

CONNAISSANCES



ANNUAIRE DE LA GÉNÉTIQUE SUR LE CHEVAL DE CSO

Édition 2019

www.equipedia.ifce.fr



© A. Bassaler

Plus de 59 000 chevaux indicés en CSO
ISO de 48 à 180
141 étalons avec un BSO > 20

ifce |  | 
institut français
du **cheval**
et de l'**équitation**

Tout l'univers du cheval à portée de clics

Chapitre I

DEFINITION ET METHODE DE CALCUL DES INDICES

1.	L'indice de performance dans les disciplines olympiques	2
1.1	Données.....	2
1.2	Critères de mesure de la performance.....	3
1.3	Le modèle d'analyse	6
1.4	Le coefficient de précision	7
1.5	Points de repères : norme de présentation de l'indice de performance	8
1.6	Estimation de la concurrence : niveau moyen des chevaux rencontrés	8
2.	L'indice génétique	9
2.1	Données.....	9
2.2	Paramètres génétiques : héritabilités et corrélations génétiques	9
2.3	Le modèle d'analyse	10
2.4	Le coefficient de détermination	10
2.5	Points de repères : norme de présentation de l'indice	11
2.6	Utiliser l'indice génétique	12

1. L'indice de performance dans les disciplines olympiques

L'indice de performance est une synthèse des résultats en compétition corrigée pour les facteurs de variation dus à l'environnement. Les facteurs d'environnement pris en compte pour les 3 disciplines olympiques: Concours de Sauts d'Obstacles (CSO), Concours Complet d'Equitation (CCE) et dressage sont l'année, le sexe et l'âge. L'indice de performance est calculé annuellement. Il estime la valeur sportive du cheval pour la saison de concours en corrigeant les biais liés à des facteurs environnementaux identifiables et communs à l'ensemble des compétiteurs. Il englobe donc non seulement la valeur génétique du cheval mais aussi ce qui fait de ce cheval un sportif unique : son histoire, son développement, la stabilité de son environnement propre.

L'indice de performance est une étape dans la création d'un indice génétique mais il est aussi utile pour situer un cheval par rapport à ses contemporains. Il permet donc :

- de comparer les chevaux les uns par rapport aux autres;
- d'évaluer la qualité d'un cheval lors d'un achat.

Seuls les chevaux et poneys sortis en compétitions officielles ont un indice de performance.

1.1 Données

Les résultats en compétition équestre sont fournis par la Fédération Française d'Equitation (FFE).

Dans les disciplines olympiques, pour une année donnée, l'indice de performance de l'année n est calculé sur les résultats qui vont du premier week-end d'octobre de l'année $n-1$ au dernier week-end de septembre de l'année n .

Figure 1-1: Période d'indexation pour les disciplines olympiques
(Année 1 en vert, 2 en jaune, 3 en bleu et 4 en orange)

Année n-1	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Année n	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Année n+1	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Sur la même période sont aussi calculés des indices de performances pour les poneys et pour les courses (trot, plat AA et AQPS, obstacle AA et AQPS).

Pour les disciplines olympiques, les épreuves prises en compte sont les épreuves des divisions Préparatoires, Amateur, Pro, International et Elevage.

Certaines classes d'épreuve sont exclues, soit parce qu'elles donnent une information redondante avec d'autres épreuves : c'est le cas du classement par équipe d'une épreuve ayant déjà donné lieu à un classement individuel, soit parce qu'elles font intervenir des caractères autres que la réussite sportive : c'est le cas des championnats jeunes chevaux qui combinent le résultat en épreuve (déjà pris en compte) et des notes de modèles ou de style.

Les épreuves internationales des chevaux nés en France ou à l'étranger, courues en France comme à l'étranger sous couleur françaises sont incluses. Les épreuves internationales des chevaux nés en France courues sous couleur étrangères sont incluses sous la responsabilité du Stud-Book Selle Français pour le CSO et le CCE.

Remarque : Traitement des internationaux, chevaux sous couleurs étrangères et donc aux résultats non remontés par la FFE

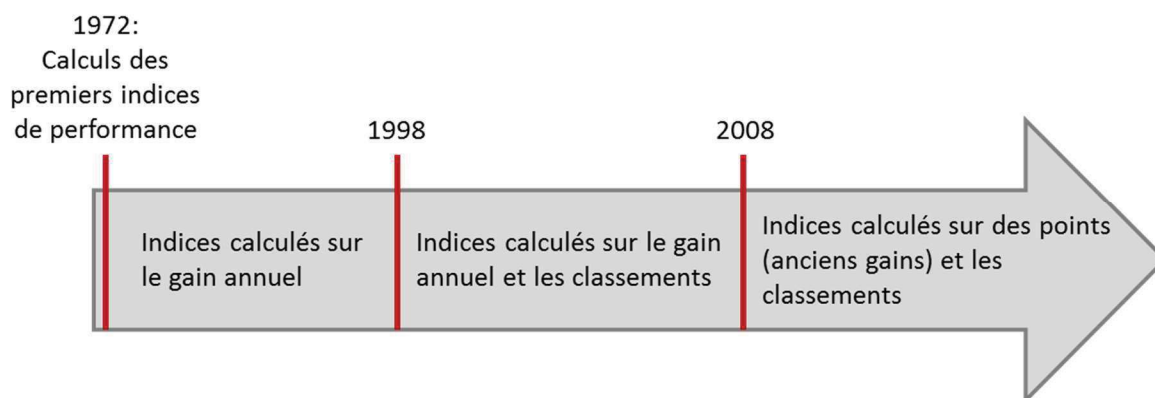
Les performances sous couleurs françaises dans les épreuves internationales courues en France et à l'étranger ont toujours été comptabilisées dans le calcul des indices. Depuis 2007, les résultats en internationaux des chevaux français courants sous couleurs étrangères sont aussi pris en compte. Les apparentés des performers exportés sont ainsi valorisés. En attendant un transfert automatique de ces résultats depuis la FEI via la FFE, le Stud Book Selle Français transmet, chaque année, une partie des performances des chevaux français courant sous couleurs étrangères.

- *CSO : Une partie des épreuves est prise en compte:*
 - *Pour les 3* et plus, toutes les épreuves de 1m40 et plus sont traitées*
 - *Pour les 2*, seul le Grand Prix est traité*
 - *Pour les concours YH, les épreuves des chevaux réservées aux chevaux de 6, 7 et 8 ans sont prises en comptes quelle que soit leur hauteur.*
 - *Pour les concours réservés aux jeunes cavaliers (moins de 25 ans), toutes les épreuves de 1m40 et plus sont traitées*
- *CCE : Toutes les épreuves déclarées à la FEI sont prises en compte.*
- *Dressage : Aucune épreuve n'est prise en compte*

1.2 Critères de mesure de la performance

Dans les 3 disciplines, il y a eu des évolutions dans la méthode de calcul depuis la mise en place des indices de performance (Figure 1-2) :

Figure 1-2: Evolutions dans la méthode d'indexation



1.2.1 Les points

Des points sont attribués en fonction de la place du cheval et de la classe de l'épreuve :

$$\text{Points dans l'épreuve} = \text{points de la place} \times \text{coefficient de l'épreuve}$$

Les points en fonction de la place sont distribués selon le principe du « normal score » en CSO et CCE et en fonction de la note en Dressage. La règle de distribution est illustrée figure 1-3 avec une application au cas particulier des épreuves avec de nombreux ex-æquo (par exemple les épreuves jeunes chevaux dans lesquelles les chevaux sans faute sont tous premiers). Les points décroissent avec la place. Le premier a plus de points si le nombre de partants est plus grand.

Figure 1-2: Distribution des points en CSO et CCE en fonction de la place (cas général à gauche et épreuve avec premiers ex-aequo et 50 partants à droite)

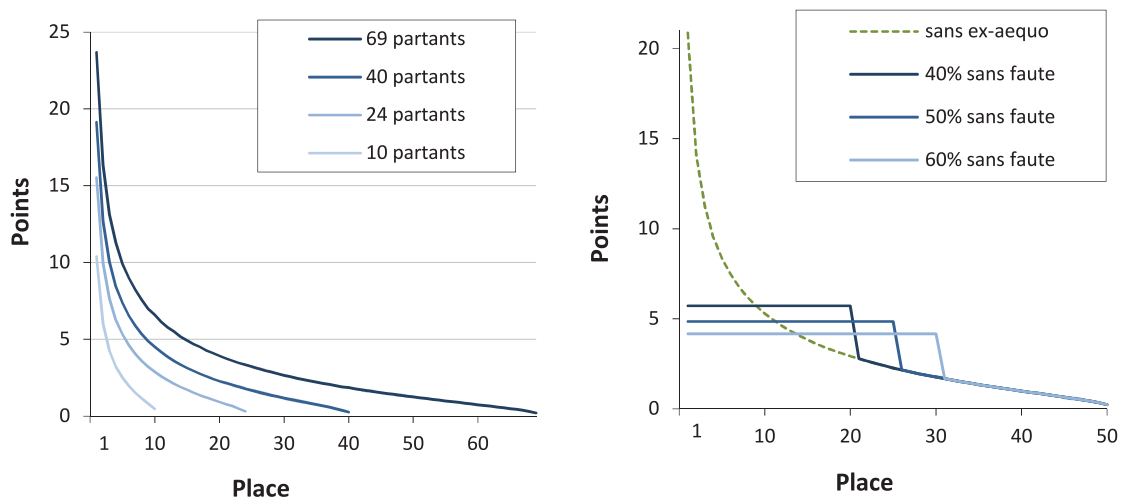
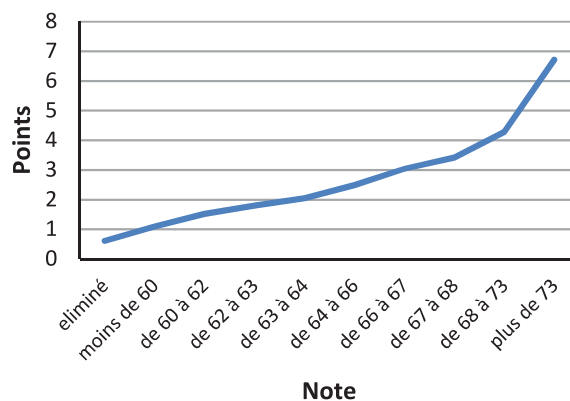
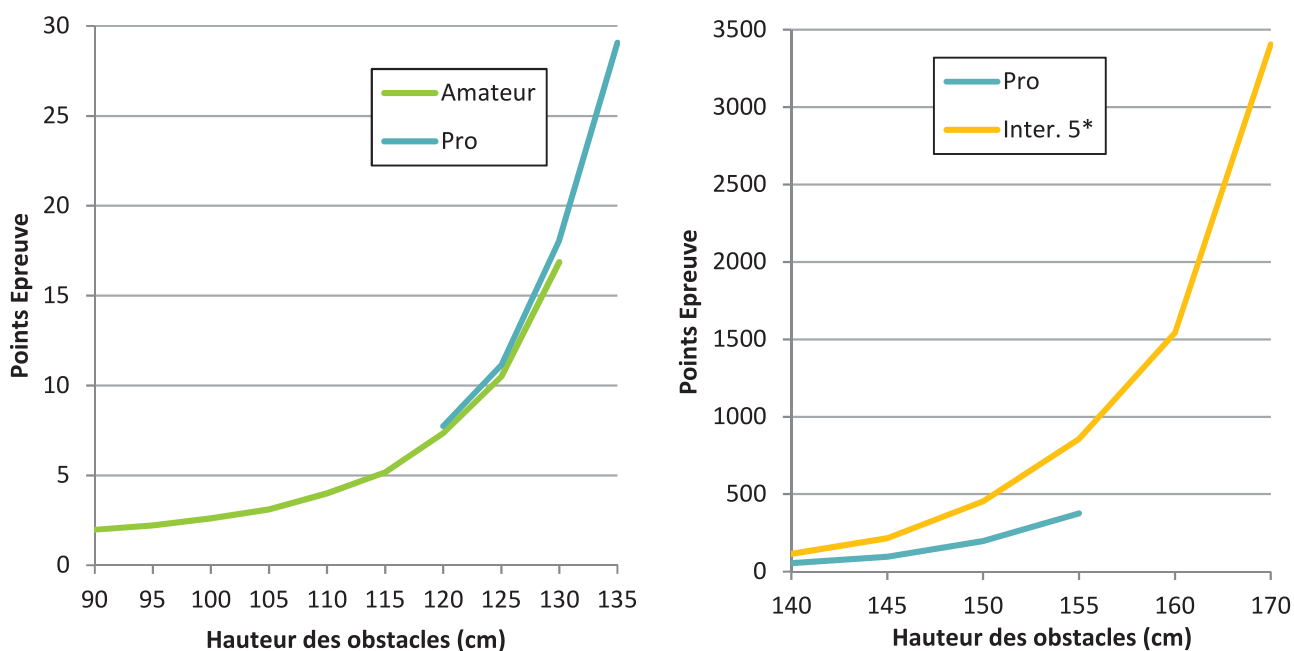


Figure 1-3: Distribution des points en Dressage en fonction de la note



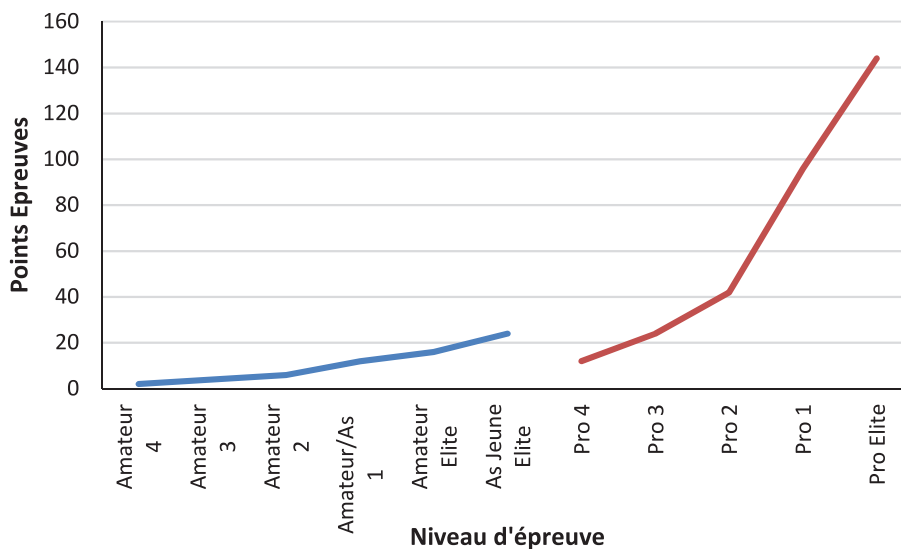
Pour attribuer les points en fonction de l'épreuve en CSO, une demande ancienne des associations d'éleveurs était la prise en compte de la hauteur des obstacles dans le critère d'indexation. En fait, une meilleure mesure physique de l'effort nécessaire au cheval pour franchir l'obstacle est son volume (hauteur multipliée par la largeur de celui-ci) et il faut aussi tenir compte de la difficulté technique (notamment dans les épreuves de Grand Prix). Nous avons donc combiné la hauteur avec la division du cavalier (Amateur ou Pro, internationaux selon le nombre d'étoiles), les différents types de championnats ou de challenges (France, As, major, enseignant, propriétaire...) et type d'épreuve (Grand Prix, vitesse, spéciale, préparatoire) pour attribuer les points de l'épreuve (Figure 1-4).

Figure 1-4: Distribution des points des épreuves en CSO en fonction de la hauteur des obstacles



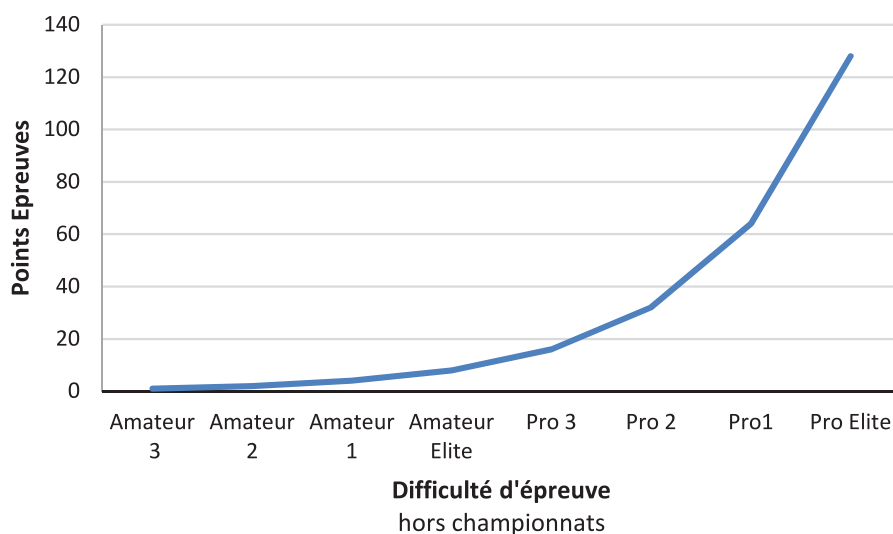
En CCE, les différentes classes d'épreuves permettent de différencier facilement les difficultés techniques. Les points des épreuves ont donc été attribués comme pour le classement permanent utilisé par la FFE (Figure 1-5). Une continuité a été trouvée entre épreuves Amateurs, Pro, internationales et Elevage. Dans le cas des épreuves d'élevage, les points sont multipliés par un coefficient, comme le sont les primes selon la date dans la saison.

