

	Troupeau		Ecart entre le troupeau et la race	
	Valeurs 2002	Evolution 2001-2002	Race 2002	
IFNAIS	104.1	→	102.5	
CRsev	99.4	↗	98.0	
DMsev	98.5	↗	98.5	
DSsev	98.7	↗	98.5	
ISEVR	99.9	↗	97.7	
IFVEL				
ALait	99.3	→	100.1	
IVMAT	99.3	↗	97.7	

	Troupeau		Ecart entre le troupeau et la race	
	Valeurs 2002	Evolution 2001-2002	Race 2002	
IFNAIS	98.3	→	97.6	
CRsev	100.0	→	104.5	
DMsev	100.0	→	100.0	
DSsev	100.0	→	100.0	
ISEVR	100.0	→	100.0	
IFVEL				
ALait	99.0	→	100.6	
IVMAT	104.9	↗	105.8	

	Troupeau		Ecart entre le troupeau et la race	
	Valeurs 2002	Evolution 2001-2002	Race 2002	
IFNAIS	101.3	↗	100.5	
CRsev	102.5	↗	101.3	
DMsev	100.5	↗	100.5	
DSsev	101.1	↗	101.1	
ISEVR	101.9	↗	101.9	
IFVEL				
ALait	100.5	↗	100.5	
IVMAT	101.9	↗	101.9	

note IBOVAL

Évaluation génétique des bovins allaitants



Numéro 79, mai 2017
Référence 00 17 202 012



IBOVAL 2017 : LE POINT SUR LA COMPARABILITE DES INDEX

La refonte des modalités de publication des index des bovins allaitants en ferme en 2017 a nécessité de revoir la notion de comparabilité des index. Nous allons successivement présenter dans cet article les objectifs poursuivis, l'évolution dans le temps de la mesure de la connexion des troupeaux et les différents résultats obtenus cet hiver.

OBJECTIFS

La finalité de l'indexation IBOVAL est de fournir une prédiction des valeurs génétiques (aussi appelées index) des animaux pour aider les éleveurs (et leur environnement technique et commercial) dans leurs choix pour l'amélioration génétique des troupeaux selon leurs objectifs propres. Pour que ces choix soient les plus pertinents et efficaces possibles, les index utilisés doivent être à la fois fiables et comparables :

- la **fiabilité d'une valeur génétique** est approchée au travers du coefficient de détermination (CD) qui varie de 0 lorsque la valeur génétique estimée est très imprécise à 0.99 lorsqu'elle est à l'inverse très précise (Réf. n°1). Le CD est d'autant plus élevé que

l'héritabilité du caractère est forte, que la quantité d'information utilisée pour l'estimation est élevée et que la structure de ces informations est équilibrée (bonne répartition des performances dans les différents niveaux d'effets environnementaux influençant l'expression du caractère).

- la **comparabilité de 2 valeurs génétiques** estimées s'exprime en termes de précision de cette comparaison. Tout comme pour la précision de l'estimation de la valeur génétique, la comparabilité des valeurs génétiques estimées de 2 animaux augmente avec l'héritabilité du caractère évalué et la similitude de milieu. On peut donc sans problème confronter les index d'animaux vivants dans un même milieu. En revanche, la **comparaison de 2 individus élevés dans des conditions environnementales différentes (par exemple 2 troupeaux différents) n'a de sens que s'il existe suffisamment de liens génétiques entre les animaux vivants dans chacun de ces milieux (Réf. n°2)**. Ces relations de parenté sont indispensables pour dissocier et estimer sans confusion possible les différents facteurs de variation génétiques et environnementaux connus et identifiés.

ÉVOLUTION DANS LE TEMPS DE LA MESURE DE LA COMPARABILITÉ DES INDEX

Jusqu'en 2001

Durant les 10 premières années de l'indexation IBOVAL en ferme, les liaisons génétiques entre troupeaux-campagnes furent appréciées exclusivement *via* le **comptage** de performances des produits utilisés dans l'indexation issus de taureaux répondant à la notion de taureaux « connecteurs » (Réf. n°3). L'obtention de ce « label » pour un taureau implique une très bonne connaissance des caractéristiques de sa production, ceci grâce à l'obtention d'un grand nombre de produits répartis dans un nombre important de troupeaux différents.

