

ANNÉE 2005

ÉTUDE DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES DES QUALITÉS DE TRAVAIL DU BORDER COLLIE, CHIEN DE TROUPEAU

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement
Devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRETEIL

le

.....

par

Jérôme, Marc Paul ISNARD

Né le 23 décembre 1980 à Cavaillon (Vaucluse)

JURY

Président : M.

Professeur à la Faculté de Médecine de Créteil

Membres

Directeur : M. Jean-François COURREAU

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Assesseur : M. Bertrand DEPUTTE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Invité : M. Bertrand LANGLOIS

Directeur de recherches à l'Institut National de Recherche Agronomique

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur

Professeur de la faculté de médecine de Créteil

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,
Hommage respectueux.*

À notre Jury de Thèse,

Monsieur le Professeur Jean-François COURREAU

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

*Pour nous avoir accueilli en Alforie, guidé pas après pas sur les chemins de la génétique quantitative et proposé le sujet de cette étude,
Pour nous avoir accompagné tout au long de ce travail, avec patience, abnégation et sollicitude, malgré les embûches et jusqu'au dénouement de cette histoire.
Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude et de notre respect le plus profond.*

Monsieur le Professeur Bertrand DEPUTTE

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

*Pour avoir aimablement accepté de participer à ce jury de thèse et nous avoir prodigué ses conseils éclairés,
Qu'il en soit sincèrement remercié.*

Monsieur Bertrand LANGLOIS

Directeur de recherches à l'Institut National de Recherche Agronomique

*Pour son accueil dans l'équipe de génétique équine, l'intérêt porté à nos travaux et ses conseils marqués par une grande expérience,
Qu'il en soit sincèrement remercié.*

Dans un contexte un peu moins formel, nous tenions également à remercier :

M. Dominique CORNUET, M. Philippe HEINTZ, M^{elle} Sandrine CHARTIER et l'AFBC, pour leur engagement dans cette étude, la disponibilité et les efforts consentis pour qu'elle soit menée à bien.

M^{me} Christine BLOUIN et la Station de Génétique Quantitative Appliquée de l'INRA de Jouy-en-Josas (78) pour leur accueil et leur disponibilité, ainsi que la précieuse assistance qu'ils ont su nous apporter.

M. LOYAU et la SCC, pour nous avoir permis de disposer des fichiers généalogiques et d'identification nécessaires à notre étude, et pour l'amabilité de leur accueil.

Dans un contexte ayant perdu ses dernières onces de formalisme, nous – pronom personnel de la première personne du pluriel faisant référence à moi, moi-même et mon ego presque aussi démesuré que celui de certaines personnes citées ci-dessous – avons la ferme intention de ne pas épargner :

Thabanne alias Nicolas Grevet, pour avoir ouvert sa porte un matin où j'ouvrais la mienne – c'est si rare. Nous habitons sur la même cursive et vivons depuis dans le même monde... Que les Muses te donnent la force de lire ce recueil mieux que je n'ai su lire le tien – il faut préciser, à ma décharge, que 210 pages sur la toxicité des trichotécènes...

L'équipe du Souffre-Jour, pour tout ce qui a pu être dit, écrit et fait, tant de choses et pourtant si peu en regard de ce qui est à venir. Amitiés particulières pour Maud, Nadège et, évidemment, Pierre Coppet alias le Mérou Masqué.

Aurélie, Arnaud, Boetsch, Coralie, Dave, Jésus, Luc, Pierre, Plouf et Zaza, pour être parmi les seuls à savoir que Jérôme Isnard n'est pas qu'un nom sur une feuille d'appel toulousaine.

L'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, pour m'avoir conduit de poulot à docteur au cœur d'une ville rose aux lourds parfums d'histoire – et de foie gras, de magret, de cassoulet, de...

Grégory Casseleux et Sandra Brau, vétérinaires, pour leur amitié, leur gentillesse et leur franchise, à la vie comme à la scène.

L'Unité de Médecine de l'Elevage et du Sport d'Alfort et le docteur Philippe Pierson, pour avoir su me prouver que notre profession pouvait porter un regard ouvert sur la filière canine et les relations entre ses différents acteurs.

M^{me} Joëlle Jeanjean et M. Daniel Pansieri, pour m'avoir fait passer, à Marseille, la plus enrichissante des années scolaires – et extra-scolaires !

Le docteur Fernand Jean, vétérinaire en instance de retraite, pour son soutien, sa patience, son aide et ses "bons tuyaux"... et aussi pour le reste.

Ma grand-mère Paulette, pour m'avoir fait connaître la paisible époque de sa présence.

Mes tantes Maguy et Yvonne, mon oncle Maurice, ma tante Marianne et mes cousins, pour leur affection et leur gentillesse.

La famille Quilès et tous ceux qui vont avec – ils sont si nombreux ! –, ceux qui sont là et ceux qui auraient du y être. Un arbre, quel qu'il soit, comporte toujours plusieurs racines. Parfois, l'une d'entre elle se meurt, mais tant que d'autres sont saines l'arbre perdure et le tronc peut continuer à produire branches et fruits.

Mes parents, mes sœurs Virginie et Alexia, mon frère Geoffrey, pour y avoir cru et pour avoir su avant moi que je l'aurais, grâce à vous et vos bons soins. Merci de votre amour et de votre confiance, et aussi de votre patience pour supporter parfois "le même avec 20 ans de moins".

Enfin, je tenais à dédier cette thèse :

*À Stéphanie Sesquière, Isnard, Fleur-de-Sel ou des Odevents, celle dont le nom m'importe peu tant le reste m'est précieux. Merci d'avoir quitté ton arbre pour rejoindre le mien, y amenant ce pollen facétieux qui scintille jusque dans ton regard. Je serai, ma Belle, ton éternel capricorne ; car si la Rêverie s'empare de moi chaque fois que renaît le soleil, Son rire sardonique s'y est effacé pour laisser place à celui d'une lutine sans âge...
Tu as su croire en "nous" jusqu'à le rendre vrai...*