Figure 1-5: Distribution des points des épreuves en CCE en fonction de la difficulté d'épreuve



En dressage, les coefficients des épreuves sont attribués également en fonction des points du classement permanent de la FFE (Figure 1-6). La correspondance entre Amateur et Pro vient des correspondances entre textes des reprises avec quelques décalages car le rythme de distribution, malgré les équivalences, peut être différent entre Amateur et Pro.

Figure 1-6: Distribution des points des épreuves en dressage en fonction de la difficulté d'épreuve



1.2.2 Les classements

Le critère des points a l'inconvénient d'introduire un niveau a priori à une épreuve alors que, sur le terrain, seule la concurrence permet d'expliquer le classement final, quel que soit la difficulté technique de l'épreuve. De plus, il ne différencie pas deux chevaux cumulant le même nombre de point obtenus soit en étant peu sorti mais toujours classé soit en sortant beaucoup et en étant rarement classé. Il ne tient pas compte de la régularité des performances. C'est pourquoi, pour le CSO, le CCE et le dressage, un autre critère, ne reposant que sur le classement des chevaux dans l'épreuve, a été développé. Ce critère n'attribue pas de points ou de gains aux classements, il procède par comparaisons relatives :

- le niveau d'une épreuve est mesuré par les classements des chevaux de l'épreuve obtenus dans les autres épreuves auxquelles ils ont participé ;
- tel cheval est meilleur que tel autre car il l'a battu dans une épreuve, cet autre cheval en a battu d'autres dans d'autres épreuves, le premier est donc meilleur que l'ensemble de ces chevaux mais il a lui-même été battu dans d'autres épreuves et ainsi de suite, jusqu'à hiérarchiser tous les chevaux, même s'ils ne se sont pas rencontrés directement.

Sur l'ensemble des épreuves, les valeurs sportives finalement attribuées à chaque cheval (celles qui contribuent à l'indice de performance) sont les valeurs qui permettent de maximiser la vraisemblance (la probabilité) des classements réellement observés. La cohérence des indices vient du fait que les valeurs sont celles qui donnent le plus de chance à ce qui s'est réalisé de l'avoir été. La mesure de la performance rend ainsi compte de la combinaison complexe de l'influence du plateau engagé dans chaque épreuve comme de la capacité du cheval à répéter ses performances.

1.3 Le modèle d'analyse

Pour passer de la performance à l'indice de performance, une correction pour les effets d'environnement est appliquée. Pour les deux critères points et classement, la correction porte sur le sexe (mâles et hongres ensemble), l'âge (par pas de 1 an jusqu'à 10 ans puis 11-12 ans et 13 ans et plus) et l'année (standardisation des indices identique chaque année). L'indice est l'écart de la performance du cheval à la moyenne des performances réalisées la même année par l'ensemble des chevaux de même sexe et âge.

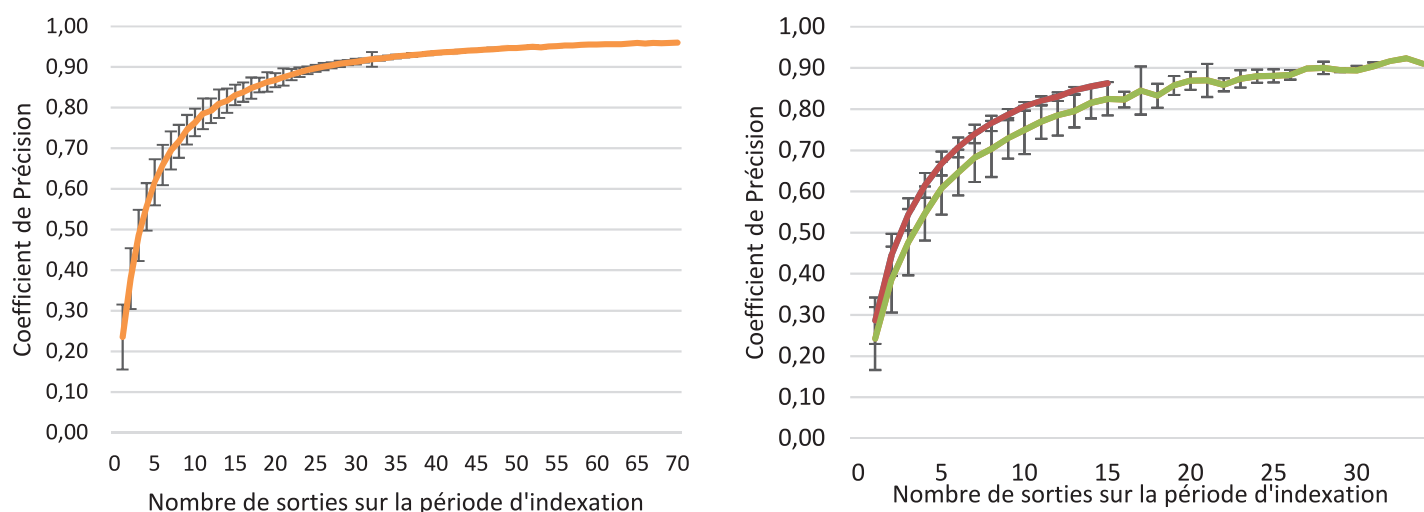
Exemple de correction d'effet de l'environnement : âge pour le CSO. Dans la population des chevaux de 4 ans, il y a des chevaux de même qualité que dans la population des chevaux de 8 ans. Il est donc normal qu'ils aient un indice de performance équivalent. A 4 ans comme à 8 ans, un cheval d'indice 120 fait partie des meilleurs chevaux sortis en CSO. Même si les chevaux ne réalisent pas de performances équivalentes d'un point de vue technique (le cheval de 4 ans a réalisé des parcours plus faciles que le cheval de 8 ans), il est toujours aussi difficile d'avoir un bon indice quel que soit l'âge.

1.4 Le coefficient de précision

Depuis 1997, l'indice de performance est accompagné d'un coefficient de précision (noté CP). Le CP dépend :

- principalement du nombre de sorties (Figure 1-7)
- mais aussi du nombre de partants dans chaque épreuve ;
- et de l'homogénéité de la concurrence : plus le niveau de chevaux d'une épreuve est identique, plus le CP est élevé.

Figure 1-7: Distribution des CP en fonction du nombre de sorties
(en 2018, CSO en orange, CCE en bordeaux et dressage en vert, barres verticales = écart type)



Ce CP est mentionné après l'indice, dans des parenthèses. Sa valeur varie entre 0 et 1: plus il se rapproche de 1, plus l'indice de performance est précis.

Repères pour le CP en sports équestres :

- < 0,60 : l'indice estime la valeur sportive du cheval avec une forte incertitude : celle-ci pourra varier fortement l'année suivante
- entre 0,60 et 0,80 : l'indice estime la valeur sportive du cheval avec une assez bonne précision
- $\geq 0,80$: le cheval a suffisamment répété ses performances pour que sa valeur sportive soit estimée avec précision. La variation observée entre performances successives n'est plus due qu'aux effets d'environnement identifiables et au hasard.

Figure 1-8: Seuils de fiabilité pour les coefficients de précision



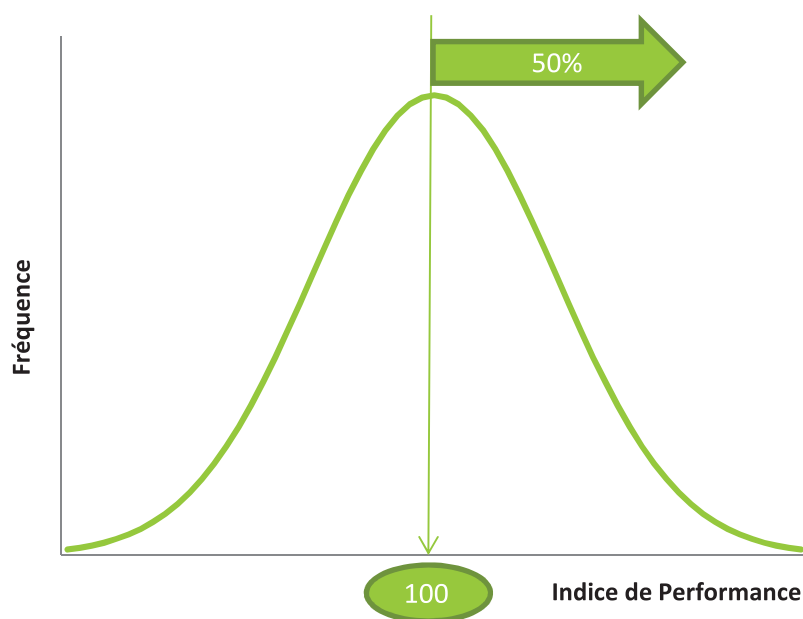
1.5 Points de repères : norme de présentation de l'indice de performance

L'indice de performance est la moyenne des 2 indices de performances propres à chaque caractère : points et classement.

L'indice étant calculé à partir de points et de classements pour lesquels il est difficile d'avoir une représentation physique (comme une hauteur en centimètres par exemple) ou d'avoir des points de repères triviaux, il a été décidé de le standardiser et de le présenter toujours de la même façon. Quelle que soit la discipline considérée, la moyenne des chevaux est représentée par un indice proche de 100.

La courbe de distribution est presque symétrique par rapport à cette moyenne : 50% des chevaux sortis obtiendront un indice supérieur à environ 100 (Figure 1-9).

Figure 1-9: Courbe standard de la répartition des indices de performance dans une population



1.6 Estimation de la concurrence : niveau moyen des chevaux rencontrés

Pour juger du niveau de concurrence que le cheval a rencontré lors de sa saison de concours, la moyenne des indices de performance de tous les partants auxquels il a été confronté est calculée. Cette moyenne est nommée «niveau moyen des chevaux rencontrés». Elle est assortie de l'effectif de ces concurrents (chaque cheval est répété autant de fois qu'il a été rencontré dans une épreuve).

Quelle que soit la discipline:

Exemple n°1 : un cheval a un indice de performance de 120 alors que le niveau moyen des chevaux rencontrés est de 140. Il a rencontré 356 chevaux. ⇒ Cela signifie que dans les types d'épreuves qu'il a courues, il a eu beaucoup moins de réussite que les 356 congénères sortant dans les mêmes épreuves.

Exemple n°2 : un cheval a un indice de performance de 120 alors que l'indice moyen des chevaux rencontrés est de 100, ⇒ cela signifie que dans les types d'épreuves qu'il a courues, il a obtenu une bien meilleure réussite que ses congénères sortant dans les mêmes épreuves.

Exemple n°3 : un cheval a un indice de performance de 120 alors que l'indice moyen des chevaux rencontrés est de 120, ⇒ cela signifie que dans les types d'épreuves qu'il a courues, il a réussi en moyenne aussi bien que ses congénères sortant dans les mêmes épreuves.

2. L'indice génétique

L'indice génétique estime la valeur génétique d'un cheval, c'est-à-dire sa capacité à transmettre ses qualités à ses produits. Il permet de prédire la valeur de la production future du cheval, étalon ou poulinière pour un caractère donné. Des indices génétiques sont calculés pour les compétitions équestres dans les disciplines du dressage, du concours complet, du saut d'obstacle.

L'indice génétique est utile pour :

- raisonner les accouplements
- sélectionner les reproducteurs

Les politiques d'aide à la sélection : règles d'approbation des étalons, distribution des encouragements à l'élevage peuvent donc s'y référer pour obtenir un progrès génétique et pour le quantifier.

2.1 Données

Tous les chevaux dont les origines sont certifiées ont un indice génétique, à condition d'être eux-mêmes performeurs ou d'avoir un apparenté performeur.

Pour estimer la valeur génétique d'un reproducteur, il peut sembler naturel de se limiter au jugement de sa production. Cependant, comme il faut justement choisir les reproducteurs avant leur entrée en reproduction il est nécessaire de se baser sur des informations plus précoces. Or tout cheval ayant des gènes en commun avec le candidat apporte de l'information sur sa valeur génétique. Pour estimer la valeur génétique, les performances propres du cheval et les performances de tous ses apparentés sont donc utilisées. Ces apparentés sont d'abord ses parents, grand parents, frères, sœurs, cousins (etc...) puis, quand il rentre en reproduction, ses produits, petits produits... Ces informations sont pondérées en fonction de l'héritabilité du caractère étudié et du degré d'apparentement entre le cheval estimé et le cheval mesuré. Quand les produits sont nombreux, ils finissent par avoir un rôle prépondérant dans le calcul.

Lors de l'introduction des performances des descendants dans l'estimation de la valeur génétique, il faut veiller à disposer d'un échantillon représentatif de la descendance et par exemple ne pas se baser seulement sur les produits ayant tourné en internationaux. Dans le même ordre d'idée, les performances d'un même cheval doivent aussi être un échantillon non sélectionné de sa qualité, l'ensemble des performances est donc utilisé et pas seulement le meilleur indice annuel (même si c'est celui-ci qui est le plus souvent publié).

Toutes les performances en compétition depuis 1974 pour les gains puis les points depuis 2009 et depuis 1985 pour le détail des classements sont incluses dans l'indice génétique. Toutes les relations de parenté enregistrées depuis les naissances 1945 sont prises en compte.

2.2 Paramètres génétiques : héritabilités et corrélations génétiques

Plusieurs études ont estimé l'héritabilité et la répétabilité des différents critères de mesure de la performance en compétitions équestres, ainsi que leurs corrélations génétiques (Tableau 2-1). La répétabilité est calculée entre années pour les points (cumul annuel) et entre épreuves pour les classements (résultat par épreuve).

Tableau 2-1: Héritabilité (h^2) et répétabilité (r) des critères points et classement dans les disciplines olympiques

	Log (points)		Classement	
	h^2	r	h^2	r
CSO	0.27	0.47	0.16	0.29
Dressage	0.34	0.60	0.20	0.35
CCE	0.14	0.45	0.07	0.34

2.3 Le modèle d'analyse

Le modèle d'analyse de la performance inclut les effets du sexe, de l'âge combiné à l'année (comme pour l'indice de performance) auxquels s'ajoutent l'effet génétique, l'effet d'environnement commun aux différentes performances d'un même cheval et la résiduelle. Il est tenu compte des corrélations entre les différents effets propres à chaque caractère. Toutes les valeurs génétiques du modèle sont reliées par les relations de parentés entre les différents chevaux. L'indice génétique est l'estimation de la valeur génétique pour chaque caractère. Il est présenté sous forme synthétique où chaque caractère est pondéré équitablement. L'indice génétique d'un cheval est donc une moyenne des performances corrigées pour les effets d'environnement, réalisées par tous les chevaux qui lui sont apparentés pondérée en fonction de l'héritabilité, la répétabilité, le nombre de performances et la relation de parenté (proche ou lointaine).

2.4 Le coefficient de détermination

Le coefficient de détermination ou CD mesure la précision de l'estimation de la valeur génétique. Il varie de 0 à 1. Le CD évolue en fonction du nombre de performances propres (nombre d'années, nombre d'épreuves) et du type d'apparentés ayant des performances (Tableau 2-2). Seule la connaissance de la production permet d'obtenir un CD proche de 1. Le CD dépend aussi des paramètres génétiques (héritabilité, répétabilité). Il faut 10 années de compétition en CCE ou 10 produits sortis dans cette discipline pour atteindre le même niveau de précision (0,27) qu'une année de performance propre en CSO car les paramètres génétiques en CCE sont moins favorables que ceux en CSO. Il est en de même pour la comparaison CSO, Dressage car les chevaux sortent moins en Dressage qu'en CSO.

Remarque : Publication des BSO, BCC et BDR

Dès que l'on retrouve dans les généalogies un ancêtre ayant un indice de performance (ISO, ICC ou IDR), cela déclenche chez tous ses descendants le calcul d'un indice génétique (BSO, BCC ou BDR). Ainsi, il est courant que les poneys ou des chevaux appartenant à un stud-book plus dédié aux courses (PS, TF, ...) aient un BSO, BCC ou BDR ; cependant ces indices ont souvent un CD très faible. Ils ne sont donc pas significatifs. Attention, pour les poneys, même avec un CD élevé, seules les performances sur le « circuit cheval » sont prises en compte dans le calcul du BSO, BCC et BDR.