Intérêts et limites de ce comptage

La mesure de la connexion par l'utilisation de taureaux connecteurs a l'avantage d'être simple d'utilisation. Elle est aisément planifiable et facile à expliquer. Elle permet également, par une utilisation régulière de taureaux d'insémination animale bien connus, une meilleure gestion du troupeau par un choix de taureaux adaptés aux objectifs de production.

L'inconvénient de ce seul procédé est qu'il ne considère pas d'autres sources de liaisons génétiques entre troupeaux et qu'il ne permet pas réellement de juger de la qualité de la connexion des troupeaux.

A partir de 2002

Afin de corriger une partie des limites du procédé décrit ci-dessus, une méthode de mesure en continu de la comparabilité des index entre troupeaux a été mise en place à partir de 2002. Cette méthode se déroule en 2 étapes : tout d'abord les CD de comparaison entre les valeurs génétiques estimées des troupeaux pris 2 à 2 sont calculés en considérant tous les liens génétiques sur la voie mâle. Dans un second temps, les troupeaux sont classés selon leur degré de connexion au reste des troupeaux. Pour ce faire, on utilise une méthode qui minimise les risques de disconnexion entre troupeaux. Le « Critère d'Admission au rang des troupeaux Connectés » ou « CACO » correspond à la valeur du CD qui permet de raccrocher un troupeau au groupe des troupeaux connectés (Réf n°4).

Intérêts et limites de ce calcul

L'appréciation de la connexion par CACO permet de lever les limites précédentes en considérant plus largement les liens génétiques entre troupeaux et en fournissant un résultat qui permet de hiérarchiser la comparabilité des index d'un troupeau par rapport au reste des troupeaux sous une forme facilement appréhendable (de 0, les moins bien connectés, à 1, les mieux connectés).

Si cette méthode reflète beaucoup plus fidèlement le niveau de comparabilité, elle est plus complexe à mettre en œuvre, plus difficile à expliquer et ne fournit que des résultats *a posteriori*. Par ailleurs, pour limiter la lourdeur des calculs, on occulte les liens génétiques par la voie femelle et on regroupe les animaux contrôlés dans un même troupeau sur plusieurs campagnes consécutives.

Compte tenu des avantages et des limites des méthodes par comptage et calcul, il a été décidé que les 2 cohabiteraient pour déterminer la comparabilité des index des troupeaux, l'expression des index femelles et les règles de publication des index des taureaux.

Le CACO est un critère à prendre en compte pour juger de la fiabilité de l'écart de niveau génétique entre le troupeau et la race.

A partir de 2005

Deux améliorations de la méthode de calcul du CACO ont été apportées en 2005 (Réf n°5). La suppression du critère d'activité des troupeaux s'est traduit par une plus large prise en compte des performances existantes. De même, l'utilisation des veaux dont la paternité est inconnue a permis d'établir une hiérarchie plus précise et plus juste des troupeaux entre eux.

Depuis 2017

La refonte de la publication des index a nécessité de revoir au préalable la notion de comparabilité des index. En effet, les normes de diffusion jusque-là en vigueur pour les taureaux sont devenues caduques. Ceci à la fois pour la diffusion des index polygéniques, en particulier avec l'ouverture de la diffusion d'index dans des troupeaux non adhérents au contrôle des performances (Réf n°6), ainsi que pour la diffusion d'index génomiques (Réf n°7), car basées sur la notion de comptages de produits et de petits-produits. Les souhaits conjoints de :

- maintien du principe actuel de comparabilité des index (bases 'raciale' vs 'troupeau'),
- déconnexion des index IFNAIS, AVel, RIAPgef et EFCAR (pour les EBV comme pour les GEBV) des contraintes de publication d'ISEVR,
- l'ouverture de la publication des index IFNAIS et AVel à des troupeaux seulement en CPB ou CPB+VAO pour les femelles,
- l'ouverture possible (Oui/Non selon les races) à des troupeaux seulement en CPB ou CPB+VAO pour les mâles,
- et enfin le respect de la notion de « mâle né dans un troupeau avec index considérés comparables au niveau racial » pour publier des GEBV,

se sont traduits en particulier par la déclinaison de la comparabilité des index en une connexion « naissance » en plus de celle au « sevrage ».