TABLE DES MATIÈRES

<u>TABLE DES MATIÈRES</u>	1
<u>TABLE DES ILLUSTRATIONS</u>	4
<u>TABLE DES ANNEXES</u>	7
<u>TABLE DES ABRÉVIATIONS</u>	8
 <u>INTRODUCTION</u>	 9
 <u>PREMIÈRE PARTIE – ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	 13
 I - ÉTUDE CYNOLOGIQUE - LE BORDER COLLIE ET SES CONCOURS	 15
<u>I.A – LE BORDER COLLIE</u>	
I.A.1 – Historique	
I.A.1.a – Genèse de la race	
I.A.1.b – Evolution – Encadrement par les associations de travail sur troupeau	16
I.A.2 – Situation actuelle.....	17
I.A.2.a – Descriptif de la race	
I.A.2.a.1 - Standard officiel FCI	
I.A.2.a.2 – Comportement au travail.....	19
I.A.2.b – Expansion de la race.....	21
I.A.2.b.1 – En France	
I.A.2.b.2 – Dans le monde	
<u>I.B – LE CONCOURS DE CHIENS DE TROUPEAU</u>	24
I.B.1 – Les différents concours français	
I.B.2 – Le concours Border Collie sur ovins	
I.B.2.a – Organisation	
I.B.2.b – Déroulement du parcours.....	25
I.B.2.b.1 – Recherche	
I.B.2.b.2 – Prise de possession	
I.B.2.b.3 – Conduite vers le maître	
I.B.2.b.4 – Conduite en triangle	
I.B.2.b.5 – Contention.....	27
I.B.2.b.6 – Mise en enclos	
I.B.2.c – Jugement	
 II - ÉTUDE GÉNÉTIQUE – LA GÉNÉTIQUE DU COMPORTEMENT	 29
<u>II.A – GÉNÉTIQUE ET COMPORTEMENT</u>	
<u>II.B – TRAVAUX RECENSÉS SUR L'HERÉDITÉ DES QUALITÉS DE TRAVAIL EN ESPÈCE CANINE</u>	
II.B.1 – Connaissances en génétique du comportement.....	31
II.B.1.a – Mise en évidence de l'hérédité des traits comportementaux	
II.B.1.b – Variations intraspécifiques et correspondances avec les qualités de travail des races canines.....	32
II.B.1.c – Hérédité des qualités de travail au sein d'une même race.....	33
II.B.1.c.1 – Etudes sur les qualités de défense	
II.B.1.c.2 – Etudes sur les qualités des chiens guides d'aveugles.....	35
II.B.1.c.3 – Etudes sur les qualités de chasse.....	37
II.B.1.c.4 – Etudes sur les qualités de course.....	40
II.B.2 – Cas particulier : études sur les qualités bergères	

II.C – MÉTHODES D'AMÉLIORATION UTILISÉES EN RACE BORDER COLLIE	41
II.C.1 – Définition des traits comportementaux recherchés par les utilisateurs	
II.C.2 – Méthodes d'amélioration utilisées actuellement	42
SECONDE PARTIE – ÉTUDE PERSONNELLE	45
I – MATÉRIEL	47
I.A – DONNÉES DISPONIBLES SUR LES INDIVIDUS, LES CONCOURS ET LES PERFORMANCES	
I.A.1 – Constitution des fichiers de données	
I.A.1.a – Origines des données	
I.A.1.a.1 – Feuilles de pointage	
I.A.1.a.2 – Base de données généalogiques	
I.A.1.a.3 – Annuaire Border Collie	
I.A.1.b – Codification des variables des fichiers de données	51
I.A.1.c – Vérification des données saisies	
I.A.2 – Descriptif des données saisies	53
I.A.2.a – Descriptif des données relatives à l'individu	
I.A.2.b – Descriptif des données relatives aux concours	56
I.A.2.c – Descriptif des données relatives aux performances	60
I.B – JUSTIFICATION DU CHOIX DES DONNÉES TRAITÉES	70
I.B.1 – Intérêt de l'étude des notes d'épreuves	
I.B.1.a – Fautes et responsabilités objectivables à chaque épreuve	
I.B.1.b – Profils des résultats	72
I.B.1.c – Cas des notes nulles	73
I.B.2 – Intérêt de l'étude des notes totales	75
I.B.2.a – Appréciation globale des performances	
I.B.2.b – Pondération des notes par les fautes annexes	77
I.B.2.c – Cas des notes totales résultant de l'addition de notes comportant des notes nulles non pertinentes	
I.C – CONCLUSION	78
II – MÉTHODES	79
II.A – NORMALISATION DES DISTRIBUTIONS	
II.A.1 – Elévation à la puissance	
II.A.2 – Transformation du rang de classement en déviation standard normalisée	80
II.B – MODÉLISATION DE LA PERFORMANCE	82
II.B.1 – Présentation du modèle théorique de décomposition de la performance	
II.B.2 – Choix des effets de milieu à retenir pour le modèle d'étude	
II.B.2.a – Pour les variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée	
II.B.2.a.1 – Effets à composante génétique	85
II.B.2.a.1.a – Effet <i>sexe</i>	
II.B.2.a.1.b – Effet <i>âge</i>	
II.B.2.a.2 – Effets environnementaux	86
II.B.2.a.2.a – Effet <i>élevage pré-sevrage</i>	
II.B.2.a.2.b – Effet <i>élevage post-sevrage</i>	
II.B.2.a.2.c – Effet <i>conducteur</i>	
II.B.2.a.3 – Modèles retenus	87

II.B.2.b – Pour les variables normalisées par la méthode d'élévation à la puissance.....	89
II.B.2.b.1 – Effets environnementaux liés au concours	
II.B.2.b.1.a – Effet <i>niveau</i>	
II.B.2.b.1.b – Effet <i>juge</i>	
II.B.2.b.1.c – Effet <i>lieu</i>	
II.B.2.b.1.d – Effet <i>mois</i>	90
II.B.2.b.1.e – Effet <i>année</i>	
II.B.2.b.1.f – Effet <i>concours</i>	
II.B.2.b.2 – Modèle retenu	
<u>II.C – MÉTHODE D'ESTIMATION DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES ET DES EFFETS</u>	92
II.C.1 – Estimation des paramètres génétiques	
II.C.2 – Estimation des effets et indices.....	93
II.C.3 – Estimation des coefficients de détermination et de la significativité des effets	
III – RÉSULTATS	95
<u>III.A – ESTIMATION DES PARAMETRES GENETIQUES</u>	
III.A.1 – Notes aux épreuves	
III.A.2 – Notes totales	
III.A.3 – Remarques sur les différences entre les estimations avant et après suppression des notes nulles non pertinentes.....	97
<u>III.B – ESTIMATION DES EFFETS</u>	
III.B.1 – Indices génétiques et coefficients de détermination	
III.B.2 – Les effets des facteurs du milieu.....	98
III.B.2.a – Effet <i>sexe</i>	
III.B.2.b – Effet <i>âge</i>	
III.B.2.c – Effet <i>âge-niveau</i>	
IV – DISCUSSION	105
<i>Qualité de l'organisation des concours et de l'évaluation des performances.</i>	
<i>Adéquation de la population étudiée avec les besoins classiques d'une estimation des paramètres génétiques</i>	107
<i>Comparaison des techniques utilisées pour la normalisation des distributions de variables</i>	108
<i>Comparaison des modèles de décomposition utilisés</i>	109
<i>Comparaison des valeurs d'héritabilités estimées avec les résultats d'autres études</i>	110
<i>Informations déductibles des valeurs des effets de milieu</i>	111
<i>Possibilité d'utilisation des indices génétiques pour sélectionner les Border Collies</i>	112
<u>CONCLUSION</u>	115
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	119
<u>ANNEXES</u>	125