Figure 2-1: Seuils de valeurs des coefficients de détermination

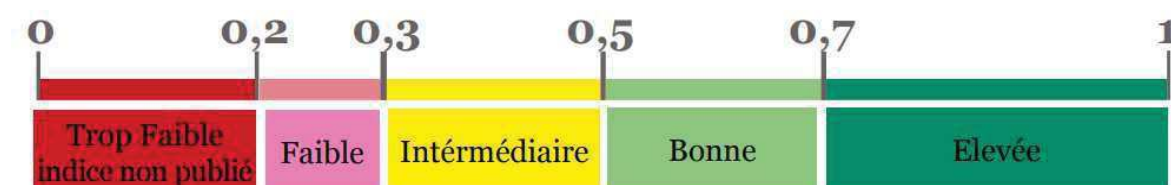


Tableau 2-2: Seuils de précision des indices en fonction de leur CD

Précision		Explications
CD<0,20	Trop faible	Indice génétique non diffusé → précision trop faible car pas assez d'informations disponibles.
0,20<CD<0,30	Faible	Indice génétique obtenu par les seules performances en compétition de la parenté ascendante (parents, grands-parents) et collatérale (frères, cousins...) ou cheval étranger avec très peu de performances en France → traduction par un chiffre de synthèse du pedigree du poulain.
0,30<CD<0,50	Intermédiaire	Indice génétique obtenu par : - les performances propres, - les performances de la parenté ascendante (parents, grands-parents) et collatérale (frères, cousins...) → précision modeste mais suffisante pour sélectionner les reproducteurs mâles et femelles à partir de la première saison de compétition.
0,50<CD<0,70	Bonne	Indice génétique obtenu par : - les performances propres, - les performances de la parenté ascendante (parents, grands-parents) et collatérale (frères, cousins...) - les performances des premiers produits ont été rajoutées → bonne précision
CD>0,70	Elevée	Indice génétique obtenu en combinant : - les performances de la parenté ascendante, - les performances propres - et les performances des nombreux descendants → précision ne pouvant être atteinte que par les étalons déjà largement utilisés et permettant une utilisation sûre de ces reproducteurs.

2.5 Points de repères : norme de présentation de l'indice

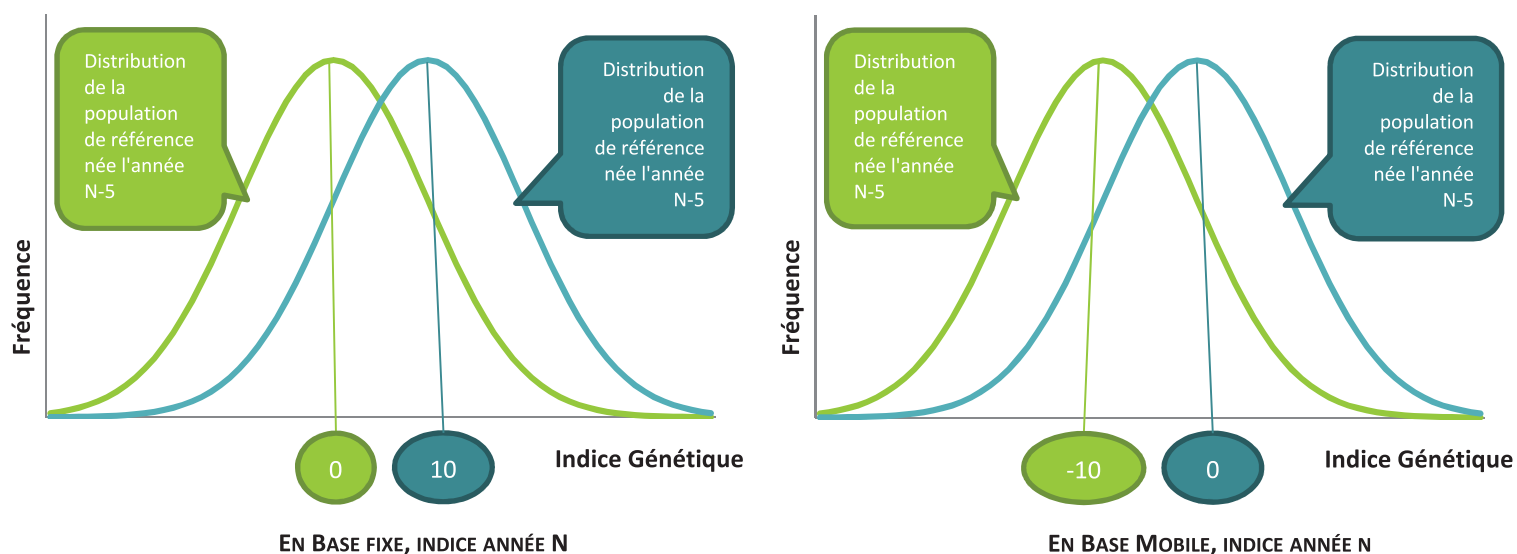
Comme pour les indices de performances, les indices génétiques sont présentés de façon standardisée afin de conserver des points de repères simples. Les éleveurs sélectionnant pour l'aptitude concernée par l'indexation, la population progresse. Par conséquent, le niveau moyen de la population s'améliore. Afin de pouvoir garder les mêmes repères, les indices sont calculés avec une base mobile, c'est à dire par contraste avec une population de référence qui change dans le temps (Tableau 2-3) et qui dépend de la discipline considérée.

Tableau 2-3: composition des populations de référence

population de référence	Ensemble des chevaux
CSO	de 5 ans dont le CD est ≥ 0.22
CCE	de 4 à 7 ans dont le CD est ≥ 0.15
Dressage	de 4 à 7 ans dont le CD est ≥ 0.21

Les valeurs prises par cette population de référence sont toujours les mêmes : la moyenne est 0 et 2% de la population dépasse l'indice de +20. Ainsi, quelle que soit l'année de calcul de l'indice génétique, un cheval sera toujours améliorateur s'il a un indice génétique positif, quel que soit son âge. Les meilleurs, ceux qui correspondent aux étalons sélectionnés, auront toujours un indice génétique supérieur à 20.

Figure 2-2: Principe de la base mobile



2.6 Utiliser l'indice génétique

L'indice génétique est l'outil le plus performant pour raisonner les accouplements dans un objectif de production "sportive" : c'est la meilleure estimation de la qualité de géniteur d'un cheval, d'après les informations disponibles. Mais il n'est pas toujours facile de comparer des étalons d'âges très différents, et par conséquent indicés avec des précisions très hétérogènes (CD de 0,35 si seuls les parents sont connus ; à 0,98 lorsque de nombreux descendants ont été testés en compétition). Afin de faciliter la comparaison des reproducteurs, deux outils ont été développés pour le CSO et le dressage :

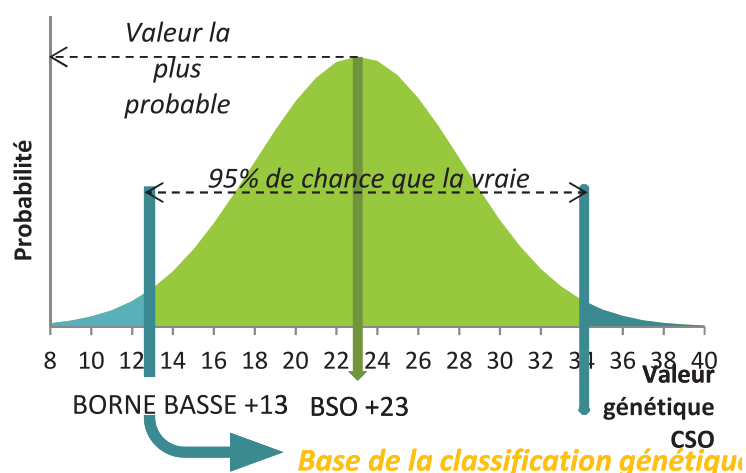
- la classification génétique
- les valeurs de pari

Ces outils font appel à la notion d'intervalle de confiance.

2.6.1 L'intervalle de confiance

La précision de l'indice génétique n'est jamais de 100% (valeur du $CD=1$). Si l'indice demeure la valeur génétique la plus probable du cheval, il existe donc une probabilité non nulle que cette valeur génétique soit supérieure ou inférieure à l'indice génétique. L'intervalle dans lequel la vraie valeur génétique a 95% de chance de se trouver est appelé l'intervalle de confiance (Figure). Plus le CD est élevé, plus l'intervalle de confiance sera petit et plus on peut avoir confiance dans la valeur de l'indice génétique comme estimation de la valeur héréditaire du cheval.

Figure 2-3 : Intervalle de confiance, exemple de X (BSO +23, CD 0,77)



2.6.2 La classification génétique

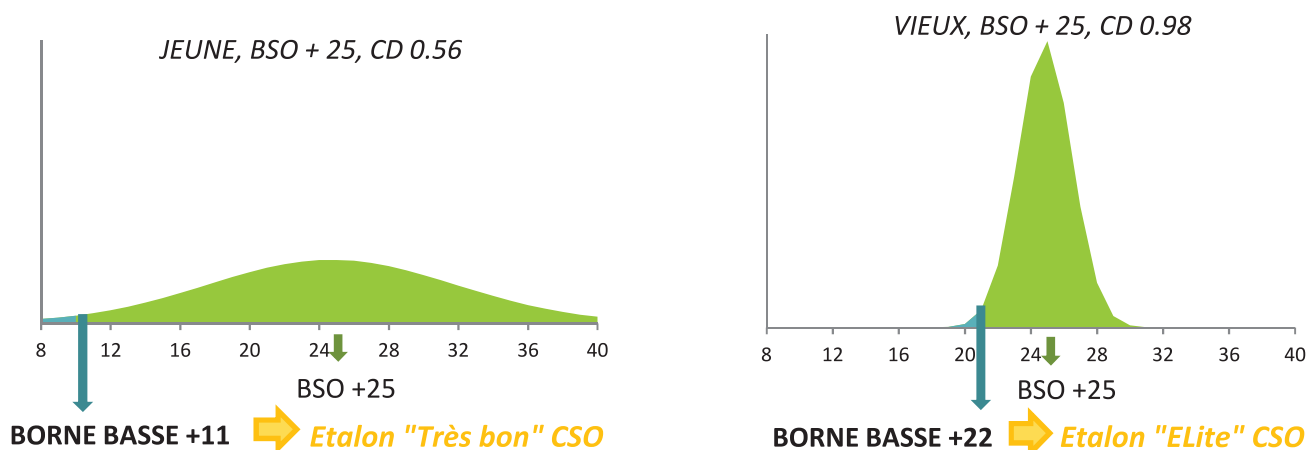
En combinant l'indice génétique et son CD, à partir de l'intervalle de confiance présenté ci-dessus, il est possible de calculer la borne basse. Elle représente le seuil au-dessus duquel on a 97,5% de chance de trouver la vraie valeur de l'étalon. La borne basse est à la base de la classification génétique des reproducteurs mâles (Tableau 2-4). Cette classification est publiée en CSO et en Dressage.

Tableau 2-4 : Définition de la classification génétique

Classification Génétique	Borne basse correspondante
Elite	≥15
Très bon	de 7,5 à 15
Améliorateur	de 0 à 7,5
Acceptable	de -7,5 à 0
Médiocre	de -15 à -7,5
Déconseillé	<-15

Ainsi, la classification génétique offre la garantie de ne pas utiliser un étalon qui pourrait avoir une valeur trop basse. La Figure illustre le cas d'un même BSO (+25) pour deux étalons ayant des précisions différentes « JEUNE », jeune étalon avec un CD de 0,56 et « VIEUX », étalon confirmé avec un CD de 0,98.

Figure 2-4 : Classification génétique de deux étalons au BSO identique avec un CD différent



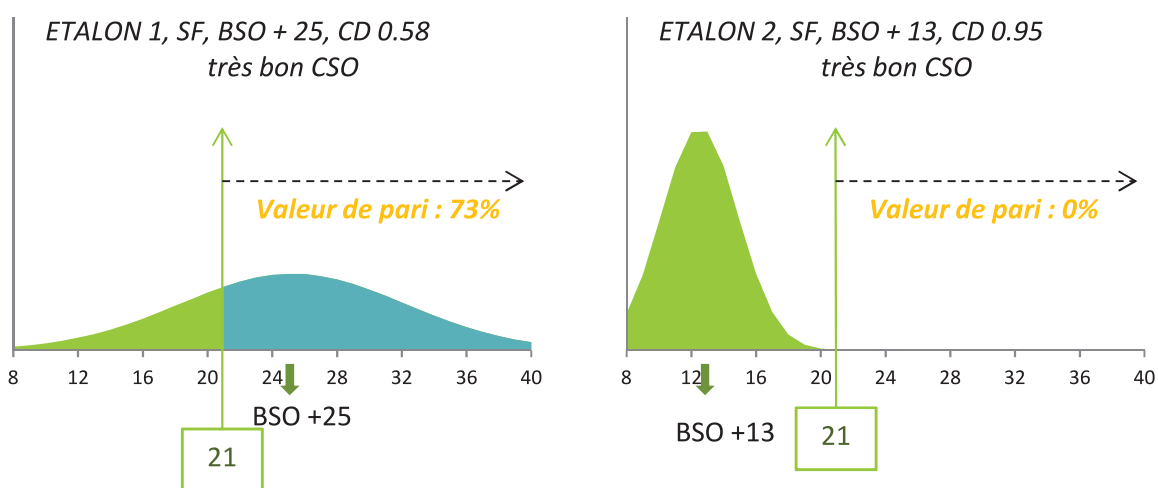
2.6.3 Les valeurs de pari

A indice génétique égal, la classification génétique favorise les reproducteurs âgés. Or, l'utilisation de reproducteurs âgés allonge l'intervalle de génération, ce qui pénalise le progrès génétique annuel. Pour valoriser les jeunes étalons, une autre interprétation de l'intervalle de confiance est possible. Plutôt que de minimiser les risques d'avoir une mauvaise valeur génétique (objectif de la classification génétique), la valeur de pari maximise la chance d'avoir un étalon exceptionnel. La valeur de pari chiffre la probabilité de situer la valeur génétique d'un étalon dans les 2% meilleurs de sa génération intra race, connaissant son indice génétique et son CD. Pour les 3 disciplines olympiques Le seuil correspondant aux 2% meilleurs est de :

- + 21 pour la race SF ;
- +10 pour la race AA ;

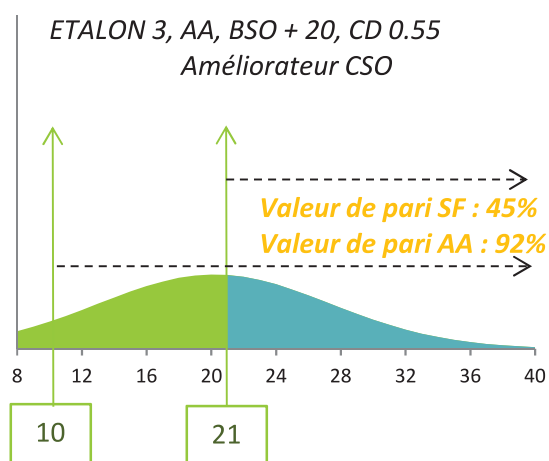
A indice égal, les jeunes étalons à faible CD sont favorisés par les valeurs de pari. Les valeurs de pari offrent de l'espoir : elles mesurent la chance que l'étalon soit dans l'élite de la race. La Figure 2-5 illustre le cas de deux étalons « très bons CSO » qui ont des valeurs de pari très différentes. Le premier, « ETALON 1 » est un jeune étalon qui a 73% de chance d'avoir sa vraie valeur génétique supérieure à +21, alors que le second, « ETALON 2 » n'en n'a aucune. Mais tous les deux sont sûrement très bons pour le CSO car ils n'ont presque aucune chance d'avoir une vraie valeur inférieure à 7,5.

Figure 2-5 : Valeurs de pari de deux étalons « très bons » CSO



Le cas de ETALON 3 est particulier. En tant qu'Anglo-Arabe, il peut produire aussi bien en SF ou en AA selon la jument avec laquelle il est accouplé. Sa valeur de pari SF est de 45% et elle est de 92% en AA (Figure2-6).

