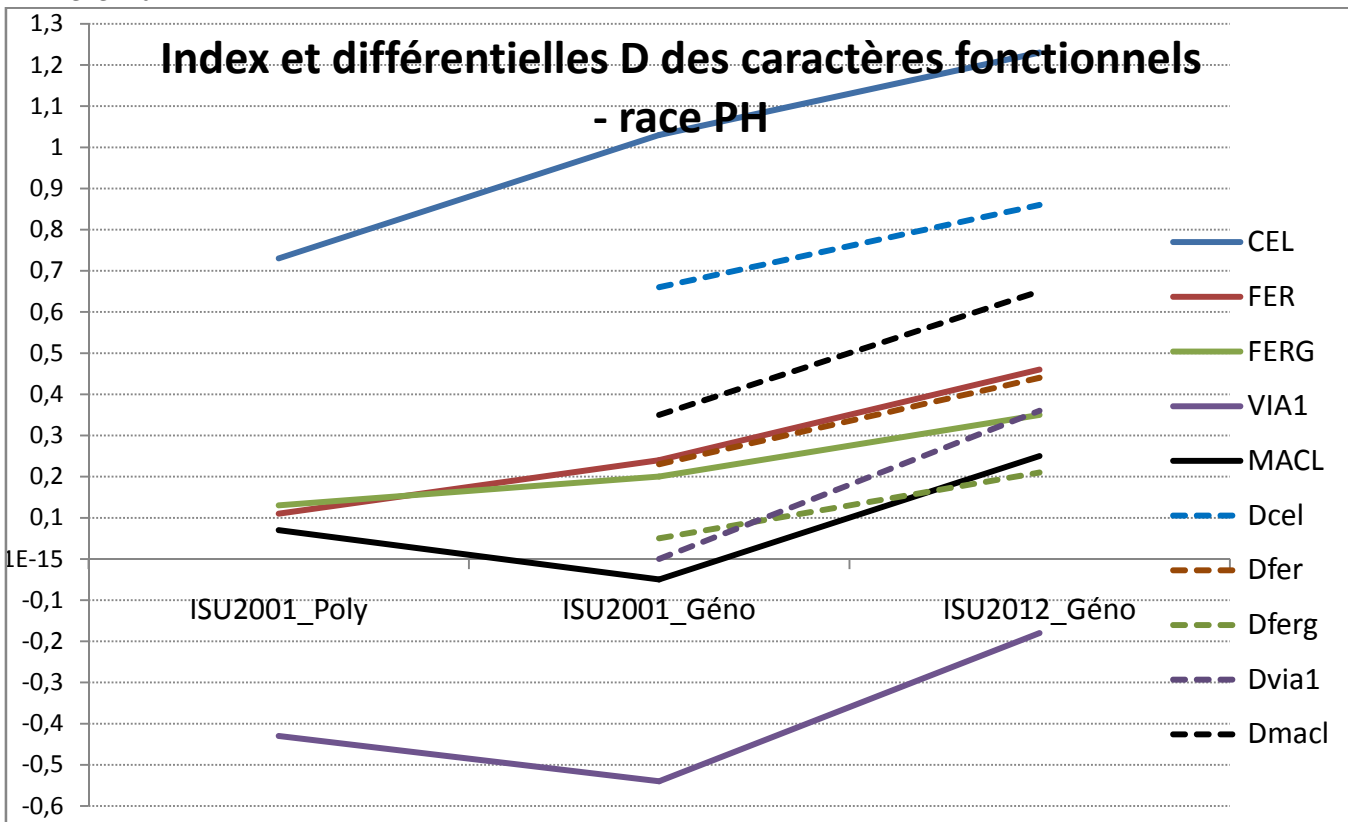
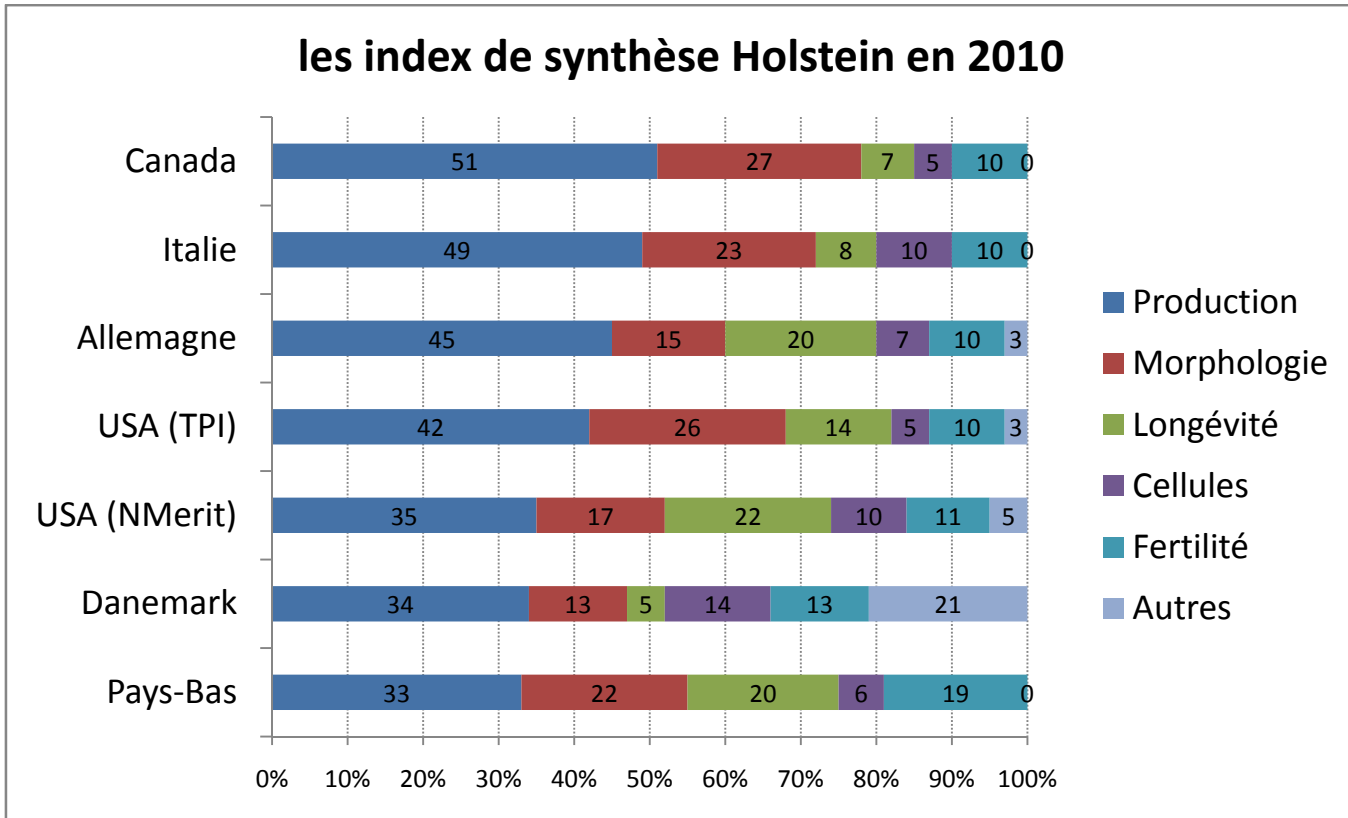
L'ancienne synthèse MO avait aussi une variabilité limitée par rapport à celle de ses constituants. Le multiplicateur choisi lui donne maintenant une variabilité comparable avec des index extrêmes plus éclatés.