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 – Standard du Border Collie (source FCI).....	18
Figure 2 – Comparaison entre la posture (a) du Border Collie et celle (b) d'un chien d'arrêt (Nott, 1997).....	20
Figure 3 – Comparaison des postures lors de l'approche et de la manipulation du troupeau par différentes races de chiens de berger et des Border Collies immatures et matures (d'après McConnell et Baylis, 1985).....	22
Figure 4 – Un parcours anglais (d'après Jones, 1987).....	26
Figure 5 – Comparaison de la proportion de Labradors présentés en consultation pour problème médical (en blanc) ou d'agression (en noir) à l'hôpital de l'Université Cornell (Houpt et Willis, 2001).....	30
Figure 6 – Exemple de profil comportemental racial (d'après Hart et Miller 1985).....	34
Figure 7 – Illustration des principes de sélection génétique pour des caractères à déterminisme polygénique (d'après Willis, 1989).....	39
Figure 8 – Feuille de pointage, modèle des années 1990.....	48
Figure 9 – Feuille de pointage, premier modèle des années 2000.....	49
Figure 10 – Feuille de pointage, second modèle des années 2000.....	50
Figure 11 – Distribution des notes obtenues en Recherche selon le niveau.....	62
Figure 12 – Distribution des notes obtenues en Possession selon le niveau.....	63
Figure 13 – Distribution des notes obtenues en Conduite selon le niveau.....	64
Figure 14 – Distribution des notes obtenues en Triangle selon le niveau.....	65
Figure 15 – Distribution des notes obtenues en Contention selon le niveau.....	66
Figure 16 – Distribution des notes obtenues en Enclos selon le niveau.....	67
Figure 17 – Distribution des notes obtenues en note Totale selon le niveau (TOT2).....	68
Figure 18 – Modèle théorique de décomposition de la performance de travail du Border Collie sur troupeau selon les facteurs y participant.....	83
Figure 19 – Modèle 1 de décomposition de la performance retenu pour l'analyse des variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée.....	88
Figure 20 – Modèle 2 de décomposition de la performance retenu pour l'analyse des variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée.....	88
Figure 21 – Modèle 3 de décomposition de la performance retenu pour l'analyse de la variable normalisée par élévation à la puissance.....	91
Figure 22 – Distribution des indices (concurrents) (modèle 2).....	101
Figure 23 – Distribution des indices (non concurrents) (modèle 2).....	101
Figure 24 – Distribution des coefficients de détermination (concurrents) (modèle 2).....	102
Figure 25 – Distribution des coefficients de détermination (non concurrents)(modèle 2)....	102
Figure 26 – Effets des classes d'âge (modèle 2).....	103
Figure 27 – Effet des classes d'âge-niveau (modèle 1).....	104

TABLEAUX

Tableau 1 – Naissances annuelles de chiots Border Collies (source AFBC).....	22
Tableau 2 – Inscriptions annuelles de naissances au LOF (source AFBC).....	23
Tableau 3 – Différences entre les parcours de niveaux distincts.....	23
Tableau 4 – Tableau récapitulatif des épreuves du parcours anglais, barème.....	23
Tableau 5 – Eléments du comportement prédateur observés dans différentes races de chien (d'après Fox 1978, cité par Nott, 1997).....	30
Tableau 6 – Caractères requis pour l'utilisation d'un chien dans différentes activités (d'après Humphrey et Warner, 1934, cités par Willis, 1989).....	34
Tableau 7 – Classement des races canines selon les critères <i>obéissance</i> et <i>intelligence au travail</i> (d'après Coren, 1994, cité par Houpt et Willis, 2001).....	34
Tableau 8 – Héritabilité de quelques caractères comportementaux chez le Berger allemand (Houpt et Willis, 2001, d'après Reuterwall et Ryman, 1973).....	36
Tableau 9 – Héritabilité des résultats aux épreuves du brevet de chien de défense en Ring français chez le Berger belge (Courreau, 2004).....	36
Tableau 10 – Estimation d'héritabilités pour divers caractères comportementaux chez les chiens guides d'aveugles (d'après Goddard et Beilharz, 1982, in Willis, 1989).....	36
Tableau 11 – Valeurs d'héritabilités retenues pour le calcul des indices génétiques dans le programme d'élevage de la fondation "The seeing eye" ("The seeing eye", 1988, in Courreau, 2004).....	38
Tableau 12 – Héritabilités des qualités de travail chez le Drahthaar (Geiger, 1972, in Houpt et Willis, 2001).....	38
Tableau 13 – Héritabilités des qualités de travail chez le Setter Anglais (d'après Vangen et Klemetsdal, 1988).....	38
Tableau 14 – Héritabilités des qualités de travail chez le Spitz Finnois (d'après Vangen et Klemetsdal, 1988).....	38
Tableau 15 – Héritabilités des qualités de travail de 5 races de chiens d'arrêt (d'après Schmutz et Schmutz, 1998).....	39
Tableau 16 – Variables contenues dans les fichiers de travail.....	52
Tableau 17 – Principales fautes réalisées lors du remplissage des feuilles de pointage.....	52
Tableau 18 – Distribution des chiens concurrents selon les classes de sexe.....	54
Tableau 19 – Distribution des participations selon la date de naissance du concurrent, réduite à l'année.....	54
Tableau 20 – Distribution des participations selon l'âge du concurrent arrondi au ½ an supérieur.....	55
Tableau 21 – Description de la population des parents de conducteurs.....	55
Tableau 22 – Nombre de concurrents menés par un même conducteur, et nombre et pourcentage de conducteurs ayant mené ce nombre de concurrents.....	55
Tableau 23 – Distribution des concours / <i>participations</i> / <i>concurrents</i> / nombre moyen de participations par concours selon leur année d'organisation et leur niveau.....	57
Tableau 24 – Nombre moyen de participations d'un individu aux différentes classes de niveaux de concours.....	57
Tableau 25 – Nombre de participants par concours, et nombre et pourcentage de concours ayant atteint ce nombre de participants.....	57
Tableau 26 – Nombre et pourcentage de participations par lieu.....	58
Tableau 27 – Distribution des concours / participations en fonction des mois de l'année.....	61
Tableau 28 – Liste des juges, nombre et pourcentage de performances et de concours jugés par chacun d'eux.....	61
Tableau 29 – Dénomination des épreuves, barème et codification associés.....	61
Tableau 30 – Distribution des notes obtenues en Recherche selon le niveau.....	62