**Se connecter : une nécessité !
Inséminer chaque année un nombre significatif de femelles de chaque troupeau avec des taureaux bien et favorablement connus demeure le moyen le plus sûr et le plus efficace pour à la fois connecter son troupeau mais aussi permettre un progrès génétique régulier sur les caractères souhaités.**

PRÉSENTATION DES MODALITÉS ACTUELLES DE COMPARABILITÉ DES INDEX

L'actualisation des notions présentées ci-après rend obsolète ce qui a pu être abordé antérieurement sur ce thème, notamment dans des notes IBOVAL d'avant 2017.

Taureaux connecteurs

La notion de taureau connecteur obéit à un certain nombre de règles. Ainsi, un taureau peut être connecteur par comptage ou à titre historique.

Par comptage

Pour cette détermination, à chaque indexation :

- les 20 dernières campagnes de naissance sont découpées en période de 5 campagnes, soit pour l'indexation IBOVAL 2017_02 en commençant par la période [1993-1897],
- ensuite, pour chaque taureau et chacune des périodes, est calculé le nombre de ses veaux

avec performance et le nombre de troupeaux avec au moins un de ses produits avec performance,

- pour chaque période, les 2 valeurs ci-dessus évoquées sont comparées aux valeurs minimales pour l'aptitude considérée : si elles sont toutes les 2 supérieures au minimum requis, la période est alors déclarée connectée,
- un taureau est déclaré connecteur (cf. Tableau n°1) pour :
 - la « Naissance » s'il a au moins une période connectée pour la naissance,
 - le « Sevrage » s'il a au moins une période connectée pour toutes les aptitudes (naissance, poids, pointages).

A titre historique

Un taureau déclaré connecteur par le passé reste connecteur même s'il n'est plus connecteur par comptage pour une évaluation donnée.

Tableau n°1 : Effectifs minimaux de performances prises en compte dans l'indexation nécessaires, sur une période de 5 campagnes de naissance consécutives, par groupe d'aptitudes et par race, pour qu'un taureau soit considéré connecteur

Type de taureaux connecteurs	Naissance		Sevrage					
	Trpx	Poids, tours de poitrine	Naissance		Poids post-naissance		Pointages	
			Trpx	Poids, tours de poitrine	Trpx	PAT* 120 ou 210 jours	Trpx	Ptges
Aubrac, Blonde d'Aquitaine, Charolaise, Limousine, Parthenaise, Rouge des Prés, Salers	20	70	20	70	30	100	20	70
Bazadaise, Gasconne	20	50	20	50	20	50	50	50

* : En race Charolaise, la notion de PAT ne concerne que les P210

Calcul de CACO des troupeaux

L'appréciation de la connexion par calcul de CACO s'effectue de 2 manières distinctes.

Connexion sevrage

Comme par le passé, le calcul de CACO est exclusivement réalisé dans des troupeaux où l'on dispose de poids à âge type 120 et/ou 210 jours, c'est-à-dire dans des troupeaux au contrôle des performances en formule complète (VA4). Pour ce faire, on regroupe les animaux contrôlés dans un même troupeau sur 5 campagnes de naissance consécutives. Ainsi, pour IBOVAL 2017_02, le calcul de « CACOsev » s'est effectué sur la base des PAT des veaux des campagnes de naissance de 2012 à 2016.

Connexion naissance

L'ouverture de la publication des index tout en maintenant le principe de comparabilité de ces derniers, nécessite un calcul de CACO spécifique

basé sur les poids de naissance (actuellement déclarés par les éleveurs ou calculés à partir des tours de poitrine en l'absence de poids). Ainsi, pour IBOVAL 2017_02, le calcul de « CACONais » s'est effectué sur la base des informations naissance des veaux des nés sur les campagnes de 2012 à 2016.

Le seuil fixé pour déterminer si, pour une indexation donnée, les résultats sont considérés comparables ou pas, quel que soit le type de CACO, est de 0,40.