Figure 2-6. Valeur de pari en SF et AA de ETALON 3



Chapitre II

IMAGE DE LA SAISON DE COMPETITION

3. Dans les 3 disciplines olympiques	16
3.1 Répartition des chevaux par discipline	16
3.2 Evolution dans le temps.....	16
4. Focus sur le CSO	17
4.1 Description de la population en compétition	17
4.2 Description par classe d'âge	19

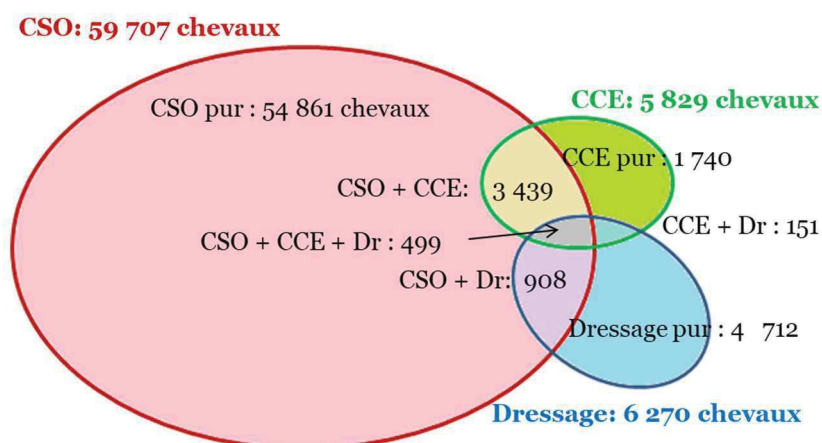


3. Dans les 3 disciplines olympiques

3.1 Répartition des chevaux par discipline

Plus de 90% des chevaux sortants en compétition équestre ont participé à au moins une épreuve de CSO, 9% à une épreuve de Dressage et 9% à une épreuve de CCE. Le CSO est donc très nettement la discipline la plus pratiquée (Figure 3-1).

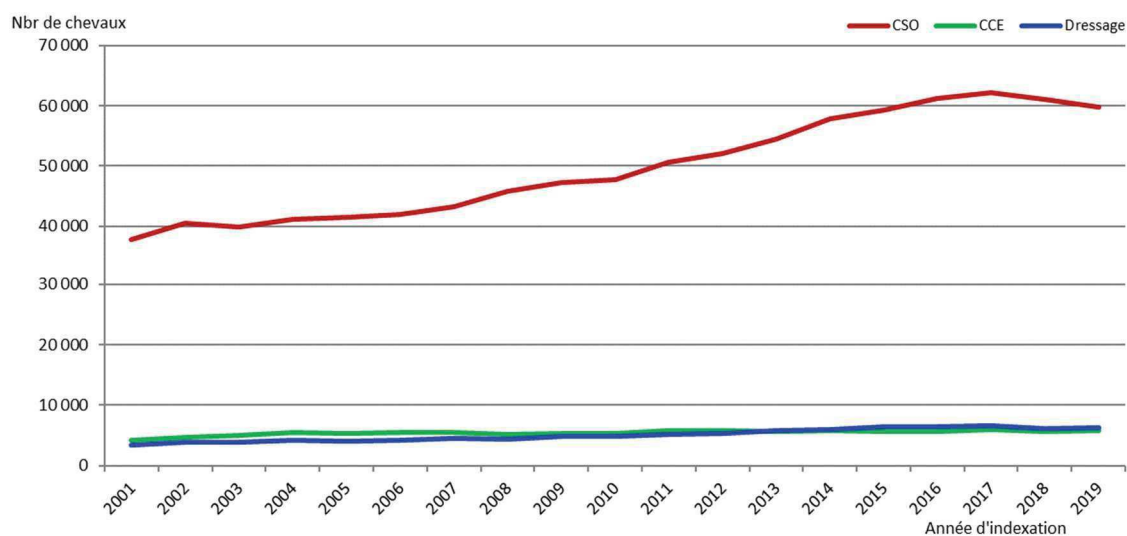
Figure 3-1 : Perméabilité des 3 disciplines olympiques : nombre de chevaux sortis au moins une fois par discipline



Si seulement 30% des chevaux ayant participé à un CCE ne font que du CCE, 75% des chevaux de dressage ne font que du dressage et 92% des chevaux ayant participé au moins à une épreuve de CSO ne font que du CSO. En CCE, compte tenu du caractère polyvalent de cette discipline, les chevaux participent naturellement à des épreuves de dressage ou de CSO. En dressage, malgré une spécialisation nette, il ne demeure pas rare de trouver des chevaux de dressage pratiquant le CSO sans qu'il s'agisse de chevaux de CCE (14%).

3.2 Evolution dans le temps

Figure 3-2: Evolution du nombre de chevaux indicés dans les disciplines olympiques



Globalement, le nombre de chevaux sortant en compétition augmente depuis 2000 (Figure 3-2).

Tableau 3-1: Evolution (chiffrée) du nombre de chevaux indicés en CSO

Année d'indexation	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nombre de chevaux indicés	47 195	47 658	50 682	52 097	54 476	58 583	59 330	61 173	62 174	61 012	59 707
% d'évolution par rapport à l'année précédente	3%	1%	6%	3%	5%	6%	2%	3%	2%	-2%	-2%

4. Focus sur le CSO

4.1 Description de la population en compétition

4.1.1 Répartition des chevaux par sexe et âge

Le nombre de chevaux mâles et hongres tournant en compétition est toujours supérieur au nombre de juments (Figure 4-1). Le nombre de chevaux est le plus important entre 5 et 9 ans.

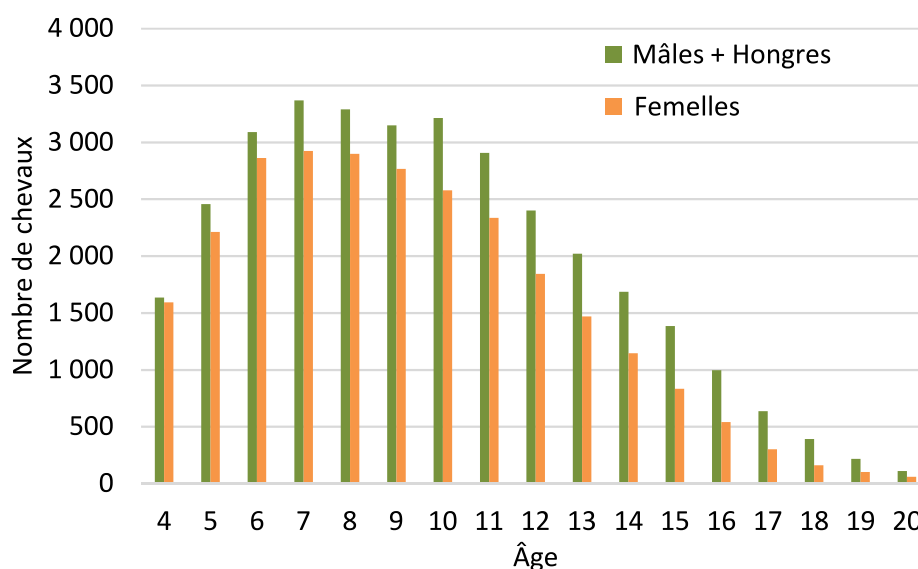


Figure 4-1: Répartition des chevaux tournant en CSO en fonction de leur sexe et de leur âge

4.1.2 Répartition par division

Le fichier transmis par la Fédération Equestre Française pour l'indexation comprend toutes les épreuves courues en France et les résultats en internationaux à l'étranger des chevaux courant sous couleurs françaises. Grâce au Stud-Book Selle Français nous rajoutons une partie des résultats des chevaux AA et SF courant sous couleurs étrangères en internationaux à l'étranger et en France. Ces derniers représentent 1,9% de la population indexée. L'ensemble des chevaux courant en internationaux, quelle que soit leur couleur, représente 13% des chevaux indexés. Les jeunes chevaux participant au circuit Elevage représentent 16% des chevaux en compétition et 12% des départs. Un fort pourcentage de chevaux (76%) participe au circuit Préparatoire même si celui-ci ne représente que 24% des départs en compétition. Dans le circuit Amateur et Pro, les départs se répartissent $\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{4}$ entre les deux circuits (Tableau 4-1).

Tableau 4-1: Répartition des épreuves, des chevaux et du nombre de sorties en fonction de la division

	Nombre d'épreuves	Nombre de sorties	Nombres de chevaux
Elevage	3 707	87 005	9 309
Préparatoire	6 732	174 186	45 256
Amateur	7 787	281 133	33 163
Pro	3 245	112 098	11 121
Internationaux ^a	5 621	60 022	6 516
Internationaux ^b	3 030	11 160	1 140
Total*	30 122	725 604	59 707

^a : sous couleurs françaises, ^b : sous couleurs étrangères, *un cheval peut participer à différentes divisions

4.1.3 Nombre de sorties par cheval

Plus de 16 504 chevaux ne prennent part qu'à 3 épreuves de CSO ou moins (Figure 4-2). Cela représente un peu plus de 28% des chevaux sortant en CSO. La médiane (50% de chevaux au-dessus et 50% au-dessous) est de 8 sorties. Si on suppose qu'une saison régulière correspond à 20 sorties (avec 3 sorties par mois en 7 mois environ), seul 11% des chevaux ont une saison plus courte.

Le nombre de sorties maximales en CSO est de 95 en 2019.

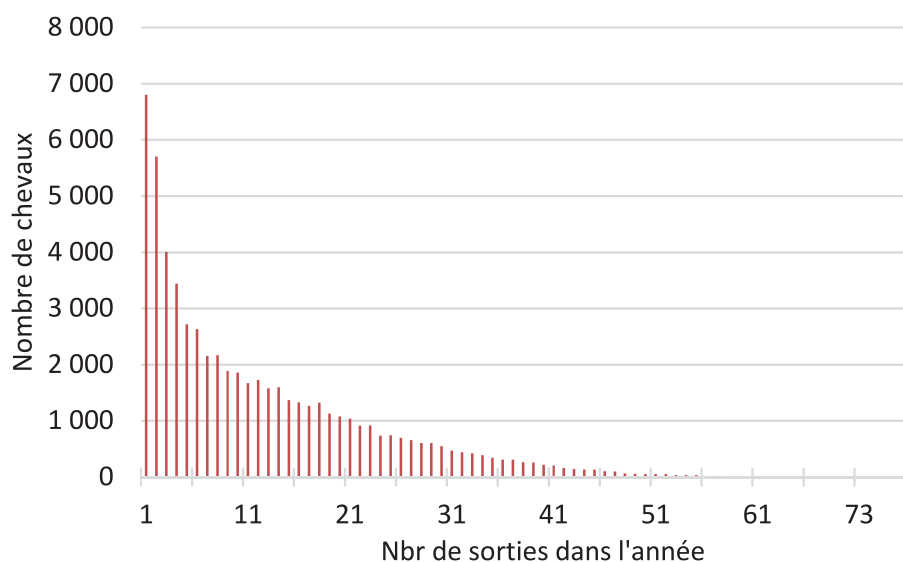


Figure 4-2: Nombres de sorties effectuées dans l'année par cheval

4.2 Description par classe d'âge

4.2.1 Jeunes chevaux de 4 ans

Le cycle classique demeure le circuit le plus fréquenté par les chevaux de 4 ans (Tableau 4-2). Seuls 20% des chevaux de cet âge participent à des épreuves fédérales. Tous les chevaux de Qualification 4 ans ont bien sûr participé à des Formations 1, mais 65% seulement des chevaux de Formation 1 ont poursuivi dans les épreuves de Qualification (Tableau 4-3). Il y a peu de transfert entre cycle classique et cycle libre (17% seulement des chevaux de cycle libre ont participé à des Qualification).

Tableau 4-2: Nombre de chevaux participants aux circuits ouverts aux jeunes chevaux de 4 ans et nombre de départs.

	Chevaux	Départs	Départs / Cheval
Epreuves Fédérales	630	1 519	2,4
SHF - Cycle libre 1	709	3 606	5,1
SHF - Cycle classique Formation 1	2 061	7 163	3,5
SHF - Cycle classique Qualification 4	1 729	11 014	6,4
Total*	5 129	23 302	7,2

* un cheval peut participer à différents circuits

Tableau 4-3: Perméabilité des circuits ouverts aux jeunes chevaux de 4 ans : proportion de chevaux sortis dans 2 types de circuit différent (référence : ligne), effectif sur la diagonale

Epreuves Fédérales	Epreuves d'Élevage : SHF		
	Cycle libre 1	Cycle classique Formation 1	Cycle classique Qualification 4
Epreuves Fédérales	31%	19%	11%
SHF - Cycle libre 1	709	34%	17%
SHF - Cycle classique Formation 1	12%	2 061	65%
SHF - Cycle classique Qualification 4	7%	77%	1 729

Le tableau se lit : la cellule à l'intersection de 2 types d'épreuves comprend la proportion de chevaux sortis dans les deux types d'épreuves par rapport au nombre de chevaux du type d'épreuve de la ligne. Ex : 34% des 709 chevaux sortis en cycle libre 1 participent aussi à des épreuves de formation 1 mais seulement des chevaux de formation 1 participent aussi à des cycles libre 1.

4.2.2 Jeunes chevaux de 5 ans

A 5 ans l'offre des circuits de valorisation se diversifie (Tableau 4-4). C'est un âge où un cavalier n'hésite plus à sortir dans le circuit fédéral un jeune cheval puisque la moitié (56%) des 5 ans y ont concouru. Conformément au règlement qui n'autorise pas à participer à des épreuves fédérales en continuant le cycle classique Qualification 5 ans, ce sont bien les chevaux participant aux Qualification 5 ans qui, à la fin de la saison, ont le moins participé aux épreuves fédérales (Tableau 4-5). En classique, les épreuves de niveau 2 sont plus fréquentées que les épreuves de niveau 1 alors que c'est assez équilibré en cycle libre. Les épreuves de Formation 1 mènent aux Formation 2 (des chevaux de Formation 1 participent à des Formation 2) et les épreuves de Formation 2 mènent aux Qualification 5 ans (des chevaux de Formation 2 s'y retrouvent) mais les Formation 1 ne mènent pas aux Qualification 5 ans. En revanche il y a peu de perméabilité entre épreuves de Formation et cycle libre. Au mieux des chevaux de cycle libre 2 participent aussi à des épreuves de Formation 2 mais seulement des chevaux de cycle libre 1 participent à des épreuves de Formation 1 ou bien des chevaux de cycle libre 2 participent à des épreuves de Formation 1.

Tableau 4-4: Nombre de chevaux participants aux circuits ouverts aux jeunes chevaux de 5 ans et nombre de départs.

	Chevaux	Départs	Départs / Cheval
Epreuves Fédérales	2 616	11 165	4,3
SHF - Cycle libre 1	635	2 949	4,6
SHF - Cycle classique Formation 1	712	2 365	3,3
SHF - Cycle libre 2	746	4 550	6,1
SHF - Cycle classique Formation 2	1 564	6 852	4,4
SHF - Cycle classique Qualification 5	1 625	18 331	11,3
Total*	6 273	46 212	9,9

* un cheval peut participer à différents circuits

Tableau 4-5: Perméabilité des circuits ouverts aux jeunes chevaux de 5 ans : proportion de chevaux sortis dans 2 types de circuit différent, effectif sur la diagonale

	Epreuves Fédérales	Epreuves d'Elevage : SHF				
		CL1	CCF1	CL2	CCF2	CC5
Epreuves Fédérales	2 616	14%	11%	18%	22%	17%
SHF - Cycle libre 1 (CL1)	58%	635	23%	29%	9%	1%
SHF - Cycle classique Formation 1 (CCF1)	40%	21%	712	14%	56%	13%
SHF - Cycle libre 2 (CL2)	64%	25%	13%	746	31%	11%
SHF - Cycle classique Formation 2 (CCF2)	37%	4%	26%	15%	1 564	53%
SHF - Cycle classique Qualification 5 (CC5)	28%	0%	6%	5%	51%	1 625

Le tableau se lit : la cellule à l'intersection de 2 types d'épreuves comprend la proportion de chevaux sortis dans les deux types d'épreuves par rapport au nombre de chevaux du type d'épreuve de la ligne. Ex : 32% des 967 chevaux sortis en cycle libre 2 participent aussi à des épreuves de formation 2 mais seulement 18% des chevaux de formation 2 participent aussi à des cycles libre 2.

4.2.3 Jeunes chevaux de 6 ans

Les chevaux AA et SF sous couleurs étrangères ne sont pas comptabilisés dans les tableaux car leur saison sportive est incomplète en l'absence de leurs résultats nationaux dans leur pays d'adoption. A 6 ans, le circuit fédéral devient la règle (89% des chevaux y ont participé) quand les circuits spécifiques jeunes chevaux deviennent l'exception (Tableau 4-6). Les épreuves de niveau 1 sont peu fréquentées (seulement 7% des chevaux participent à des épreuves de cycle libre 1 ou Formation 1) et ne sont qu'une passerelle pour participer à des niveaux 2 (Tableau 4-7). Les épreuves d'élevage les plus fréquentées sont les Formation 3 et Qualificative 6 ans avec toujours une bonne perméabilité entre les 2 (des Formation 3 participent à des Qualificative 6 ans et inversement des Qualificative 6 ans ont participé à des Formation 3). Il y a toujours peu de ponts entre libre et classique (au mieux des chevaux de libre 3 font des Formation 3).