Les variations d'index ont été jugées à partir des index polygéniques des taureaux nés depuis 2000. Pour la synthèse morphologique la corrélation est de 0.97, 61% des variations sont dans la fourchette de -0.2 à +0.2 point et 92% dans l'intervalle de -0.5 à +0.4 point. Pour les composites FT et MU les corrélations sont respectivement 0.98 et 0.99 avec un écart-type des variations proche de 0.15 point.

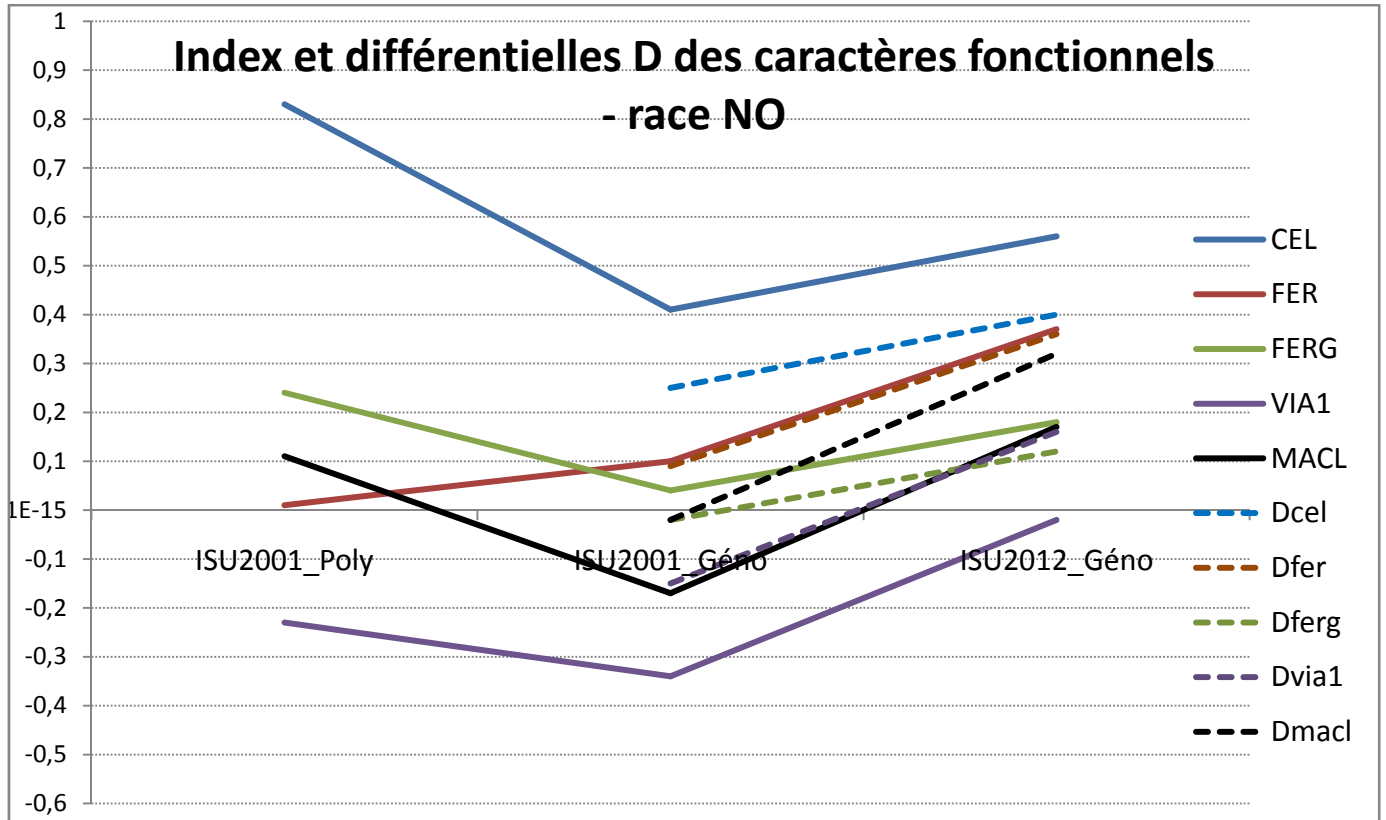
## Vitesse de traite et tempérament

Un changement concerne la vitesse de traite et le tempérament des femelles des races principales. Parce que l'éleveur est juge et partie, l'index calculé était jusqu'ici remplacé par l'index sur ascendance mâle (père et grand-père maternel). L'intégration de la vitesse de traite amène à la valoriser sous sa forme combinée dans l'ISU, et à publier l'index classique de traite et de tempérament intégrant la performance de la femelle. Ce changement modifie à la marge la valeur de la base mobile femelle et peut provoquer une variation par arrondi, limitée à 0.1 point d'index pour une partie des taureaux.