Introduction de la notion de CACO historique

En complément, ceci aussi bien pour les connexions « sevrage » que « naissance », a été introduite une nouvelle notion. Il s'agit du concept de CACO « historique ». L'objectif de ce dernier est de palier, en partie, aux non rediffusion d'index pour des taureaux qui n'ont pas produit sur les 5 dernières campagnes. Cette situation s'observe

lorsque ceux-ci « sortent » de la fenêtre de calcul du CACO (les 5 dernières campagnes) sans qu'il y ait par ailleurs de connexion par comptage. Une valeur rétroactive de CACO historique est désormais affectée aux troupeaux-campagnes qui n'en ont plus, ceci en remontant jusqu'à la campagne de naissance 2005.

Ainsi, pour une indexation donnée i , où le calcul du CACO se fait à partir des veaux nés sur les campagnes de naissance $n-4$ à n , on affecte désormais de manière définitive comme valeur de CACO à un troupeau donné, pour la campagne $n-5$, la valeur de CACO calculée pour ce troupeau lors de l'indexation $i-1$. Ce « rattrapage » de diffusion par cette connexion ne sera bien évidemment pas systématique. Il dépendra toujours de l'importance des liens génétiques qui auront pu être appréciés sur les campagnes passées. Ce moyen complète la seule notion précédemment en vigueur basée sur le nombre de produits issus de taureaux connecteurs.

RÉSULTATS DE COMPARABILITÉ DES INDEX POUR IBOVAL 2017_02 'FRANCE'

Taureaux connecteurs

Selon les règles précédemment décrites, toutes races confondues, 1 626 taureaux sont connecteurs « sevrage » pour l'évaluation IBOVAL 2017_02 (cf. Tableau n°2). C'est 67 de plus que pour l'indexation estivale précédente (IBOVAL 2017_01), soit +4%, taux d'évolution habituel.

La mise en œuvre de la connexion « naissance », a permis logiquement de mettre en évidence un assez grand nombre de nouveaux taureaux connecteurs (708 : +44%), soit un total de 2 334, cf. Tableau n°2.

Tableau n°2 : Nombre et type de taureaux connecteurs par race pour l'indexation IBOVAL 2017_02

Races	Naissance		Sevrage	
	Histo.	Cptage	Histo.	Cptage
Aubrac	1	76	4	63
Bazadaise	0	23	0	1
Blonde d'Aquitaine	18	293	29	176
Charolaise	51	1 088	61	689
Gasconne	0	53	1	43
Limousine	26	373	28	260
Parthenaise	3	88	7	71
Rouge des Prés	11	116	17	75
Salers	10	104	12	89

Histo. : à titre historique ; Cptage : par comptage

Quels sont les taureaux connecteurs ?

Pour savoir quel taureau est connecteur dans chacune des races, il vous suffit, par exemple, de rechercher si tel est le cas sous <http://indexgenetique.idele.fr>. Cette information figure dès le bandeau d'identification du taureau.

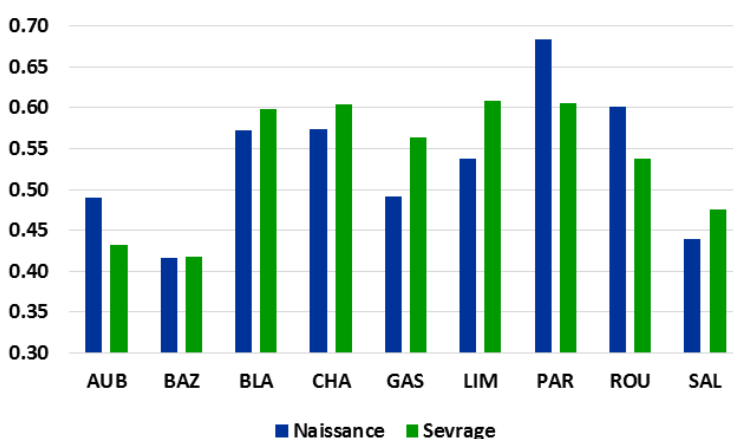
Calcul de CACO des troupeaux

Des « CACOnais » ont été calculés dans 26 569 troupeaux et des « CACOsev » dans 8 900 troupeaux. Le CACOnais moyen est de 0,55 et le CACOsev de 0,59. Les résultats obtenus pour chacune des races sont présentés dans le tableau n°3 et la figure n°1 ci-après.