Tableau 4-6: Nombre de chevaux participants aux circuits ouverts aux jeunes chevaux de 6 ans et nombre de départs.

	Chevaux	Départs	Départs / cheval
Epreuves Fédérales	5 323	40 768	7,7
SHF - Cycle libre 1	183	466	2,5
SHF - Cycle classique Formation 1	214	655	3,1
SHF - Cycle libre 2	628	3 705	5,9
SHF - Cycle classique Formation 2	725	2 303	3,2
SHF - Cycle libre 3	671	4 655	6,9
SHF - Cycle classique Formation 3	1 088	4 937	4,5
SHF - Cycle classique Qualification 6	1 182	13 454	11,4
Epreuves Internationales	418	2 442	5,8
Total*	10 432	73 385	12,3

* un cheval peut participer à différents circuits

Tableau 4-7: Perméabilité des circuits ouverts aux jeunes chevaux de 6 ans : proportion de chevaux sortis dans 2 types de circuit différent, effectif sur la diagonale

	Epreuves Fédérales	Epreuves d'Elevage : SHF						Epreuves Internationales	
		CL1	CCF1	CL2	CCF2	CL3	CCF3		CC6
Epreuves Fédérales	5 323	3%	3%	10%	11%	11%	17%	18%	7%
SHF - Cycle libre 1 (CL1)	78%	183	21%	49%	10%	5%	2%	0%	0%
SHF - Cycle Formation 1 (CCF1)	74%	74%	214	24%	58%	3%	12%	2%	0%
SHF - Cycle libre 2 (CL2)	84%	14%	8%	628	23%	25%	6%	2%	1%
SHF - Cycle Formation 2 (CCF2)	82%	3%	17%	20%	725	17%	49%	14%	3%
SHF - Cycle libre 3 (CL3)	89%	1%	1%	23%	18%	671	28%	9%	1%
SHF - Cycle Formation 3 (CCF3)	84%	0%	2%	3%	32%	17%	1 088	47%	9%
SHF - Cycle Qualification 6 (CC6)	80%	0%	0%	1%	9%	5%	43%	1 182	23%
Epreuves Internationales	85%	0%	0%	1%	6%	2%	23%	66%	418

Le tableau se lit : la cellule à l'intersection de 2 types d'épreuves comprend la proportion de chevaux sortis dans les deux types d'épreuves par rapport au nombre de chevaux du type d'épreuve de la ligne. Ex : 85% des chevaux sortis en épreuves internationales participent aussi à des épreuves de fédérales mais seulement 7% des 5323 chevaux participant aux épreuves fédérales participent aussi à des épreuves internationales.

4.2.4 Chevaux de 7 ans et +

Les chevaux AA et SF sous couleurs étrangères ne sont pas comptabilisés dans les tableaux car leur saison sportive est incomplète en l'absence de leurs résultats nationaux dans leur pays d'adoption. Certaines hauteurs (Tableau 4-8) sont plébiscitées par de très nombreux chevaux : plus de la moitié des chevaux sont sortis au moins 1 fois dans une épreuve de 1m10. Cependant, le plus gros volume des départs s'étale entre 1m05 et 1m30 compris, ce qui représente 77% de toutes les sorties. Les épreuves de 1m40 et plus ne représentent que 2% des participations. Les chevaux ne se cantonnent pas en général à une seule hauteur (Tableau 4-9). Les chevaux qui participent aux épreuves des hauteurs les plus petites (jusqu'à 1m05), participent volontiers à des épreuves d'une hauteur supérieure mais plus rarement à des épreuves de hauteur inférieure : 67% des chevaux qui participent à des 1m00 participent aussi à des 1m05 mais seulement 34% participent à des 95cm. La tendance s'inverse ensuite : 62% des chevaux qui participent à des 1m20 participent aussi à des 1m25. Et c'est d'autant plus vrai qu'on étudie l'échantillon des très bons chevaux (>1m50) qui participent presque tous à des épreuves plus faciles (72% des chevaux de 1m50 participent à des 1m30). La plage de variation des hauteurs fréquentées par un cheval s'étend sur environ 15 cm, 5 cm plus bas et 10 cm plus haut pour les petits niveaux, l'inverse pour les plus haut ou la plage de variation des épreuves fréquentées s'étend jusqu'à 20/25cm en dessous du niveau atteint.

Tableau 4-8 : Nombre de chevaux de 7 ans et plus ans et nombre de départs en fonction de la hauteur de l'épreuve

	Chevaux	Départs	Départs / Cheval
80 cm	2 751	4 156	1,5
90 cm	4 720	6 761	1,4
95 cm	8 438	13 909	1,6
100 cm	16 847	41 286	2,5
105 cm	20 264	71 775	3,5
110 cm	21 059	88 038	4,2
115 cm	18 189	82 288	4,5
120 cm	15 681	79 305	5,1
125 cm	11 246	53 642	4,8
130 cm	8 883	62 685	7,1
135 cm	5 446	34 848	6,4
140 cm	3 188	18 419	5,8
145 cm	1 568	9 660	6,2
150 cm	666	3 221	4,8
155 cm	224	659	2,9
160 cm	115	479	4,2
Total*	139 285	571 131	12,5

* un cheval peut participer à différents circuits

Tableau 4-9: Perméabilité des différentes hauteurs pour les chevaux de 7 ans et plus :
proportion de chevaux sortis dans 2 niveaux de hauteurs différentes (en cm), effectif sur la diagonale

	80	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
80	2751	34%	30%	28%	17%	9%	4%	2%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
90	20%	4720	41%	60%	41%	23%	11%	5%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
95	10%	23%	8438	68%	59%	36%	16%	8%	3%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
100	5%	17%	34%	16847	67%	51%	26%	14%	6%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
105	2%	10%	25%	56%	20264	70%	43%	24%	10%	5%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
110	1%	5%	14%	41%	67%	21059	62%	40%	20%	10%	4%	1%	0%	0%	0%	0%
115	1%	3%	7%	24%	48%	72%	18189	66%	40%	23%	9%	3%	1%	0%	0%	0%
120	0%	2%	4%	15%	31%	54%	76%	15681	62%	42%	21%	10%	3%	1%	0%	0%
125	0%	1%	3%	9%	18%	38%	64%	87%	11246	65%	36%	18%	6%	2%	0%	0%
130	0%	1%	2%	6%	11%	25%	47%	75%	82%	8883	59%	33%	15%	5%	2%	1%
135	0%	0%	1%	3%	6%	14%	30%	62%	75%	96%	5446	56%	27%	11%	3%	2%
140	0%	0%	0%	1%	3%	8%	18%	47%	63%	92%	96%	3188	48%	20%	7%	3%
145	0%	0%	0%	1%	1%	4%	10%	31%	45%	86%	94%	98%	1568	40%	14%	7%
150	0%	0%	1%	2%	3%	4%	7%	20%	27%	72%	86%	94%	95%	666	33%	17%
155	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	10%	16%	60%	83%	98%	100%	99%	224	43%
160	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	7%	16%	51%	73%	94%	99%	100%	83%	115

Le tableau se lit : la cellule à l'intersection de 2 types d'épreuves comprend la proportion de chevaux sortis dans les deux types d'épreuves par rapport au nombre de chevaux du type d'épreuve de la ligne. Ex : 100% des 115 chevaux sortis en épreuves de hauteur 160cm participent aussi à des épreuves de hauteurs 150 mais seulement 17% des 666 chevaux participant à des épreuves de hauteurs 150 participent aussi à des épreuves de hauteur 160cm.

Chapitre III

EFFET D'ENVIRONNEMENT SUR LA PERFORMANCE

5. Effet du sexe	25
6. Effet de l'âge	25



Les indices annuels en CSO corrigent la performance pour les variations dues au sexe, à l'âge et à l'année de performance.

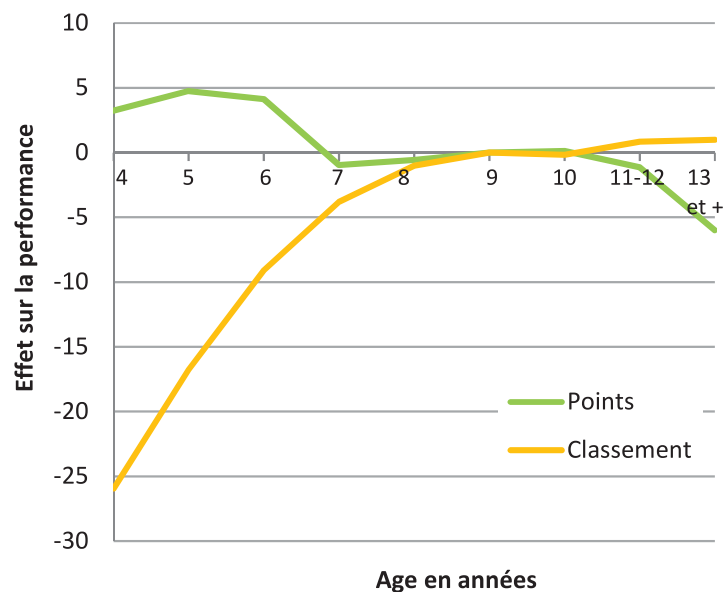
5. Effet du sexe

L'effet du sexe sur la performance est faible en CSO et en faveur des femelles : + 1 pour le critère des points et +3,3 pour celui des classements. Ainsi si les indices de performances n'étaient pas corrigés pour l'effet du sexe, la moyenne des indices pour les points des femelles serait de 1,0 supérieure à celle des mâles et hongres (et 3,3 pour l'indice classement).

6. Effet de l'âge

Les performances jugées par les points diminuent avec l'âge car les points suivent la tendance traditionnelle des gains qui sur-dotaient les épreuves jeunes chevaux à difficulté technique égale (Figure 6-1). Les performances jugées par les classements suivent le phénomène biologique : les jeunes chevaux ont moins d'expérience et moins de maturité physique ce qui les pénalisent par rapport aux chevaux murs. Puis l'âge venant (après 11 ans), il y a une perte d'aptitude physique et les performances diminuent mais dans une faible proportion.

Figure 6-1: Effet de l'âge sur le critère des points et des classements en CSO



Chapitre IV

L'INDICE DE PERFORMANCE EN CSO

7.	Distribution des indices de performance.....	27
8.	Distribution des coefficients de précision.....	28
9.	Etude du circuit de compétition d'après les indices de performances	28
9.1	Niveau technique et indice de performance pour les jeunes chevaux.....	29
9.2	Niveau technique et indice de performance pour les chevaux d'âge.....	32



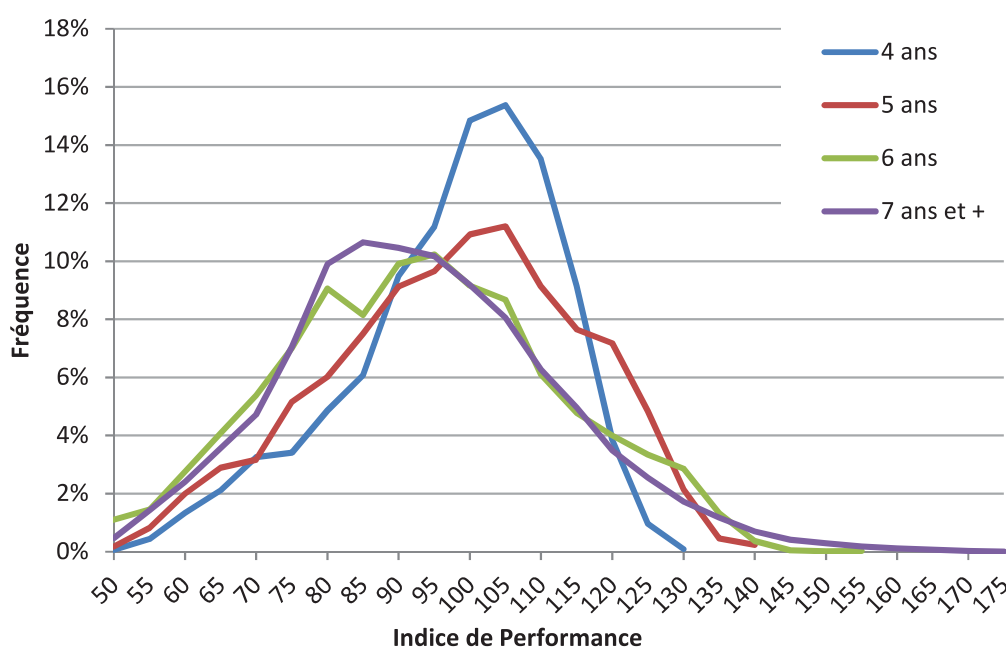
7. Distribution des indices de performance

Etant corrigée pour l'âge, la moyenne des indices par classe d'âge est identique (Tableau 7-1) mais on constate que ce n'est pas le cas des variances : la distribution des indices des jeunes chevaux est tronquée vers les hautes valeurs. Ce n'est pas souhaitable : un cheval exceptionnel à 4 ans est tout aussi rare qu'un cheval exceptionnel à 10 ans. Mais, comme il n'est pas possible de faire évoluer un cheval de 4 ans sur des concours de difficultés techniques extrêmes (de 80cm à 170cm) comme pour les chevaux d'âge, les différences de qualité entre chevaux de 4 ans sont moins facilement mises en évidence. D'où ces distributions tronquées (Figure 7-1).

Tableau 7-1: Statistiques élémentaires des ISO selon la classe d'âge

	4 ans	5 ans	6 ans	7 ans et +
Effectif	3226	4669	5952	45860
Moyenne	97,78	97,80	98,11	98,46
Ecart-type	14,37	17,53	19,33	19,00
Minimum	52	50	48	51
Maximum	129	136	155	180

Figure 7-1: Distribution des ISO en fonction de la classe d'âge



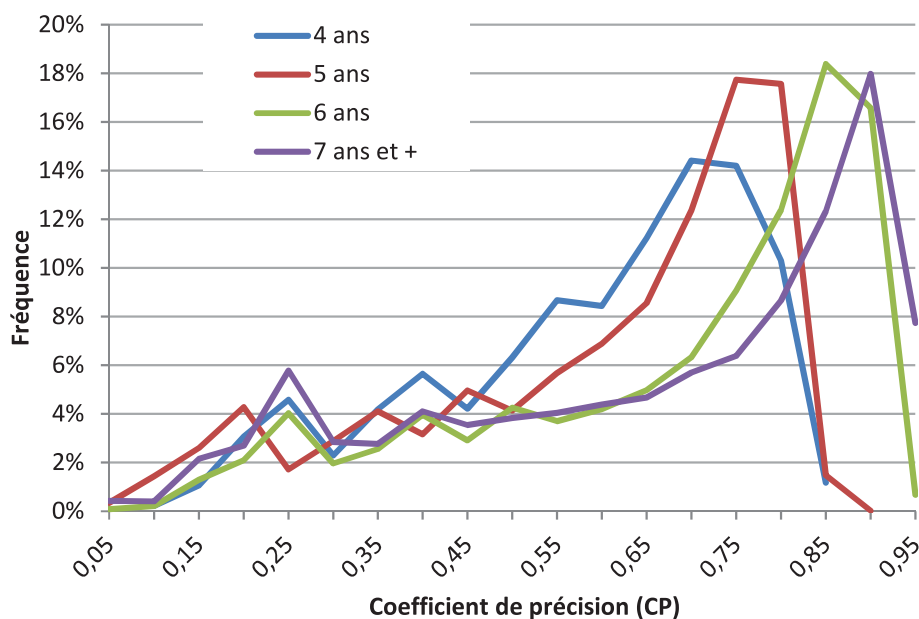
Le Tableau 7-2 donne quelques points de repère pour situer son cheval parmi les chevaux sortis en CSO.

Tableau 7-2: Points de repère sur les ISO en fonction de la classe d'âge

Pour être dans les meilleurs...	L'indice doit être supérieur à ...			
	4ans	5 ans	6 ans	7 ans +
50%	100	99	98	97
25%	109	111	111	111
10%	114	121	125	123
5%	117	125	132	132
1%	123	130	140	148

8. Distribution des coefficients de précision

Figure 8-1: Distribution des coefficients de précision (CP) en fonction de la classe d'âge



La distribution des CP est très dissymétrique (Figure 8-1): environ 1/3 des chevaux n'atteignent pas 0.60. A 4 ans, cette proportion est de 45% et il n'est pas possible d'avoir des CP proches de 1.