Tableau 31 – Distribution des notes obtenues en Possession selon le niveau.....	63
Tableau 32 – Distribution des notes obtenues en Conduite selon le niveau.....	64
Tableau 33 – Distribution des notes obtenues en Triangle selon le niveau.....	65
Tableau 34 – Distribution des notes obtenues en Contention selon le niveau.....	66
Tableau 35 – Distribution des notes obtenues en Enclos selon le niveau.....	67
Tableau 36 – Distribution des notes obtenues en note Totale selon le niveau (TOT2).....	69
Tableau 37 – Caractéristiques comparées du fichier complet et de l'échantillon 1.....	71
Tableau 38 – Inventaire des fautes répertoriées par les juges, leur fréquence et la responsabilité relative du concurrent et de son accompagnateur dans l'échantillon 1.....	71
Tableau 39 – Comptabilisation des notes nulles par épreuve et par origine d'attribution sur l'échantillon 1.....	74
Tableau 40 – Décompte des participations contenant une suite de notes nulles.....	76
Tableau 41 – Nombre de notes nulles ayant entraîné une éviction et une non participation aux épreuves en aval, par épreuve et par niveau.....	76
Tableau 42 – Valeur de différents paramètres pris en compte dans la recherche d'une élévation à la puissance rendant la distribution de TOT2 normale.....	81
Tableau 43 – Dénomination des nouvelles variables normalisées et correspondances avec les variables d'origine.....	81
Tableau 44 – Valeurs de F et de α obtenus lors du test des effets des facteurs par la procédure GLM de SAS (méthode de calcul de type III SS), pour les variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée.....	84
Tableau 45 – Valeurs de F et de α obtenus lors du test des effets des facteurs par la procédure GLM de SAS (méthode de calcul de type III SS), pour la variable normalisée par élévation à la puissance.....	84
Tableau 46 – Codification, description et effectif de chacune des classes du nouveau facteur <i>âge-niveau</i> (AGENIV).....	84
Tableau 47 – Valeurs de l'héritabilité, de l'effet d'environnement permanent et de la répétabilité estimées pour chacune des épreuves.....	96
Tableau 48 – Caractéristiques des indices génétiques (modèle 1).....	100
Tableau 49 – Caractéristiques des coefficients de détermination des indices génétiques (modèle 1).....	100
Tableau 50 – Caractéristiques des indices génétiques (modèle 2).....	100
Tableau 51 – Caractéristiques des coefficients de détermination des indices génétiques (modèle 2).....	100
Tableau 52 – Effet des classes de sexe.....	103
Tableau 53 – Effet des classes d'âge (modèle 2).....	103
Tableau 54 – Effet des classes d'âge-niveau (modèle 1).....	104

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1a – Distribution des indices (concurrents) (modèle 1).....	127
Annexe 1b – Distribution des indices (non concurrents) (modèle 1).....	127
Annexe 2a – Distribution des coefficients de détermination (concurrents) (modèle 1).....	128
Annexe 2b– Distribution des coefficients de détermination (non concurrents) (modèle 1)...	128
Annexe 3 – Présentation des 100 meilleurs indices génétiques et coefficients de détermination calculés pour la note VALTOT2 sans les notes nulles jugées non pertinentes, selon le modèle 1 et le modèle 2.....	129

TABLE DES ABRÉVIATIONS

ANNAIS : code pour l'année de naissance d'un animal
ACCOMP : variable *conducteur*
AFBC : Association Française du Border Collie
BLUP : Best Linear Unbiased Predictor
CD : Coefficient de Détermination
CN : chien
Cond : note de Conduite
Cont : note de Contention
CSE : Commission de Sélection et d'Elevage
DATCONC : date d'organisation d'un concours
DATNAIS : date de naissance d'un animal
Encl : note de mise en Enclos
ET : écart-type
F : femelle
FCI : Fédération Cynologique Internationale
GLM : General Linear Model
H² : héritabilité
ISDS : International Sheep Dog Society
LOF : Livre des Origines Français
LOFP : numéro de LOF d'un père
LOFM : numéro de LOF d'une mère
M : mâle
Nb : nombre
NCN : numéro d'ordre du chien
NCONC : numéro d'ordre d'un concours
PEST : multivariate Prediction and ESTimation
Poss : note de Possession
Rech : note de Recherche
REML : REstricted Maximum Likelihood
SAS : Statistical Analysis System
SCC : Société Centrale Canine
TAN : Test d'Aptitudes Naturelles
Tot1 : note totale 1
Tot2 : note totale 2
Tot215 : note totale 2 élevée à la puissance 1,5
Tot217 : note totale 2 élevée à la puissance 1,7
Tot220 : note totale 2 élevée à la puissance 2
Tria : note de conduite en Triangle
Valcond : note de Conduite normalisée par déviation standard
Valcont : note de Contention normalisée par déviation standard
Valencl : note d'Enclos normalisée par déviation standard
Valposs : note de Possession normalisée par déviation standard
Valrech : note de Recherche normalisée par déviation standard
Valtot1 : note totale 1 normalisée par déviation standard
Valtot2 : note totale 2 normalisée par déviation standard
Valtria : note de Triangle normalisée par déviation standard
VCE : Variance Component Estimator

INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, les hommes ont éprouvé le besoin de dominer leur environnement. Les chiens actuels, reconnus comme parfaitement domestiqués près de 10.000 ans avant notre ère, sont issus d'une sélection artificielle effectuée à partir de loups (*Canis lupus*), dont ils se seraient "séparés" il y a près de 100.000 ans (Houpt et Willis, 2001). Depuis, ils ont acquis des spécificités comportementales particulières que l'on ne retrouve pas chez les loups.

La domestication est liée à la conjonction de plusieurs facteurs, parmi lesquels on retrouve une adéquation du besoin de l'homme et des aptitudes de l'animal. Le chien est un être aux aptitudes multiples dont l'utilité n'a pas échappé à nos ancêtres. Ceux-ci ont su s'en faire maîtres et ont tenté, avec le succès que l'on sait, de spécialiser leurs canidés domestiques en les *sélectionnant*, en canalisant certains de leurs traits physiques et comportementaux pour créer différentes races.

La *sélection* a été guidée par l'*usage* que l'on voulait retirer du chien. Elle a parfois pris des siècles, et c'est elle qui a conduit à la diversité de races que l'on connaît (Willis, 1989). De chien de trait à chien d'arrêt, de chien de défense à chien guide d'aveugle, il n'est qu'une espèce accompagnant, secondant l'homme depuis des millénaires et ayant plié ses compétences aux exigences de son maître.