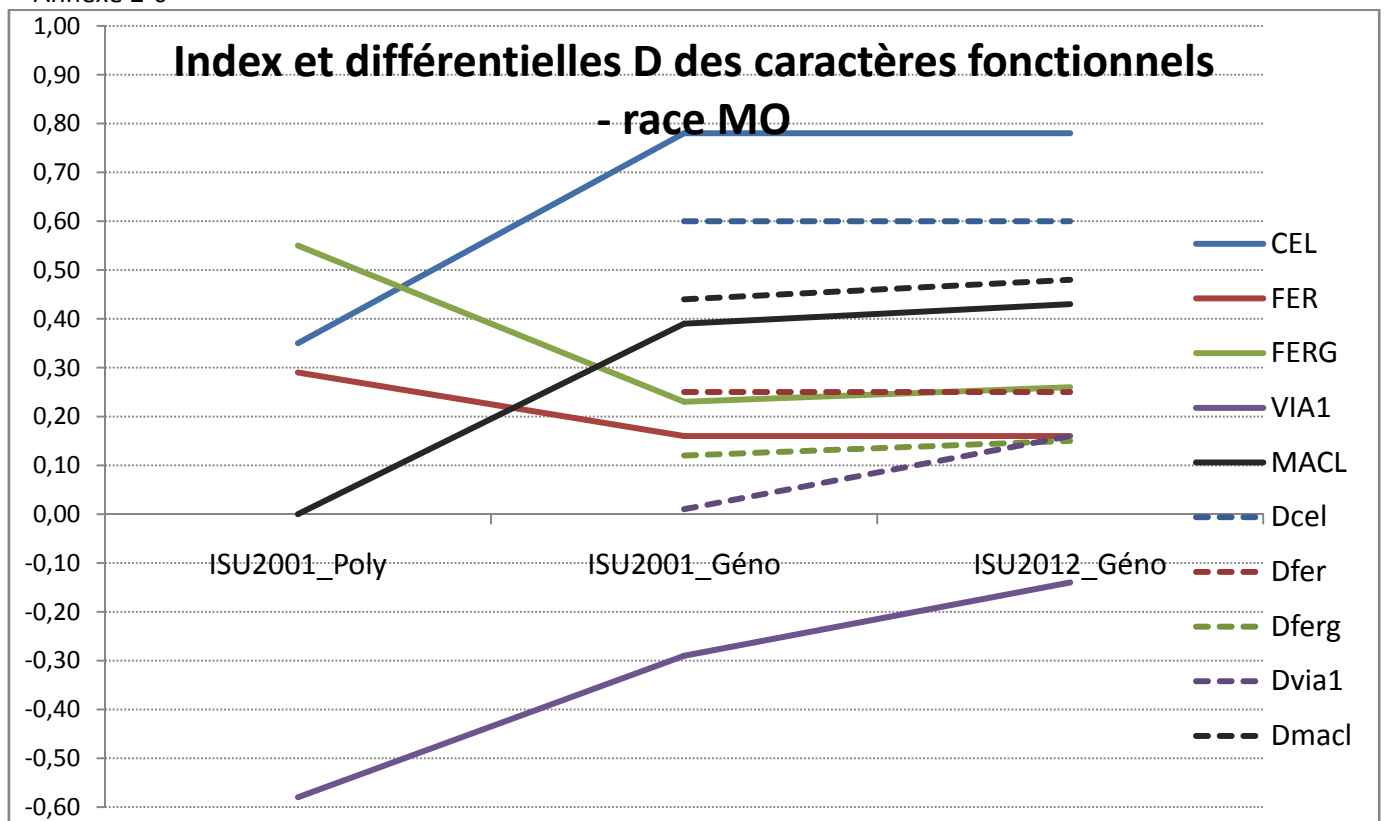
Contact : [armelle.gion@jouy.inra.fr](mailto:armelle.gion@jouy.inra.fr)