9. Etude du circuit de compétition d'après les indices de performances

Pour étudier le circuit de compétition, deux statistiques sont utilisées. Pour chaque classe d'âge, la moyenne des partants par niveau d'épreuve (chaque cheval est compté autant de fois qu'il a participé) est donnée sous forme de tableau. La Figure 9-1 représente la distribution des indices de performances en fonction du niveau maximum atteint par le cheval dans l'année (chaque cheval n'est compté qu'une seule fois). Le niveau maximum pour les âges 4, 5 et 6 ans est défini en considérant la hiérarchie suivante : épreuves fédérales < épreuves d'élevage < épreuves internationales. Parmi les épreuves d'élevage la hiérarchie est donnée grâce aux normes techniques (Tableau 9-1).

Tableau 9-1 : Règle de hiérarchie définie par les normes techniques pour les épreuves d'élevage et utilisée pour définir le niveau maximum atteint

	Hiérarchie			Cote Droit	Cote Oxer (h)	Cote Oxer (l)
	4 ans	5 ans	6 ans			
SHF - Libre 1	1	1	1	95	90	105/115
SHF - Classique Formation 1	2	2	2	100	100	110/120
SHF - Classique Qualification 4 ans	3			115	110	125/130
SHF - Libre 2		3	3	105	100	115/120
SHF - Classique Formation 2		4	4	110	110	120/130
SHF - Classique Qualification 5 ans		5		125	115/120	130/140
SHF - Libre 3			5	115	105/110	125/135
SHF - Classique Formation 3			6	120	120	130/140
SHF - Classique Qualification 6 ans			7	135	125/130	140/150

Après 7 ans, la difficulté de l'épreuve est résumée par la hauteur déclarée. Le niveau maximum est la hauteur maximale atteinte.

9.1 Niveau technique et indice de performance pour les jeunes chevaux

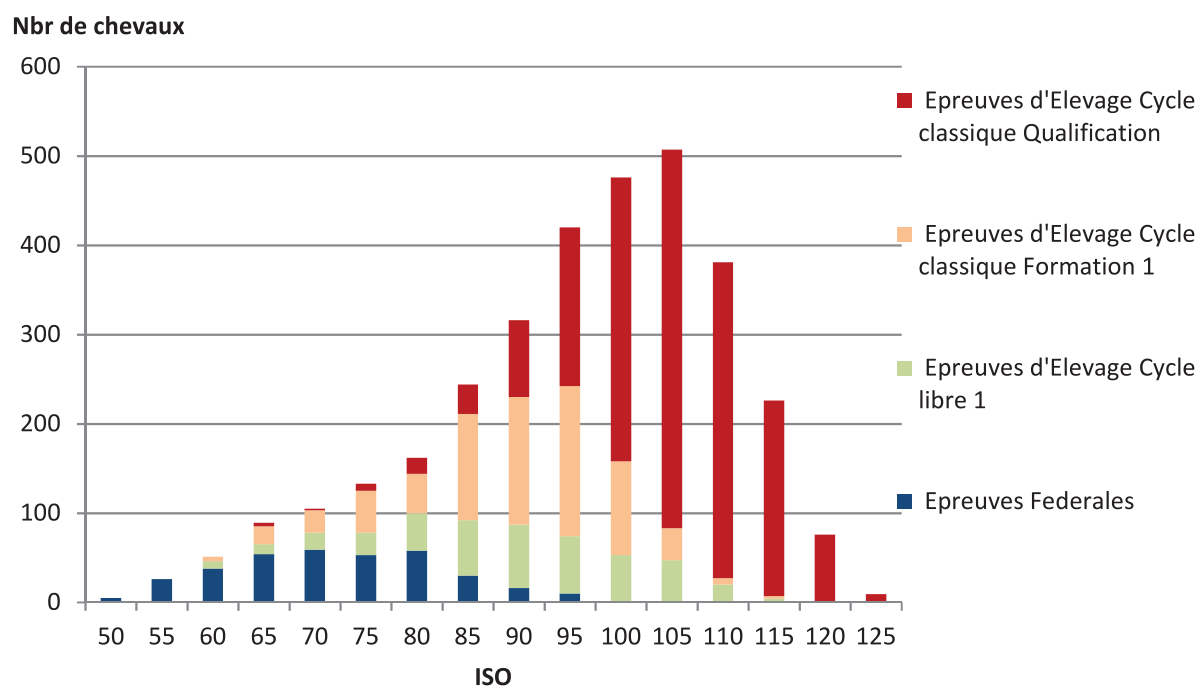
9.1.1 Jeunes chevaux de 4 ans

Les participants de 4 ans aux épreuves fédérales sont nettement un échantillon des chevaux les plus faibles (14 points en dessous 100, Tableau 9-2). Les partants des épreuves de Qualification 4 ans sont en revanche un lot sélectionné (+9 points au-dessus de 100). Entre les indices des partants des épreuves courues au court de la saison et la finale, il y a en moyenne 7 point d'écart en cycle libre, 15 points en classique si on compare les partants finalistes aux Formation1 et seulement 8 points si on compare avec les partants des Qualification 4. Il est très rare (Figure 9-1) d'avoir un indice supérieure ou égal à 110 sans avoir participé à des épreuves Qualification 4.

Tableau 9-2: Nombre de partants par circuit et moyenne des ISO des partants pour les chevaux de 4 ans.

	Partants	ISO moyen
Epreuves Fédérales	1 519	86
SHF - Cycle libre 1	2 945	99
SHF - Cycle libre 1 CIR	389	103
SHF - Cycle libre 1 Finale Nationale	272	106
SHF - Cycle classique Formation 1	7 163	102
SHF - Cycle classique Qualification 4	9 132	109
SHF - Cycle classique Qualification 4 CIR	1 321	112
SHF - Cycle classique Qualification 4 Finale Nationale	561	117

Figure 9-1: Distribution du nombre de chevaux de 4 ans en fonction de l'ISO selon le circuit maximal fréquenté (selon les normes techniques des épreuves)



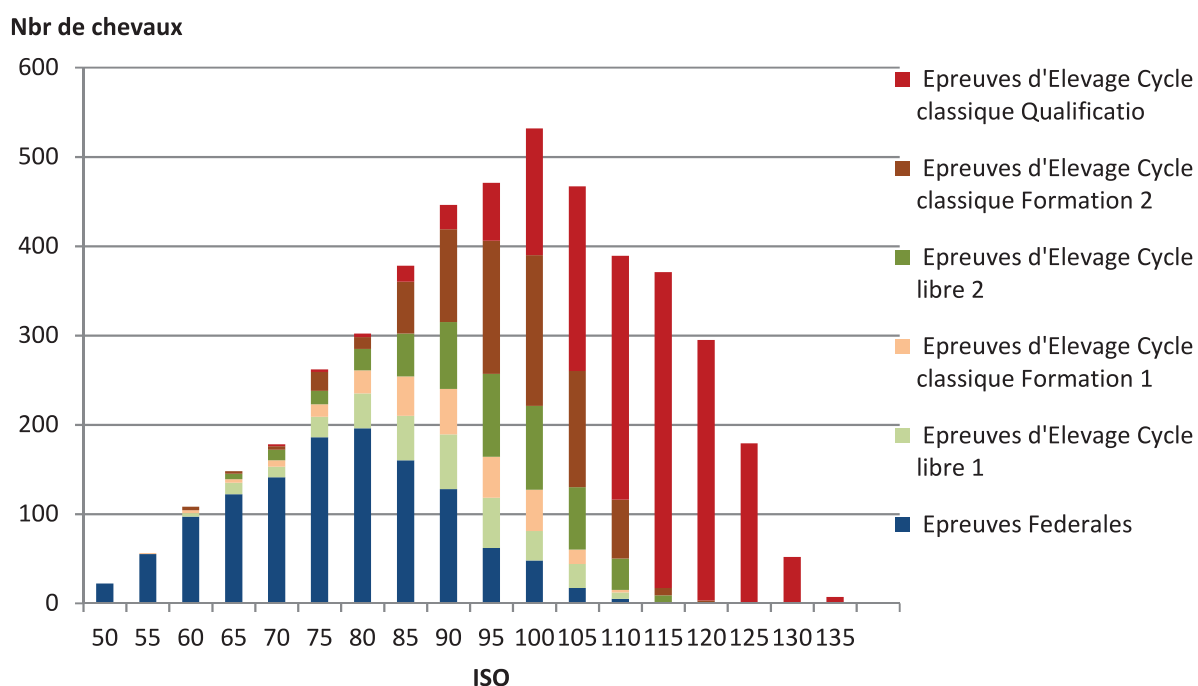
9.1.2 Jeunes chevaux de 5 ans

A 5 ans, les épreuves fédérales regroupent des chevaux plus représentatifs de la population qu'à 4 ans, la moyenne des partants n'est inférieure que de 6 points à 100 (Tableau 9-3). Cependant, les chevaux des Qualification 5 ans sont eux nettement plus sélectionnés qu'à 4 ans : +21 points au-dessus de 100. L'effort de sélection pour la finale est identique à celle exprimée à 4 ans pour les cycles libres: 6 points d'écart entre la moyenne des partants de la finale et dans les autres épreuves de la saison. L'écart entre les Qualification 5 et la finale est aussi du même ordre de grandeur que ce qui est observé à 4 ans : 8 points. Mais si on compare la moyenne des partants de la finale classique aux partants des épreuves Formation 2, elle est de 21 points, donc une sélection très forte entre ces épreuves et les finalistes. Il devient possible (Figure 9 2) d'avoir un indice de 110 sans participer à des épreuves Qualification 5 ans mais cela demeure extrêmement rare au-dessus de 120.

Tableau 9-3: Nombre de partants par circuit et moyenne des ISO des partants pour les chevaux de 5 ans.

	Partants	ISO moyen
Epreuves Fédérales	11 165	95
SHF - Cycle libre 1	2 480	978
SHF - Cycle libre 1 CIR	277	100
SHF - Cycle libre 1 Finale Nationale	192	104
SHF - Cycle classique Formation 1	2 365	99
SHF - Cycle libre 2	3 644	103
SHF - Cycle libre 2 CIR	451	106
SHF - Cycle libre 2 Finale Nationale	455	109
SHF - Cycle classique Formation 2	6 852	106
SHF - Cycle classique Qualification 5	16 013	118
SHF - Cycle classique Qualification 5 CIR	1 531	121
SHF - Cycle classique Qualification 5 Finale Nationale	787	126

Figure 9-2: Distribution du nombre de chevaux de 5 ans en fonction de l'ISO selon le circuit maximal fréquenté (selon les normes techniques des épreuves)



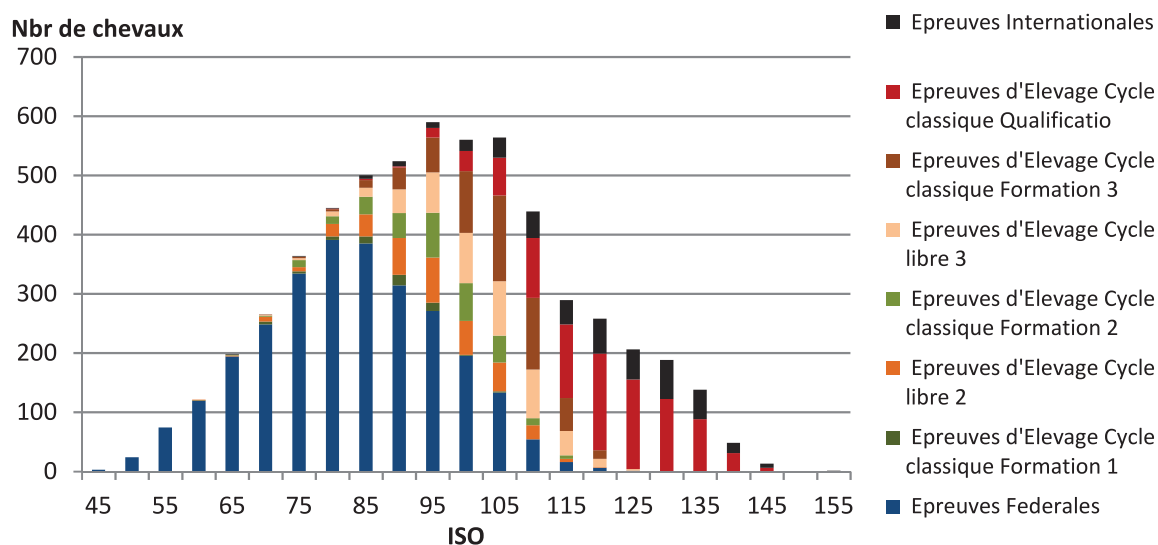
9.1.3 Jeunes chevaux de 6 ans

A 6 ans (Tableau 9-4), le circuit le plus utilisé est le circuit fédéral (56% des départs). Au sein du circuit jeunes chevaux, les épreuves de niveau 1 et 2 sont très peu fréquentées alors que les épreuves de niveau 3 et Qualification 6 ans sont bien représentées (respectivement 7% et 18% des départs). Le circuit fédéral devenant la règle, il ne constitue plus un échantillon différent du reste de la population. Les chevaux qui sortent le plus souvent étant en moyenne d'un meilleur niveau que ceux qui sortent peu, la moyenne des partants (101,8) est même supérieure à 100. Les partants des épreuves de cycle libre et classique Formation ont un indice moyen similaire intra niveau 1, 2 ou 3 (par exemple les partants des cycle libre 2 ont une moyenne de 102,3 et 103,7 pour les partants des Formation 2). Les épreuves classiques Qualification 6 ans incluent les meilleurs chevaux, bien plus que leurs homologues à 4 et 5 ans (moyenne des partants 28 points au-dessus de 100). Les épreuves de niveau 1 recueillent des chevaux moins bons que la moyenne de la population. L'effort de sélection pour accéder aux finales est moins élevé pour les cycles libres 2 et 3 (+6 points) qu'à 4 et 5 ans. Il est du même ordre de grandeur qu'à 5 ans pour les finales Qualification 6 ans (25 points d'écart avec les Formation 3). La plage de variation des indices s'étend : 13% des chevaux ont plus de 120, 6% plus de 130 (Figure 9-3). Ces derniers sont pratiquement tous des chevaux de Qualification 6 ans ou d'internationaux.

Tableau 9-4: Nombre de partants par circuit et moyenne des ISO des partants pour les chevaux de 6 ans.