Il est des usages qui peuvent paraître évidents, en rapport direct avec le comportement ancestral. C'est par exemple le cas des races de vénerie, lesquelles ont conservé une vie et un mode de chasse sociaux, en meute. Il est également des usages moins évidents, faisant appel à des traits plus éloignés de la nature primitive du chien. Citons ces chiens qui travaillent en solitaire et dont la sélection a su développer à outrance certains traits et en inhiber d'autres, comme c'est le cas des chiens d'arrêt ou des chiens de berger.

Le Border Collie fait partie de ceux-là. Sa sélection est plus en rapport avec le lien privilégié qu'il lui faut entretenir avec l'homme et son métier qu'avec ses origines et ses atavismes lupins. Il est un être d'exception spécialisé, que d'aucuns pensent hors du commun et réservé à l'élite (Serclérat-Pellegrino, 2002). Fruit des exigences de bergers anglo-saxons confrontés à la gestion de troupeaux de fort effectif paissant sur des étendues prairiales à perte de vue, le Border Collie a acquis, depuis sa reconnaissance – l'appellation *Border Collie* est définie en 1915 par l'International Sheep Dog Society, le standard n'est reconnu par le Kennel Club qu'en 1976 (Serclérat-Pellegrino, 2002) –, une réputation qui l'a fait exporter vers tous les grands bassins d'élevage du monde.

L'Association Française du Border Collie, sous la houlette de passionnés, a toujours eu pour objectif de promouvoir l'utilisation, la sélection et le développement des aptitudes de travail du Border Collie (AFBC, 2003). Leur volonté est aujourd'hui de perfectionner encore leur méthode d'évaluation des qualités de travail de leurs chiens. En effet, Marchlewski (1958, cité par Mackenzie *et al.*, 1986) considérait déjà les notes de concours comme une base de travail trop souvent biaisée par des facteurs extérieurs pour permettre la mise en œuvre d'un programme de sélection génétique fiable. Avec les progrès de la génétique quantitative, une indexation génétique peut-elle aujourd'hui être envisagée sur les aptitudes de travail de cette race ? Tel sera le sujet de notre étude.

Dans un premier temps, nous nous proposons de rappeler un certain nombre de données relatives au Border Collie et à ses caractéristiques, ainsi qu'aux organismes et manifestations qui lui sont afférents ; il convient en effet de bien connaître les sujets de notre étude. Nous en profiterons pour faire le point sur les travaux déjà réalisés sur le thème de l'amélioration génétique canine, en appliquant un soin particulier à recenser ceux qui peuvent le mieux être comparés à notre étude.

Dans un second temps, nous présenterons le travail réalisé par nos soins, en précisant la nature de la population et des méthodes statistiques à notre disposition, puis les résultats qui

ont pu en être extraits. À la lumière des travaux de nos prédécesseurs, nous concluons sur la faisabilité d'un programme de sélection basé sur les indices génétiques que nous aurons calculés.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I - ÉTUDE CYNOLOGIQUE - LE BORDER COLLIE ET SES CONCOURS

Le Border Collie est un chien à part, un "chien d'exception [...] qui répond à toutes les exigences pastorales" (Legatte, 1994, p.10). En cela, nous nous devions, en prélude, de présenter cette race dont notre travail va tenter de disséquer les performances.

I.A – LE BORDER COLLIE

On entend dire parfois que les autres races bergères jaloussent ce cousin britannique (ndla : le Border Collie), qu'elles trouvent un peu envahissant. On a même dit, en plaisantant, que le Border déborde !

Jean-Marie Devillard, préface de Legatte (1994)

I.A.1 – Historique

Décrit depuis près de 2 siècles par certains documents, le Border Collie a suivi un long parcours qui l'a conduit des Border Counties, ces prairies vallonnées séparant l'Angleterre de l'Ecosse, aux vastes plaines d'élevage de l'hémisphère sud...

I.A.1.a – Genèse de la race

Le Border Collie a été sélectionné pour répondre aux attentes de l'industrie lainière à la britannique.

Dès le Moyen-Âge, le commerce de la laine connaît un essor considérable, transformant les Border Counties en bassins d'élevage ovin. Ces régions au climat rude se couvrent de moutons, lesquels paissent sur d'immenses étendues fourragères à l'état quasiment sauvage. Rapidement, le besoin d'un chien de conduite se fait ressentir pour assister les bergers dans leur travail, notamment dans les périodes de tonte où d'immenses cheptels sont regroupés dans le même vallon pour passer entre les mains des tondeurs (Piacentino, 1994).

Les chiens de conduite sont à opposer aux chiens de garde, ces deux fonctions étant les principales que l'on recherche chez un chien de berger. De Planhol (1969) relie l'utilisation de l'un ou l'autre de ces types de chiens à la présence de prédateurs. En effet, en terrain clairsemé et sécurisé, comme c'est le cas dans les Border Counties dont le loup n'a pas foulé le sol depuis son éradication au XI^e siècle, on peut entretenir de grands troupeaux avec l'aide de chiens de conduite petits et précis dans leur travail. À l'inverse, en zone peuplée par les loups, comme c'est le cas de la France jusqu'au XIX^e siècle, on privilégie les chiens de défense, moins agiles sur la conduite du troupeau mais permettant de tenir à l'écart, voire de lutter contre les prédateurs (Legatte, 1994).

Les bergers des Border Counties tenaient leurs chiens d'anciennes lignées de chiens de défense gallois, auxquelles sont venus se mêler de petits chiens de conduite, qu'il s'agisse de cette race développée au XV^e siècle par les Gallois pour guider leurs troupeaux sur les marchés londoniens ou de ces chiens issus des populations des îles Shetland et des Scandinaves du XIII^e siècle.

Ces chiens médiévaux, dont on différencie peu les multiples standards jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, sont couramment nommés *collies*. L'étymologie de ce terme reste un mystère, mais l'on pense aujourd'hui que *collie* peut venir du gaélique *collie* signifiant utile, ou encore *coly* signifiant noir. À noter également que, pour certains, ce nom est à rapprocher de celui de la race ovine *coolie*, dont les collies avaient la garde (Piacentino, 1994 et Legatte, 1994).

Leur sélection s'est effectuée selon trois critères (Piacentino, 1994) ainsi formulés par les bergers de l'époque :

- capacité de déplacer les troupeaux dans le "respect" des moutons (sans heurt et dans le calme),
- capacité de s'imposer face aux ovins rétifs, voire sauvages,
- "souplesse de caractère" suffisante pour accepter le dressage (obéissance).

Ainsi, en 1790, Thomas Bewick décrit et dessine, dans son ouvrage intitulé *Natural History* (cité par Piacentino, 1994 et Legatte, 1994), un chien de berger fort proche du Border Collie moderne, qu'il nomme indifféremment *collie* ou *shepherd dog*.