Tableau n°3 : Nombre de troupeaux et CACO moyen pour chaque type de connexion, par race, pour l'indexation IBOVAL 2017_02

Races	Naissance		Sevrage	
	Trpx	CACO \bar{x}	Trpx	CACO \bar{x}
AUB	1 716	0,490	389	0,432
BAZ	128	0,416	47	0,418
BLA	5 718	0,572	1 384	0,598
CHA	9 022	0,574	3 418	0,604
GAS	306	0,492	93	0,564
LIM	6 790	0,538	2 488	0,609
PAR	611	0,684	329	0,605
ROU	701	0,601	219	0,538
SAL	1 577	0,440	533	0,475

Figure n°1 : CACO moyen, par type de CACO et par race, pour l'indexation IBOVAL 2017_02

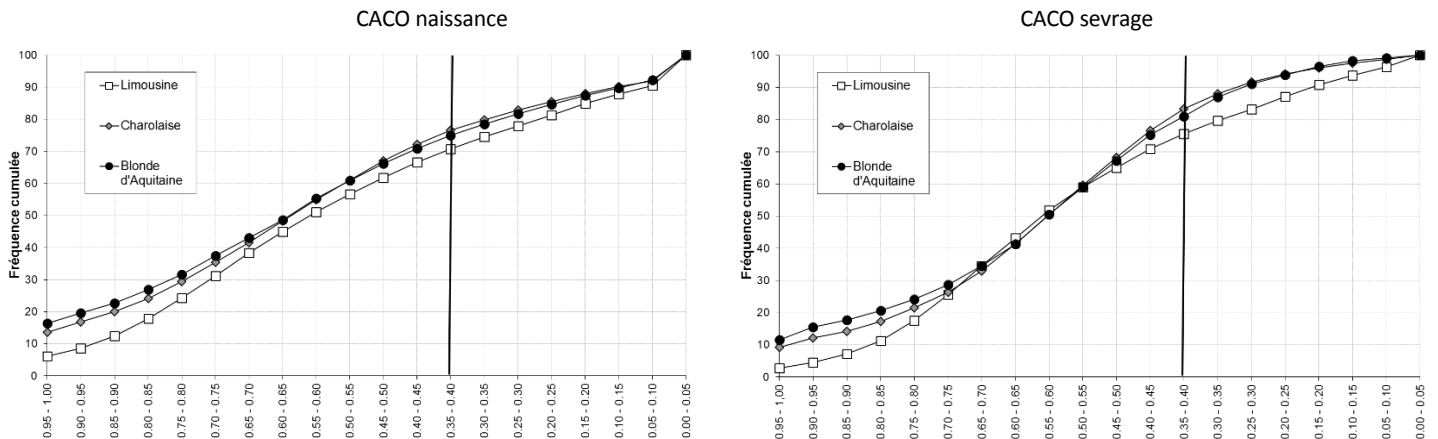


Les différences de valeurs moyennes selon les races pour CACOnais et CACOsev s'expliquent par plusieurs facteurs : taux d'IA divergeants, nombre et taille des troupeaux, ratios variables de troupeaux en CPB, VA0 et VA4, importance du croisement, etc. Leur comparaison est donc à interpréter avec prudence.

La figure n°2 ci-après permet d'avoir une idée de la répartition des troupeaux selon leur CACO, ceci aussi bien pour les aspects « naissance » (à

gauche) que « sevrage » (à droite). On constate pour les 3 races prises en exemple (Blonde d'Aquitaine, Charolaise et Limousine) des distributions assez similaires. Pour ce qui est des types de CACO, on observe des courbes d'évolution plus linéaires pour CACOnais que pour CACOsev. On constate également en moyenne une fréquence cumulée de troupeaux connectés par CACO (valeur au moins égale à 0,40) légèrement inférieure pour CACOnais.