	Partants	ISO moyen
Epreuves Fédérales	40 768	102
SHF - Cycle libre 1	466	94
SHF - Cycle classique Formation 1	655	96
SHF - Cycle libre 2	3 035	102
SHF - Cycle libre 2 CIR	324	104
SHF - Cycle libre 2 Finale Nationale	346	108
SHF - Cycle classique Formation 2	2 303	104
SHF - Cycle libre 3	3 738	108
SHF - Cycle libre 3 CIR	453	111
SHF - Cycle libre 3 Finale Nationale	464	114
SHF - Cycle classique Formation 3	4 937	112
SHF - Cycle classique Qualification 6	11 782	128
SHF - Cycle classique Qualification 6 CIR	1 079	131
SHF - Cycle classique Qualification 6 Finale Nationale	593	136
Epreuves Internationales	2 442	123

Figure 9-3: Distribution du nombre de chevaux de 6 ans en fonction de l'ISO selon le circuit maximal fréquenté (selon les normes techniques des épreuves)



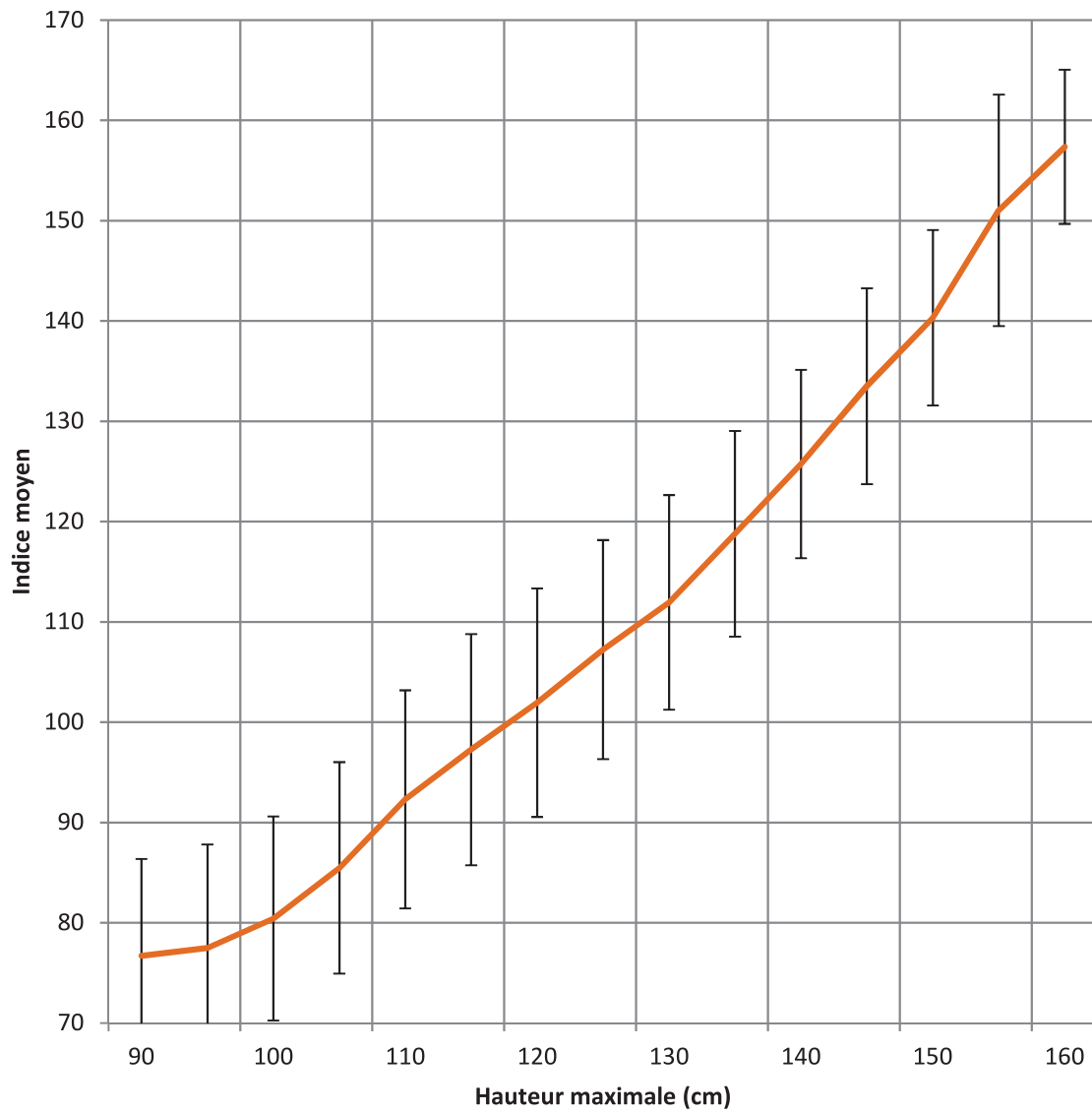
9.2 Niveau technique et indice de performance pour les chevaux d'âge

L'indice moyen des partants augmente avec la hauteur des épreuves fréquentées (Tableau 9-5). A hauteur égale, les partants en internationaux ont de meilleurs indices que les partants des épreuves Pro, et eux même que les partants des épreuves Amateur et eux même que les partants des épreuves Préparatoires. La croissance des indices est plus forte en fonction des hauteurs maximales des chevaux (Figure 9-4) qu'en fonction de la hauteur de l'ensemble des départs. La hauteur maximale a donc un effet plus important sur l'indice annuel que l'ensemble des hauteurs fréquentées. Il est quasi-impossible (1% des cas) d'avoir un indice de 140 et plus en n'ayant pas atteint les épreuves à 1m30, et très rare même d'avoir un indice d'au moins 130 dans ce cas (5% des cas).

Tableau 9-5 Nombre de partants par circuit et moyenne des ISO des partants pour les chevaux de 7 ans et plus

	Partants	ISO moyen Préparatoire	ISO moyen Amateur	ISO moyen Pro	ISO moyen Internationaux
80 cm	4 156	83			
90 cm	6 761	87	97		
95 cm	13 909	90	96		
100 cm	41 286	93	97		102
105 cm	71 775	96	101		105
110 cm	88 038	101	105		111
115 cm	82 288	106	110		114
120 cm	79 305	111	114	114	118
125 cm	53 642	116	118	118	122
130 cm	62 685	122	122	124	128
135 cm	34 848	125		130	133
140 cm	18 419	127		136	139
145 cm	9 660			143	147
150 cm	3 221			148	155
155 cm	659			156	160
160 cm	479				164

Figure 9-4: Indice moyen (barres=écart type) en fonction de la hauteur maximale auquel le cheval a participé



Chapitre V

L'INDICE GENETIQUE EN CSO

10.	Population de référence	35
11.	Evolution génétique de la production française.....	36
12.	Etalons et poulinières en activité	37
12.1	Les étalons en activité pour produire en CSO	37
12.2	Classification génétique des étalons en activité.....	39
12.3	Les poulinières en activité pour produire en CSO	41
13.	Le BSO : un prédicteur de la performance en CSO.....	43



10. Population de référence

La population de référence sert de base pour la standardisation de l'indice génétique (Figure 10-1). La moyenne des BSO de la population de référence est de zéro. La proportion de chevaux de la population de référence ayant un $BSO \geq 20$ est de 2.5%. Les indices génétiques s'expriment donc comme un écart positif ou négatif à cette référence. En CSO, la population de référence est l'ensemble des chevaux nés 5 ans avant l'année d'indexation ayant un $CD \geq 0.22$. Cette population a été choisie car elle représente les chevaux potentiellement produits pour le CSO ($CD \geq 0.20$) en âge d'être sélectionnés (5 ans). La population de référence est constituée pour 57% de Selle français (Figure 10-2).

Figure 10-1: Distribution des indices de la population de référence du BSO

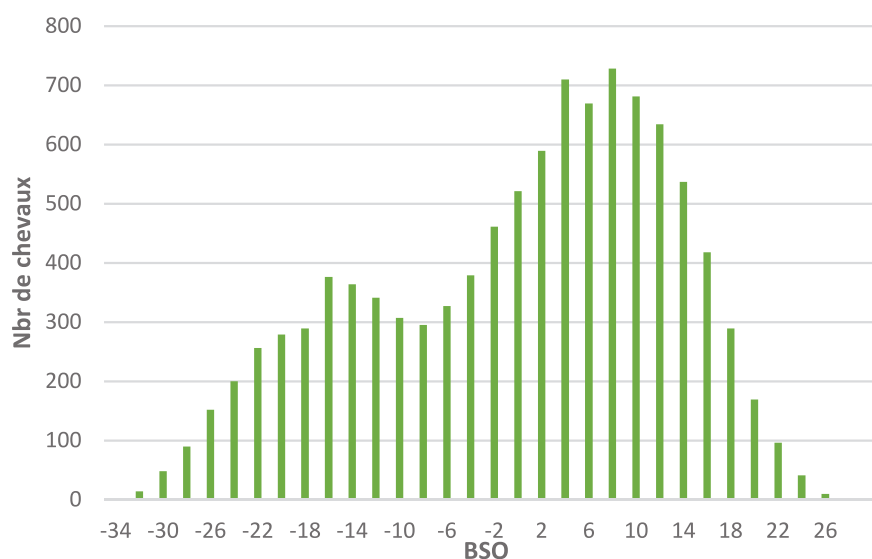
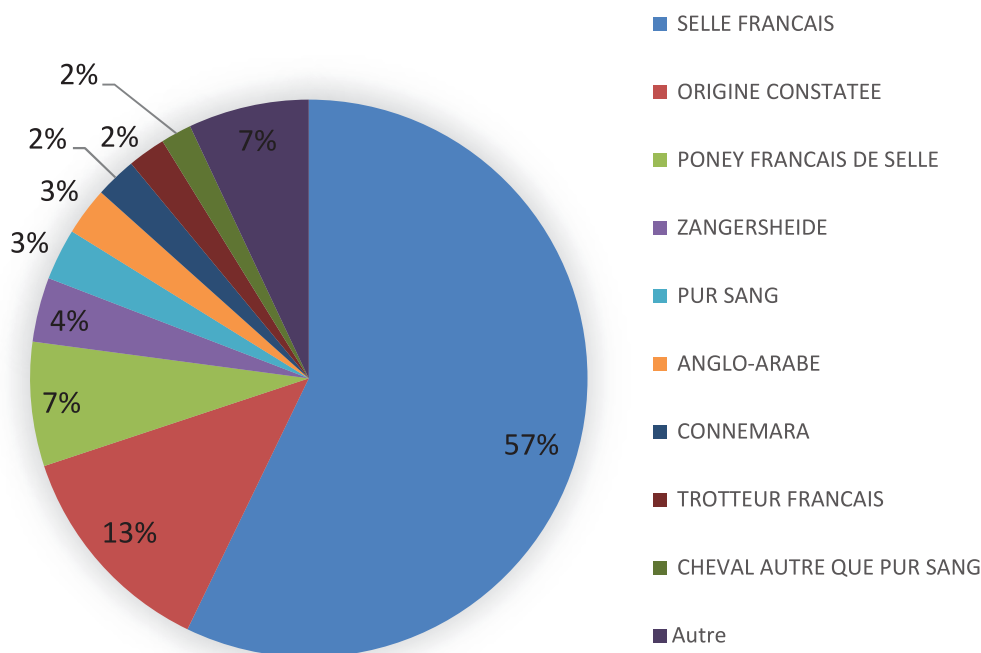


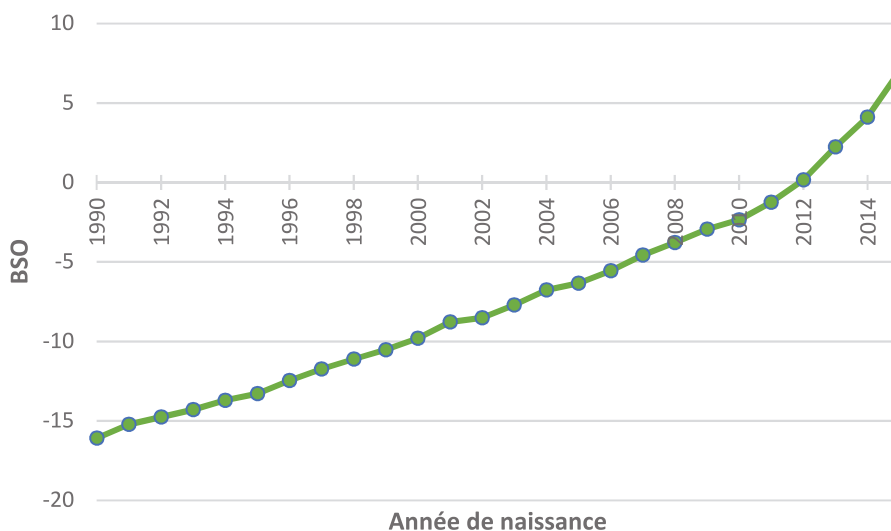
Figure 10-2: Constitution raciale de la population de référence



11. Evolution génétique de la production française

Pour juger du progrès génétique réalisé dans la population produite en France pour le CSO, il n'est plus possible de se référer aux races. En effet, la définition des races a évolué avec le temps et donc une même race ne correspond pas à la même population selon l'année de naissance. Nous nous référons donc à l'ensemble des chevaux sortis en CSO nés en France pour juger de l'évolution génétique de la population française.

Figure 11-1: Evolution du BSO moyen de la population sortie en CSO et née en France de 1990 à 2015



La population a progressé de 0,84 point par an ces 24 dernières années (Figure 11-1). Avant 1990, il n'est pas possible de donner de statistiques car la proportion chevaux dont le pays de naissance est inconnu parmi les chevaux de CSO n'est pas négligeable. La population de chevaux sortis en CSO née en France la plus récente (naissances 2015) est aujourd'hui constituée de 57% de Selle Français, 13% d'origine constatée ou cheval de selle, 10% de poneys, 7% de chevaux de courses (dont 1/2 de Pur-Sang).

12. Etalons et poulinières en activité

12.1 Les étalons en activité pour produire en CSO

Les étalons en activité sont ceux ayant sailli l'année de l'indexation et ayant un $CD \geq 0.40$. La distribution des BSO et de CD de ces étalons donne l'éventail possible pour produire en CSO (Figure 12-1 et Figure 12-2).

Figure 12-1: Distribution des BSO des étalons en activité, ayant sailli en 2019 et avec un $CD \geq 0.40$

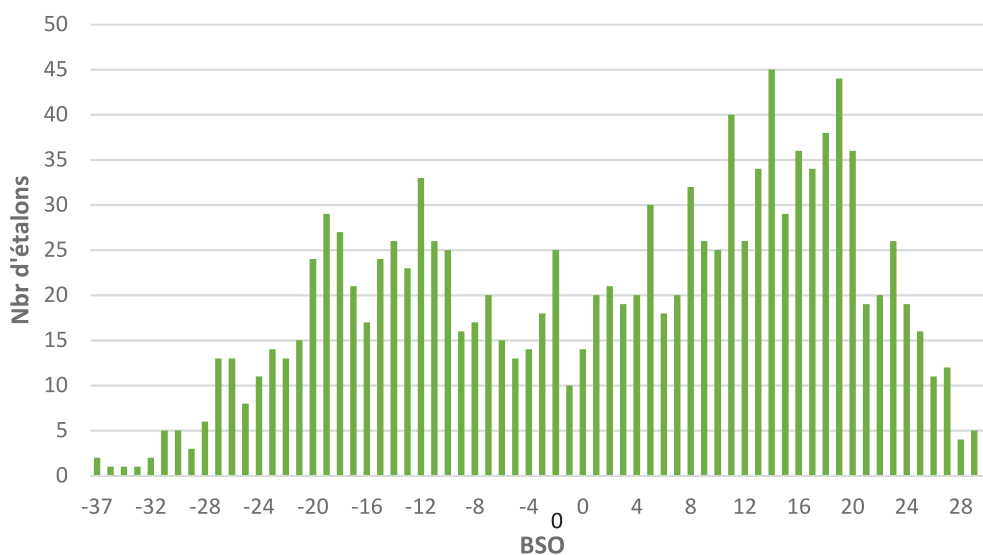
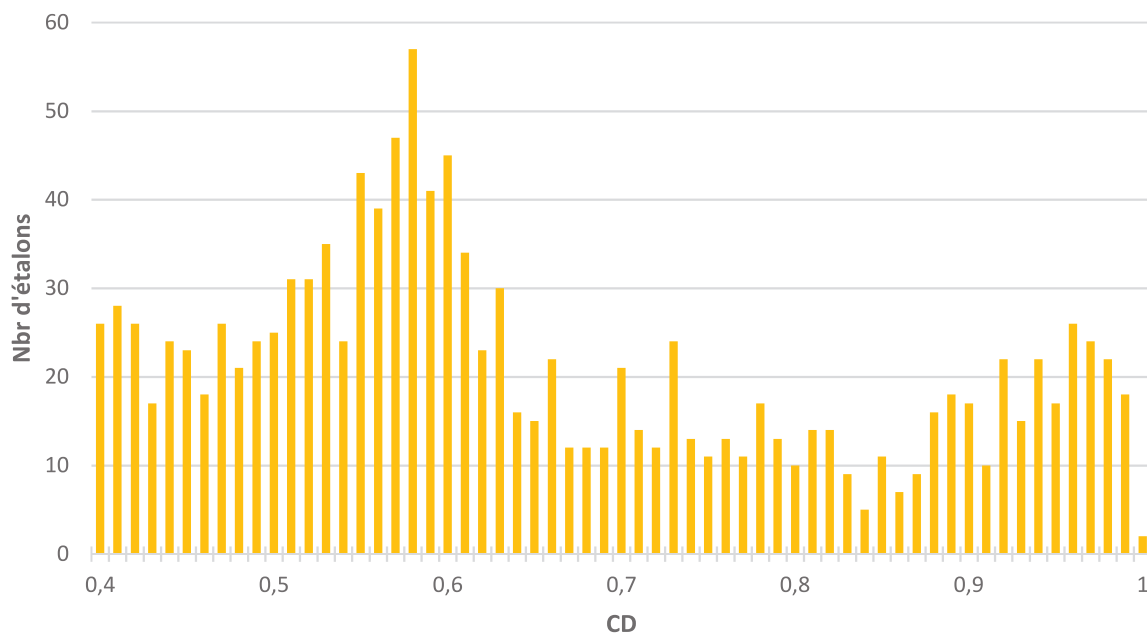


Figure 12-2: Distribution des coefficients de détermination (CD) des étalons en activité, ayant sailli en 2019 et avec un $CD \geq 0.40$

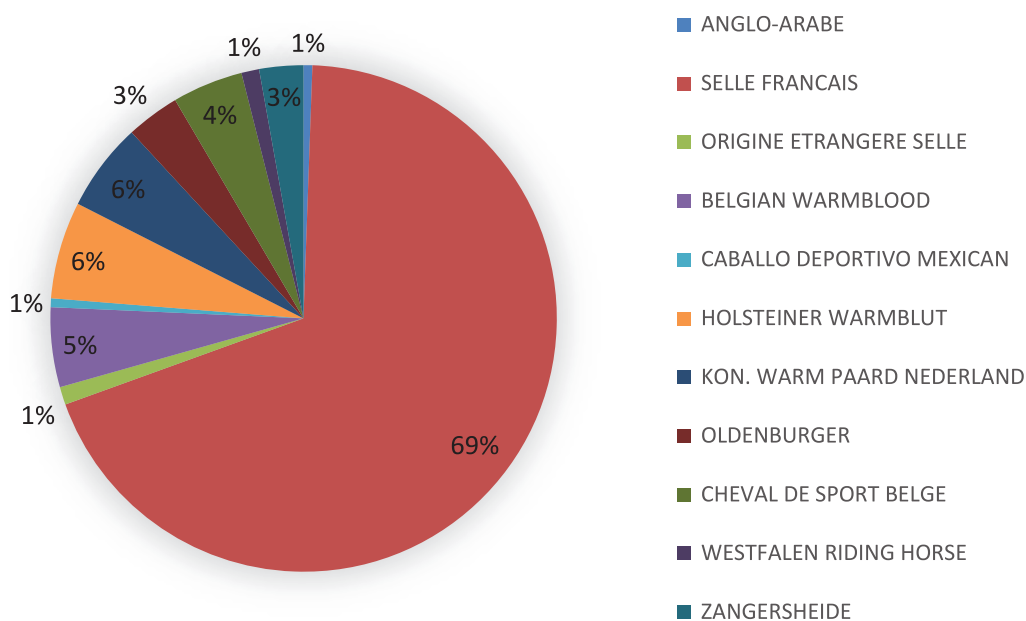


On compte 748 étalons dont les BSO sont supérieurs à 0 (Tableau 12-1). La population en compétition compte environ 50 000 chevaux avec une durée de vie moyenne en compétition de 5 ans, il faut donc produire chaque année de l'ordre de 10 000 chevaux. Pour produire 10 000 chevaux, pas plus de 200 étalons sont nécessaires. Il est donc possible de n'utiliser que les étalons dont les BSO sont ≥ 20 (141 étalons). Les 141 étalons en activité avec un $BSO \geq 20$ (Figure 12-3) sont à 87% des SF, puis 8% d'Holstein, 6% de BWP, 7% de KWPN, 6% de SBS et 1% de Westfaslien.