Le Border Collie n'est pourtant pas encore né. Sa morphologie et ses aptitudes ne se stabiliseront qu'avec l'engouement des Londoniens de l'époque victorienne pour les *Show colleys*, colleys d'exposition, lignée de beauté extraite des collies de ferme. Dès lors, on note une dichotomie entre *colleys* et *working collies*, ces derniers demeurant des chiens de conduite. Afin d'améliorer encore les aptitudes de ces *working collies*, les bergers vont y mêler le sang de certains chiens de chasse, notamment Setter Gordon. C'est à cette occasion, dit-on, que le collie acquiert son attitude si caractéristique face au troupeau (Piacentino, 1994).

En 1893 naît Hemp 9, considéré comme le premier Border Collie moderne.

I.A.1.b – Evolution – Encadrement par les associations de travail sur troupeau

Hemp 9, surnommé Old Hemp à l'issue de sa longue et riche carrière, mourut en 1901 après avoir engendré près de 200 descendants. Selon Piacentino (1994), cet étalon est à l'origine de *tous* les Border Collies aujourd'hui répertoriés.

L'International Sheep Dog Society – ISDS – est créée à Haddington en 1906, avec pour objectif de promouvoir l'élevage du mouton et l'utilisation des chiens de berger. Rapidement, elle organise des concours de chiens de troupeau, prenant modèle sur quelques manifestations organisées depuis 1873 (Piacentino, 1994). Les descendants d'Old Hemp vont s'y illustrer et la race sera reconnue par l'ISDS en 1908, avec l'ouverture d'un Livre des Origines et la création d'un standard – officieux car non reconnu par le Kennel Club à cette époque. Le nom *Border Collie* n'est fixé qu'en 1915 par A. Reid, en hommage à la région d'origine de la race.

Le Border Collie fait rapidement parler de lui, remportant les concours et étonnant par ses aptitudes lors des fêtes de village (Legatte, 1994). La sélection, toujours soutenue pour avoir des chiens se surpassant à chaque génération, en fait une race championne, un paragon du chien de berger.

Certains n'hésiteront d'ailleurs pas à le critiquer pour cela. Legatte (1994) rapporte les propos de D.B. Plummer, spécialiste du Bearded Collie, qui prétend que la sélection aurait fait du Border Collie un chien "fit only for five sheep on a saturday afternoon" – comprendre par là qu'il n'est bon qu'à gagner des concours, pas à travailler en conditions réelles.

Néanmoins, dès le début du XX^e siècle, les exportations des plus grands champions Border Collies vers d'autres territoires d'élevage anglo-saxons se mettent en place : la Nouvelle-Zélande, d'abord, puis l'Australie, et enfin l'Amérique du Nord (Piacentino, 1994).

Les premiers Border Collies importés en France le sont de façon confidentielle, par des agriculteurs séduits par le travail de ce chien britannique. L'engouement est rapide, associé au passage d'un élevage traditionnel à un élevage extensif en parcs (Legatte, 1994), et la demande devient rapidement telle que l'on importe, dans les années 1970, sans grand souci de qualité (Piacentino, 1994).

En France, l'importation a surtout concerné des chiots et un certain nombre de techniques de dressage, rarement des adultes déjà dressés comme ce fut le cas en Nouvelle-Zélande. En une décennie, le Border Collie s'impose comme le nouveau chien de troupeau auprès des bergers français, supplantant les races locales n'ayant pas su s'adapter à l'évolution de l'élevage ovin – Piacentino (1994).

Afin de canaliser cet engouement, divers individus appartenant à des structures de formation ou de gestion en rapport avec l'élevage s'organisent autour d'une structure spécifique naissante : l'Association Française du Border Collie – AFBC.

L'AFBC est fondée en 1979 et reçoit rapidement l'appui du Ministère de l'Agriculture. Faire connaître le Border Collie et ses méthodes de dressage, sélectionner les meilleures souches : autant d'objectifs qui font de l'AFBC un club de race qui est avant tout un club de professionnels utilisateurs s'adressant à des utilisateurs. C'est pour préserver la nature utilitaire du Border Collie que l'AFBC a doté d'un Test d'Aptitudes Naturelles – TAN – l'examen de confirmation d'inscription au Livre des Origines Français - LOF.

Les difficultés rencontrées par l'élevage ovin, depuis les années 1980, auraient pu stopper l'expansion du Border Collie en France, mais ses utilisateurs ont su diversifier son usage à d'autres espèces, parmi lesquelles on trouve le porc, le bovin et parfois la volaille. Encore un exemple des importantes facultés d'adaptation de ce chien hors normes, servi par une bonne collaboration de son club de race, l'AFBC, avec d'autres organismes comme le Ministère de l'Agriculture, la Société Centrale Canine, l'Institut de l'élevage et les associations professionnelles agricoles (Piacentino, 1994).

I.A.2 – Situation actuelle

Le Border Collie est aujourd'hui bien connu, dans le monde entier, pour ses aptitudes au travail sur troupeau. Son standard a été reconnu comme officiel en 1976 par le Kennel Club – KC – et la Fédération Cynologique Internationale – FCI.

I.A.2.a – Descriptif de la race

I.A.2.a.1 - Standard officiel FCI

L'actuel standard du Border Collie est disponible auprès de la FCI (1988). La figure 1 reproduit l'intégralité du texte officiel.

Si l'aspect général met l'accent sur l'élégance de la silhouette et l'harmonie des proportions, il fait déjà référence aux aptitudes au travail puisque évoque une *impression d'endurance*. Les caractéristiques de la race sont sans équivoque : *chien de berger tenace, travailleur et très docile*.

La description du tempérament rappelle aussi ce que l'on attend d'un Border Collie au travail, *ardent, vigilant, réceptif et intelligent. Ni craintif ni agressif*.

On retrouve dans certains points de description morphologique d'autres signes des traits comportementaux et des aptitudes au travail recherchées dans cette race. Ainsi, on parle des yeux l'expression doit être *douce, vive, éveillée et intelligente* ; les oreilles doivent être *attentives au moindre bruit* ; un corps *d'apparence athlétique* ; l'allure *donne l'impression que le chien est capable de se mouvoir à pas furtifs et très rapidement* ; enfin, les poils doivent former *une bonne protection contre les intempéries*.