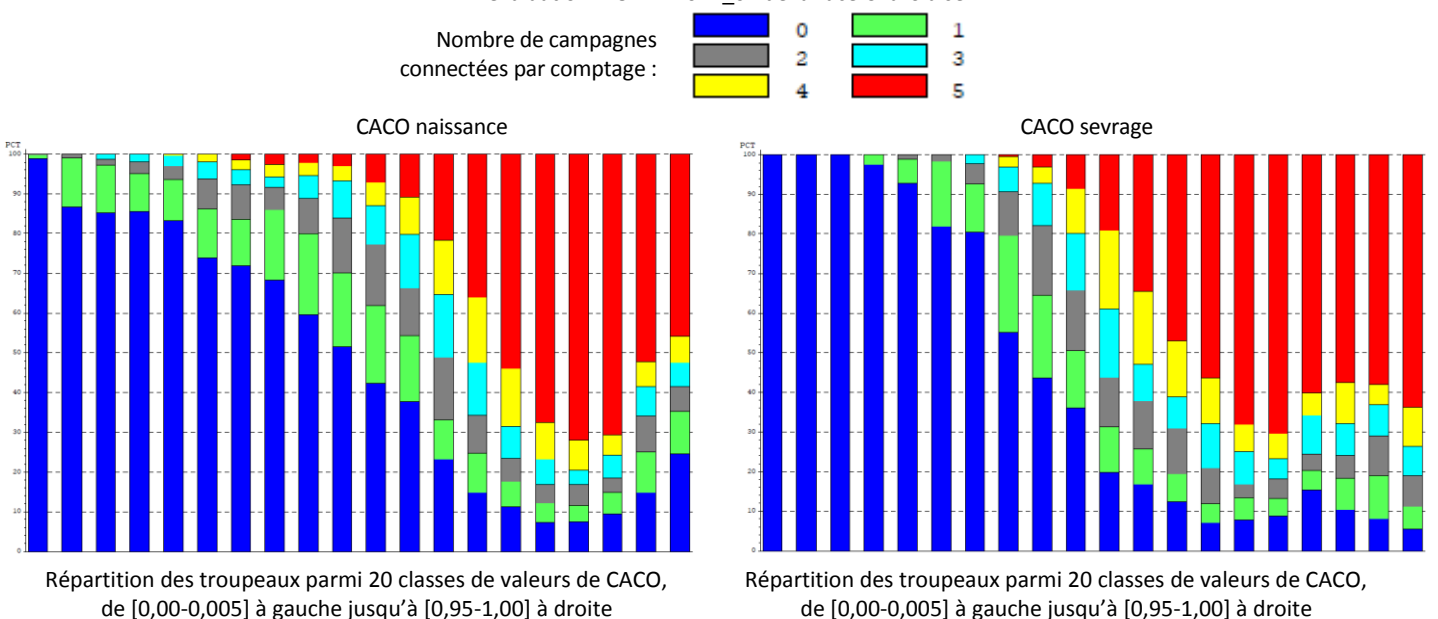
Figure n°2 : Fréquence cumulée de troupeaux connectés en fonction du CACO pour l'évaluation IBOVAL 2017_02



Pour ce qui est de la fréquence cumulée de troupeaux connectés en fonction de la valeur du CACO, on retrouve là aussi pour CACOnais des tendances globalement similaires à ce que l'on connaît pour CACOsev. La comparaison CACOnais/CACOsev pour la race Charolaise pour IBOVAL 2017_02 présentée dans la figure n°3 ci-

après illustre. On observe néanmoins, davantage pour CACOnais que pour CACOsev, un lien un peu moins étroit entre valeur de CACO et nombre de campagnes connectées par comptage. La structure des troupeaux et notamment leur taille (davantage de petits troupeaux pour CACOnais), n'y est pas étrangère.

Figure n°3 : Répartition des valeurs de CACO des troupeaux en fonction du nombre de campagnes connectées par comptage pour l'évaluation IBOVAL 2017_02 de la race Charolaise



Troupeaux comparables

Les résultats globaux de comparabilité des index 2017_02 (cf. Tableau n°4) sont en tous points conformes à ceux que les tests réalisés courant 2016 laissent entrevoir. Environ 12 000 troupeaux supplémentaires se trouvent connectés sur « CACOnais » et/ou *via* les produits nés des taureaux supplémentaires connecteurs sur les seuls aspects « naissance ». Les différences raciales sont conformes à l'histoire de chacune d'elles.

On constate 5% de troupeaux connectés par CACO en moins pour CACOnais que CACOsev (68,1% vs 72,9%). De même, le gain de troupeaux connectés permis par les comptages par rapport au seul CACO est moindre pour CACOnais (+3,4 points) qu'il ne l'est pour CACOsev (+4,9 points). Cela se traduit par un pourcentage de troupeaux comparables globalement inférieur de 6 points pour CACOnais par rapport à CACOsev (71,5% vs 77,8%).