Tableau 12-1: Distribution des BSO des étalons en activité avec $BSO \geq 0$ ($CD \geq 0.40$)

Valeur du BSO	Nombre d'étalons
Entre 0 et 5	124
Entre 6 et 10	121
Entre 11 et 15	174
Entre 16 et 20	188
Entre 21 et 25	100
Entre 26 et 30	36
Supérieure à 30	5
Total	748

Figure 12-3: Composition raciale des étalons en activité avec $BSO \geq 20$ ($CD \geq 0.40$)



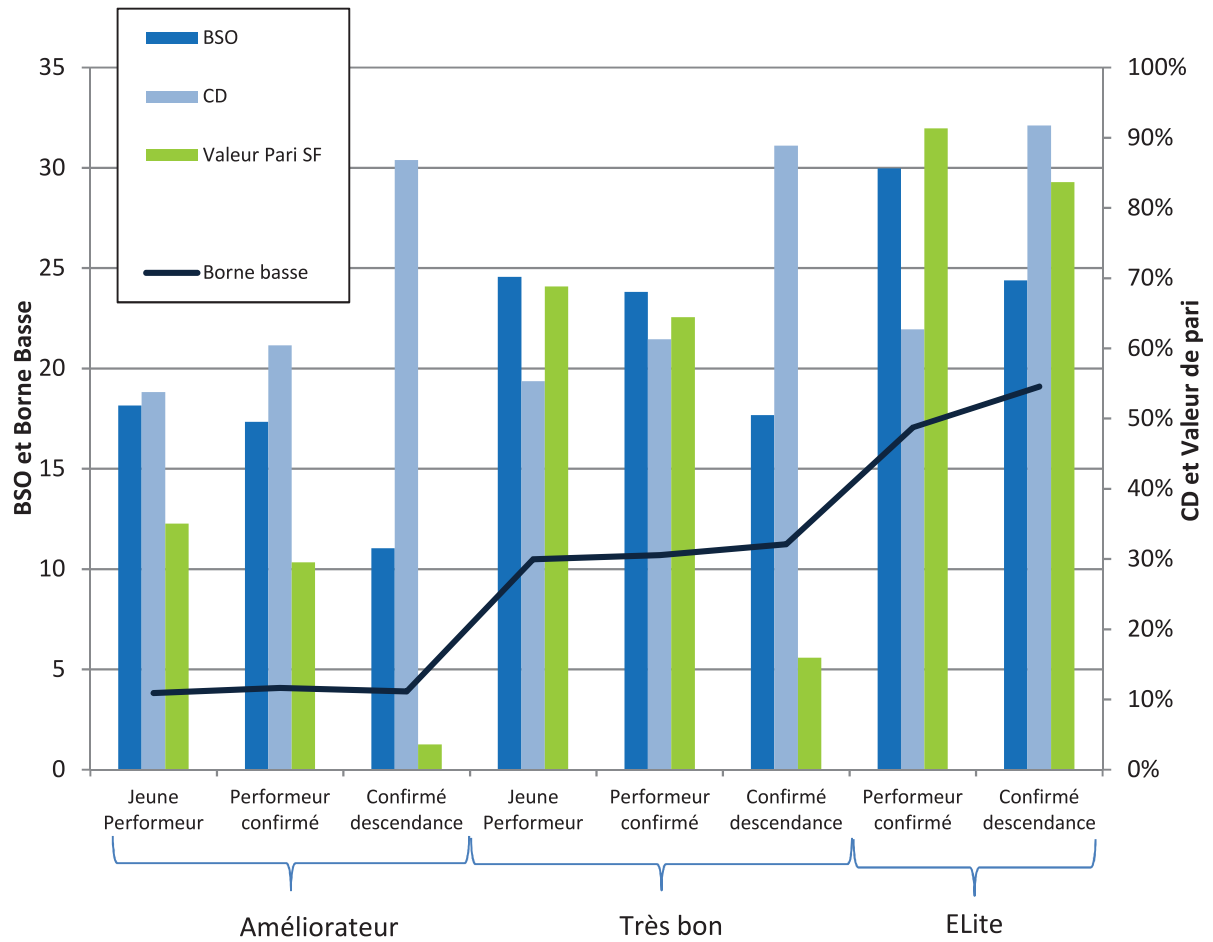
12.2 Classification génétique des étalons en activité

La classification génétique des étalons a été expliquée au paragraphe 2.6.2. Parmi les 1 289 étalons en activité pour la production de chevaux de CSO (ayant sailli en 2019 et avec un $CD \geq 0.40$), 49 sont de classe « Elite », 168 « Très Bon » et 267 « Améliorateur » (Tableau 12-2). Pour illustrer le choix offert par ces reproducteurs, nous avons regroupé d'autre part les étalons traditionnellement en distinguant les jeunes performeurs (étalons âgés de 4 à 6 ans en 2019 avec performances propres), les performeurs confirmés (étalons âgés de plus de 6 ans avec des performances propres et moins de 10 produits), et les confirmés sur descendance (étalons avec plus de 10 produits). La figure 12-4 représente la moyenne des BSO, la moyenne des CD et la moyenne des valeurs de pari des étalons selon leur classification génétique et leur classification traditionnelle. La borne basse augmente en fonction de la classification conformément à la définition de celle-ci. Intra classe, le BSO diminue du Jeune Performeur au Confirmé Descendance et inversement le CD augmente illustrant le rôle compensateur entre ces deux mesures prodiguées par la classification génétique. Les valeurs de Pari SF sont faibles pour les Confirmés Descendance des classes Améliorateur et Très Bon. En conclusion, il semble raisonnable d'utiliser les étalons Elite (BSO minimum proche de 25, Valeur de Pari SF supérieure à 70%) ou Très Bon Jeune Performeur et Performeur Confirmé (BSO supérieur à 20, Valeur de Pari supérieure à 60%) à l'exclusion des autres.

Tableau 12-2 : Nombre d'étalons en activité ($CD \geq 0.40$ ayant sailli en 2018) selon leur classification génétique.

Classification Génétique	Autre	Jeune Performeur	Performeur Confirmé	Confirmé Descendance	Total
Elite	0	0	7	41	49
Très Bon	0	21	55	92	168
Améliorateur	16	44	85	122	267
Acceptable	17	30	66	78	191
Médiocre	7	16	48	47	118
Déconseillé	63	26	279	128	496
Total	103	138	540	508	1 289

Figure 12-4: Moyenne des BSO, CD, Bornes basses et Valeur de Pari SF pour les étalons en activité ($CD \geq 0.40$, ayant sailli en 2018) Elite, Très Bon, Améliorateur.



12.3 Les poulinières en activité pour produire en CSO

Les poulinières identifiées en activité sont celles ayant été saillies l'année de l'indexation et ayant un $CD \geq 0.30$. Elles sont 11 928, un effectif donc insuffisant pour fournir la production de 10 000 chevaux de CSO par an. Il faudra donc avoir recours à des juments moins connues. Les distributions des BSO et des CD de ces poulinières donnent l'éventail possible pour produire en CSO (Figure 12-5, Figure 12-6). Les poulinières sont à 69% des SF (Figure 12-7), mais les autres races sont d'abord des AA (5%) et des poneys (PFS 5%, CO 3%) avant d'être de race étrangère (la plus nombreuse, le BWP 2%).

Figure 12-5 : Distribution des BSO des poulinières en activité

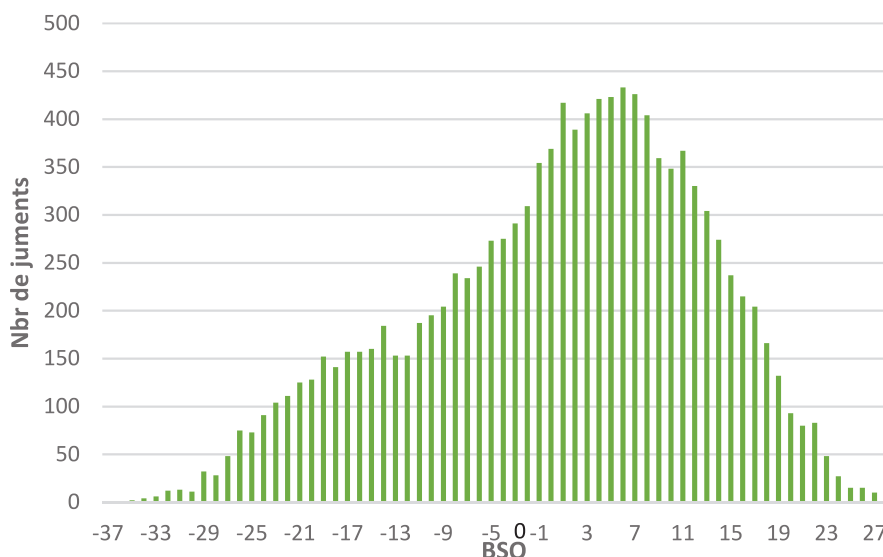


Figure 12-6: Distribution des coefficients de détermination (CD) des poulinières en activité

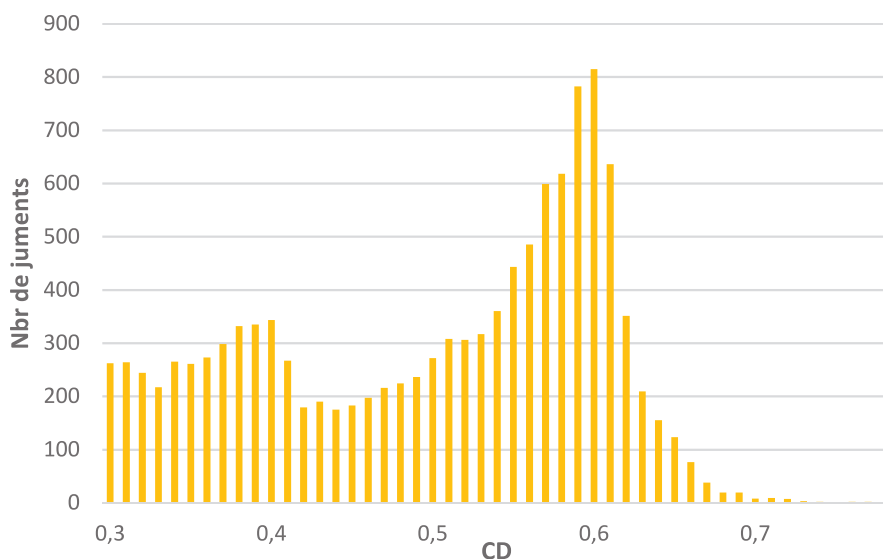
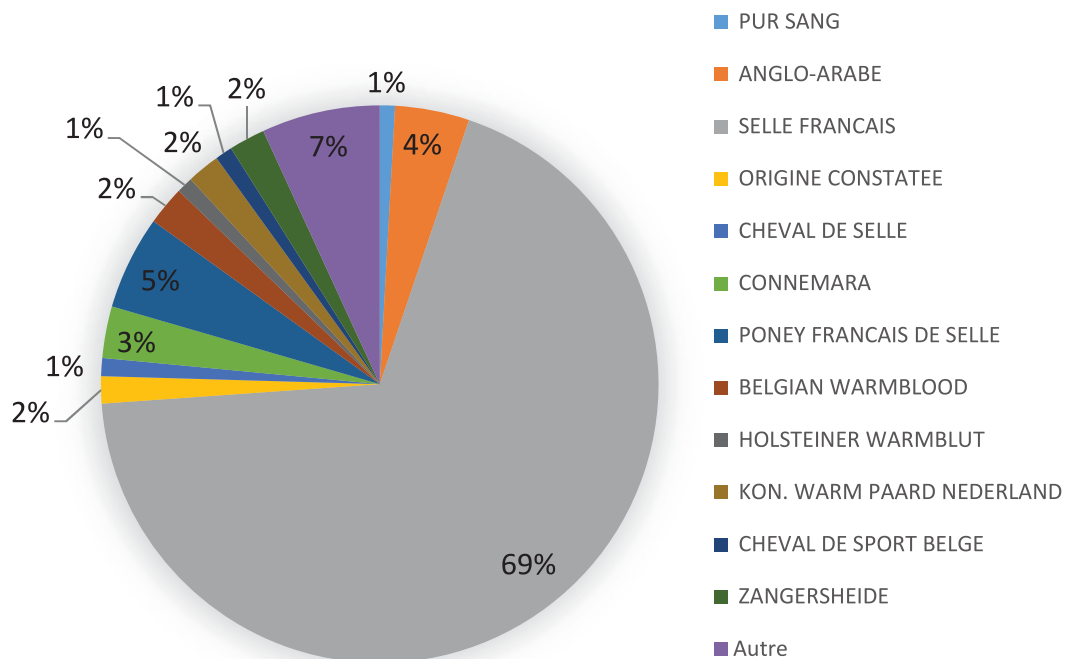


Figure 12-7: Composition raciale des poulinières en activité



Le Tableau 12-3 donne des repères pratiques pour situer une poulinière parmi l'ensemble des poulinières en activité.

Tableau 12-3 : Repères dans la population des poulinières CSO

Pour être dans les ..% meilleures	Il faut un BSO >= à :
1%	22
5%	18
10%	15
25%	9
50%	2
75%	-7
90%	-17
95%	-21
99%	-27

13. Le BSO : un prédicteur de la performance en CSO

L'indice génétique sert à sélectionner une population en vue d'un objectif de production précis. Il n'a pas pour vocation de prédire la performance future d'un produit à la naissance. Notamment parce que les variations de cette performance ne s'expliquent que pour 27% (héritabilité) par des différences de valeurs génétiques. Cependant, malgré ces réserves, l'expérience montre qu'il est efficace dans cette prédiction. Cela peut s'illustrer en confrontant le BSO obtenu avant d'avoir des performances (donc à partir de la seule information généalogique), avec l'ISO obtenu à maturité sur les terrains de concours. La Figure 13-1 donne l'indice de performance (ISO) obtenu en 2019 à 8 ans par les chevaux nés en 2011 en fonction de leur BSO calculé en 2013 à l'âge de 3 ans par leurs seuls apparentés. L'ISO à 8 ans croît en moyenne régulièrement avec le BSO à 3 ans de presque 1 point (0.87) par point de BSO.

Figure 13-1: Moyenne des ISO à 8 ans en fonction du BSO à 3 ans