Figure 1 – Standard du Border Collie (source FCI, 1988)

ORIGINE : Grande Bretagne
TRADUCTION : Pr. R. Triquet.
CLASSIFICATION F.C.I.: Groupe 1 – Chiens de berger et de bouvier (sauf chiens de bouvier suisses).
Section 1 – Chiens de berger
Avec épreuve de travail.
ASPECT GENERAL : Chien bien proportionné ; la noblesse, l'élégance et l'équilibre parfait de la silhouette harmonieuse se combinent avec une substance suffisante pour donner une impression d'endurance. Tout manque d'harmonie comme tout manque de substance est à éviter.
CARACTERISTIQUES : Chien de berger tenace, travailleur et très docile.
TEMPERAMENT : Ardent, vigilant, réceptif et intelligent. Ni craintif, ni agressif.
TETE ET CRANE : Crâne passablement large. L'occiput n'est pas prononcé. Les joues ne sont pas pleines, ni arrondies. Le museau qui va en s'amenuisant vers l'extrémité est modérément court et fort ; le crâne et le museau sont approximativement de la même longueur. Le stop est bien marqué. La truffe est noire sauf chez les sujets à robe marron (chocolat) où elle peut être brune. Quand la robe est bleue, la truffe doit être de couleur ardoise. Les narines sont bien développées.
YEUX : Les yeux sont bien écartés, de forme ovale, de grandeur moyenne, de couleur brune sauf chez les chiens merle où l'on admet qu'un oeil ou les deux yeux soient bleus, en partie ou en totalité. L'expression est douce, vive, éveillée et intelligente.
OREILLES : Les oreilles sont de taille et texture moyennes, bien écartées, portées droites ou semi-dressées et attentives au moindre bruit.
MACHOIRE : Les dents et les mâchoires sont fortes et présentent un articulé en ciseaux parfait, régulier et complet, c'est-à-dire que les incisives supérieures recouvrent les inférieures dans un contact étroit et sont implantées bien d'équerre par rapport aux mâchoires.
COU : L'encolure est de bonne longueur, forte et musclée, légèrement rouée ; elle va en s'élargissant vers les épaules.
AVANT-MAIN : Vus de face, les membres antérieurs sont parallèles. Vus de profil, les canons métacarpiens sont légèrement obliques. L'ossature est forte mais sans lourdeur. Les épaules sont bien inclinées ; les coudes sont contre le corps.
CORPS : D'apparence athlétique. Les côtes sont bien cintrées ; la poitrine est bien descendue et assez large. Le rein est bien descendu et musclé. L'abdomen n'est pas remonté au niveau du flanc. La longueur du corps est légèrement supérieure à la hauteur au garrot.
ARRIERE-MAIN : L'arrière-main est large et musclé ; son profil descend gracieusement vers l'attache de la queue. Les cuisses sont longues, larges et musclées ; les grassetts sont bien angulés ; les jarrets sont forts et bien descendus. Du jarret au pied, les postérieurs doivent avoir une bonne ossature et, vus de derrière, ils sont parallèles.
PIEDS : De forme ovale. Les coussinets sont épais, forts et sains. Les doigts sont cambrés et serrés. Les angles sont courts et forts.
QUEUE : Modérément longue, la dernière vertèbre atteignant au moins le jarret ; attachée bas, bien garnie de poils, elle se termine par une courbe vers le haut, parachevant la grâce de la silhouette et l'harmonie du chien. La queue peut se relever quand le chien est en action mais n'est jamais portée sur le dos.
ALLURE : L'allure est dégagée, régulière et facile, les pieds se levant au minimum. Elle donne l'impression que le chien est capable de se mouvoir à pas furtifs et très rapidement.
POIL :
Deux variétés :
1) modérément long.
2) court
Dans les deux variétés, le poil de couverture est dense, de texture moyenne et le sous-poil est doux et serré, formant une bonne protection contre les intempéries. Dans la variété à poil modérément long, les poils abondants forment une crinière, des culottes et une queue de renard (brosse). Le poil doit être court et lisse sur la face, aux oreilles, sur les membres antérieurs (excepté pour les franges), sur les membres postérieurs, des jarrets aux pieds.
COULEUR : Toutes couleurs sont admises. Le blanc ne doit jamais dominer.
TAILLE :
Taille idéale :
Mâles : 53 cm,
Femelles : un peu moins.
DEFAUTS : Tout écart par rapport à ce qui précède doit être considéré comme un défaut qui sera pénalisé en fonction de sa gravité.

N.B. : les mâles doivent avoir deux testicules d'apparence normale complètement descendus dans le scrotum.

Nulle place n'est laissée, hormis par l'intermédiaire de l'équilibre ou de l'harmonie, à l'esthétique. Le standard lui-même révèle donc la finalité utilitaire du Border Collie, sans s'embarrasser de contraintes de robes ou de longueur de poils, ni même de normes précises sur la hauteur au garrot – seule une *hauteur idéale pour le mâle* est évoquée.

I.A.2.a.2 – Comportement au travail

Teaching, not training, a collie dog to use its inbred wisdom for shepherding...

Eric Halsall, in Jones (1987)

C'est certainement dans son comportement au travail que réside le véritable standard du Border Collie. Stein et Nadelman (1994) précisent, dans la Newsletter de l'United States Border Collie Club – USBCC –, que le travail si particulier du Border Collie est le fruit d'un mélange ingénieux de races anglaises de troupeau et de chasse à l'arrêt, assisté par une sélection continue, forte et bien menée. Selon eux, il est inenvisageable que le Border Collie soit réduit à ses traits physiques, bien secondaires par rapport à ses qualités de travail.

Le Border Collie est un chien de conduite, dont le rôle peut être résumé, selon Piacentino (1994), à trois fonctions de base : rassembler, déplacer et contenir. Selon De Planhol (1969, p.356), "le chien de conduite est un petit chien, dont la principale qualité est la souplesse et la vivacité, qui doit pouvoir virevolter sans cesse autour du troupeau". Pour Hout et Willis (2001) et Nott (1997), les chiens de conduite, et notamment les Border Collies, font montre d'un comportement rappelant celui de prédation observé chez le loup et le chien d'arrêt – comportement que DeMille et Wall (1996) attribuent, chez le Border Collie, à l'existence d'ancêtres Setters – sans pour autant qu'il y ait mise à mort de la proie. On retrouve également des similitudes comportementales entre chiens de conduite et chiens d'arrêt dans certaines postures (figure 2).