Annexe 2-b

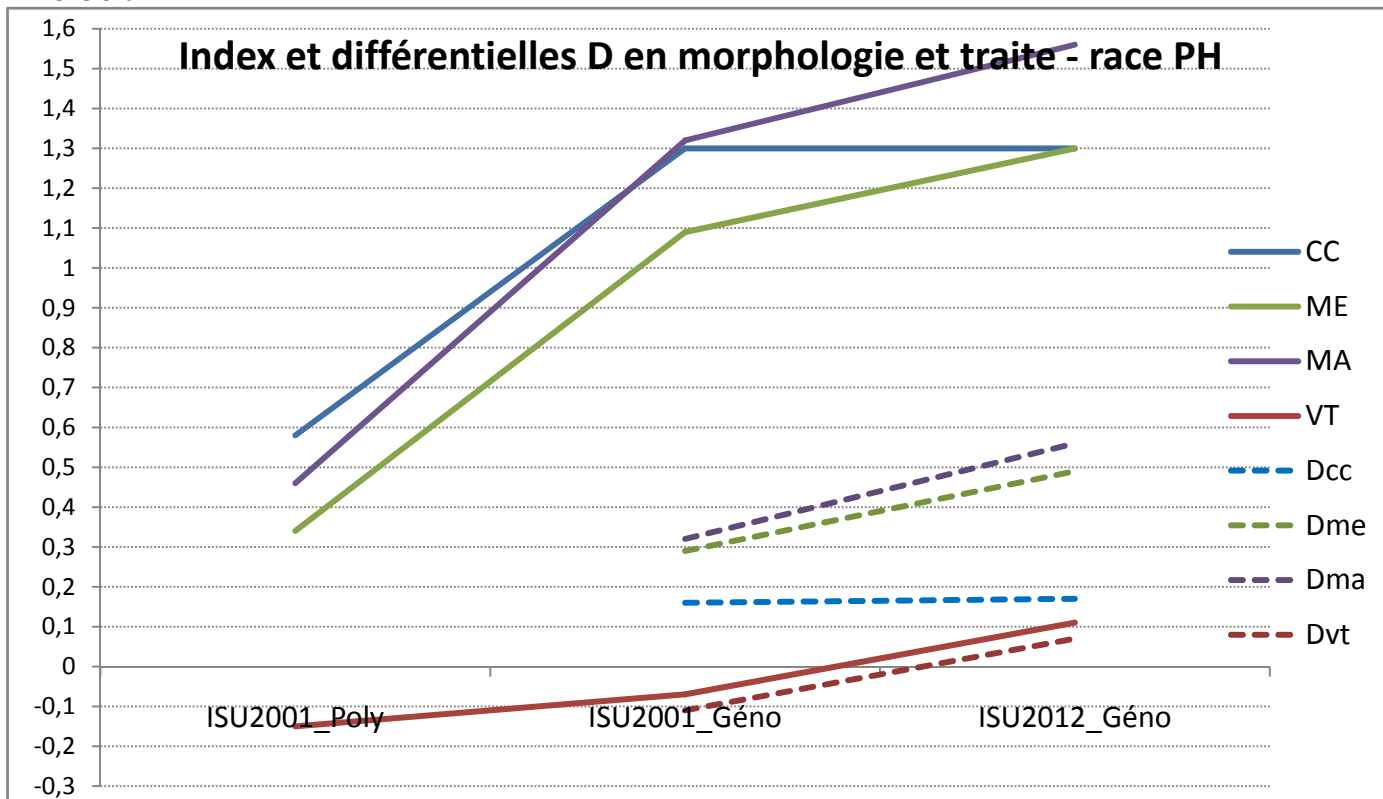


Annexe 2-c





Annexe 3-a



Annexe 3-b