Tableau n°4 : Résultats globaux de comparabilité des index troupeaux pour l'évaluation IBOVAL 2017_02

Races	Connexion "naissance"						Connexion "sevrage"					
	CACO		Comptages		Comparables		CACO		Comptages		Comparables	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Aubrac	1 129	65.3%	639	36.9%	1 183	68.4%	220	54.7%	249	61.9%	299	74.4%
Bazadaise	56	43.8%	47	36.7%	67	52.3%	22	46.8%	3	6.4%	23	48.9%
Blonde d'Aquitaine	4 058	70.5%	2 930	50.9%	4 241	73.7%	1 091	77.3%	996	70.6%	1 171	83.0%
Charolaise	6 696	70.8%	5 447	57.6%	7 100	75.1%	2 921	77.4%	2 588	68.5%	3 087	81.8%
Gasconne	190	62.1%	111	36.3%	203	66.3%	66	71.0%	57	61.3%	73	78.5%
Limousine	5 526	63.9%	3 321	38.4%	5 747	66.5%	2 713	68.3%	1 835	46.2%	2 809	70.7%
Parthenaise	522	85.4%	419	68.6%	535	87.6%	272	82.7%	269	81.8%	297	90.3%
Rouge des Prés	515	73.5%	358	51.1%	531	75.8%	149	68.0%	176	80.4%	191	87.2%
Salers	876	55.5%	496	30.7%	952	60.3%	351	65.6%	228	42.6%	383	71.6%
Toutes	19 568	68.1%	13 768	49.6%	20 559	71.5%	7 805	72.9%	6 401	62.1%	8 333	77.8%

Rattrapage CACO historique

Les résultats de « rattrapage » de la diffusion d'index pour IBOVAL 2017_02 par la mise en œuvre d'un CACO historique sur les campagnes anciennes, sont là aussi conformes aux tests réalisés en 2016. Plusieurs cas de taureaux ont été identifiés :

- toujours diffusés alors qu'ils ne l'auraient plus été selon les modalités antérieures,
- rediffusés alors qu'ils ne l'étaient plus pour 2017_01.

Cependant, il est difficile de quantifier précisément ce « rattrapage » en raison de l'entrée en vigueur en parallèle d'un ensemble de nouvelles règles concernant la diffusion des index.

CONCLUSION

L'évaluation de la connexion entre troupeaux a beaucoup évolué depuis la mise en place d'IBOVAL. Elle s'est précisée avec le calcul du CACO en plus des comptages de produits de taureaux connecteurs. Le calcul du CACO a également été perfectionné dans le temps. Dans le cadre de l'élargissement de la diffusion des index, la connexion s'étend en 2017 aux aspects naissance et un CACO historique est mis en œuvre pour mieux appréhender la comparabilité des index dans le temps.

RÉFÉRENCES

1. [Institut de l'Élevage – INRA, 2009, note IBOVAL n°52, Index, précision et prise de risque, septembre 2009, 5 pages](#)
2. HANOCQ E. (1), TIPHINE L. (2), BIBE B. (1) ; (1 : INRA) ; (2 : idèle) ; Le point sur la notion de connexion en génétique animale, INRA Productions Animales, mai 1999, 11 pages
3. [INRA - Nouvel Institut de l'Élevage, 1991. Evolution des techniques d'évaluation génétique des animaux à partir du contrôle des performances en ferme. Note "Races bovines allaitantes", octobre 1991, 5 pages](#)
4. [Institut de l'Élevage – INRA, 2002, note IBOVAL n°28, Evolution de la méthode d'appréciation de la connexion entre troupeaux, mai 2002, 12 pages](#)
5. [Institut de l'Élevage – INRA, 2005, note IBOVAL n°42, Améliorations du calcul du CACO en 2005, avril 2005, 5 pages](#)
6. [Institut de l'Élevage – INRA, 2017, note IBOVAL n°77, Refonte des règles de diffusion des index polygéniques IBOVAL, janvier 2017, 6 pages](#)
7. [Institut de l'Élevage – INRA, 2017, note IBOVAL n°78, IBOVAL 2017 : Première large diffusion des index génomiques, mars 2017, 7 pages](#)