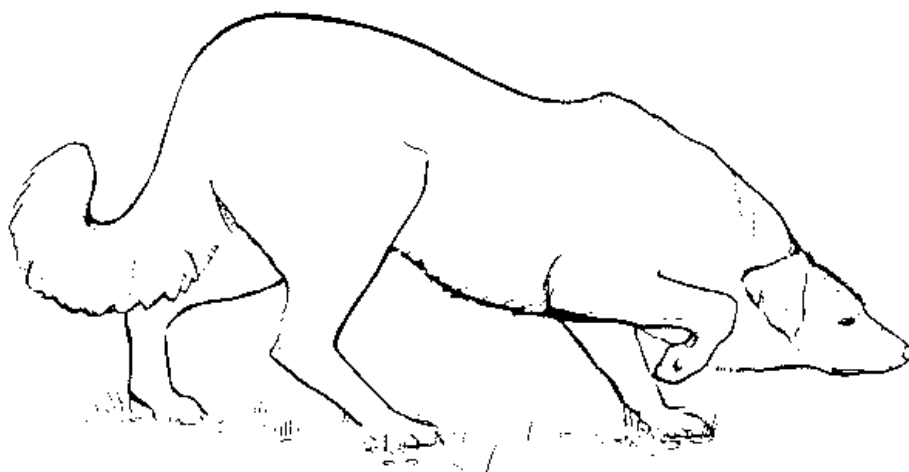
McConnell et Baylis (1985) ont mené une étude comportementale poussée, l'un des rares travaux purement scientifiques publiés sur le comportement berger du Border Collie. Ils se sont intéressés à la posture couchée du Border Collie, à l'absence de vocalisations pendant son travail, à la position de son regard – vers le troupeau ou non – et à ses mouvements. Ils ont ainsi montré, par comparaison à d'autres races bergères (figure 3), l'originalité du comportement du Border Collie. Ils en attribuent l'origine à des réminiscences du comportement prédateur du loup, chez qui l'on retrouve ces mouvements lents et rampants, cette absence de vocalisations, cette position de tête et de queue basses et ce regard fixé sur la proie – un comportement que l'on ne retrouve pas chez d'autres races de chiens de troupeau.

Du chasseur, le Border Collie conserve son caractère rassembleur, contournant les animaux pour les ramener vers le berger (Piacentino, 1994). Il en tient également une agilité et une vivacité peu communes. Nous nous permettons, par la suite, de comparer préférentiellement notre étude avec des travaux menés sur les qualités de travail des chiens d'arrêt, comme l'envisagent empiriquement Stein et Nadelman (1994)

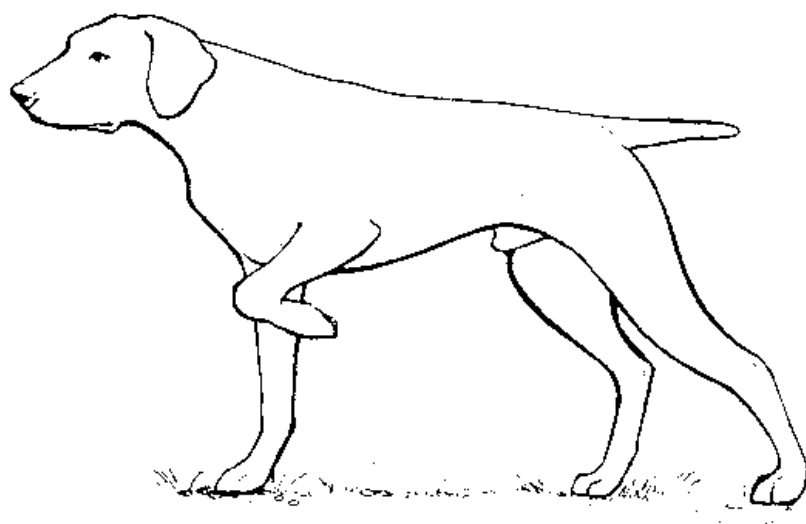
Le Border Collie est tout cela, mais possède également un *style* particulier. Celui-ci ne s'exprime qu'au contact des animaux, auprès desquels le chien "extériorise des attitudes qui sont autant d'aptitudes naturelles de la race lui permettant de travailler à distance des animaux" (Piacentino, 1994, p.39). Les connaisseurs et utilisateurs de Border Collies s'accordent aujourd'hui à distinguer, de manière empirique, trois composantes de ce style :

l'œil, la puissance et la possession. Cette dernière, qualifiant la possibilité pour le chien de "prendre le contrôle" du troupeau, est en réalité une résultante des deux premières.

Figure 2 – Comparaison entre la posture (a) du Border Collie et celle (b) d'un chien d'arrêt (Nott, 1997)



(a)



(b)

L'œil est, sans conteste, la caractéristique principale du Border Collie. Il s'agit de ce regard fixe que l'on prétend "hypnotique", et par lequel le chien établit la connexion avec le troupeau. Legatte (1994) conçoit ce phénomène comme proche d'un comportement de *peur modérée* au cours duquel la proie manifeste une sorte de *curiosité fascinée* pour son prédateur.

La puissance, elle, est la possibilité pour le chien de provoquer le mouvement des animaux, de les faire avancer devant lui.

Ainsi, les amateurs distinguent divers types de Border Collies, comme celui disposant de peu d'œil et de beaucoup de puissance, tendant à *éclater* les animaux devant lui, à les faire fuir dans le désordre.

Au travail, un Border Collie est, comme le dirait Jones (1987), un chien grand par le nombre de ses aptitudes naturelles.

I.A.2.b – Expansion de la race

I.A.2.b.1 – En France

S'il a existé un équivalent français de l'ISDS, le *Club du chien de berger français*, entre 1896 et la Première Guerre Mondiale, celui-ci n'a pas survécu au conflit qui a ravagé les campagnes françaises (Legatte, 1994). Les races de berger locales n'ont donc pas pu être améliorées, sélectionnées comme l'a été le Border Collie, ni s'adapter aux exigences d'un monde rural en changement.

L'implantation du Border Collie en France a donc été rapide, démesurée presque, conduisant à une production désordonnée. Néanmoins, quelle que fut la qualité des Border Collies nés de cet engouement, la race est aujourd'hui ancrée dans la pratique bergère, notamment sous l'impulsion de passionnés. On ne peut que citer Georges Charoy et Luc Gilbert qui ont su promouvoir le rôle du chien de troupeau à travers l'image du Border Collie, ou encore Henri de la Celle, premier président de l'AFBC (Piacentino, 1994).

Le Border Collie a su, en France, devenir une référence de chien de troupeau, mais aussi s'illustrer dans les concours agricoles : les titres s'accumulent, les concours se spécialisent tandis que l'usage se diversifie. Le Border Collie, par ses aptitudes et le dynamisme de ses promoteurs, séduit, et il est illusoire de penser que la race se limite aux simples inscriptions au LOF (tableaux 1 et 2). Celles-ci permettent néanmoins de juger de l'expansion de la race, en augmentation constante.

I.A.2.b.2 – Dans le monde

Les pays anglo-saxons fortement tournés vers l'élevage ovin ont su très tôt percevoir les potentialités du Border Collie, important dès le début du XX^e siècle les champions commercialisés par les bergers de Grande-Bretagne.

La Grande-Bretagne n'utilise aujourd'hui que des Border Collies comme chien de troupeau, celui-ci ayant supplanté les autres races bergères locales telles que Bobtail, Bearded Collie, Colley et Shetland. Partout ailleurs, comme le fait remarquer Piacentino (1994), "ses

Figure 3 – Comparaison des postures lors de l'approche et de la manipulation du troupeau par différentes races de chiens de berger et des Border Collies immatures et matures (d'après McConnell et Baylis, 1985).

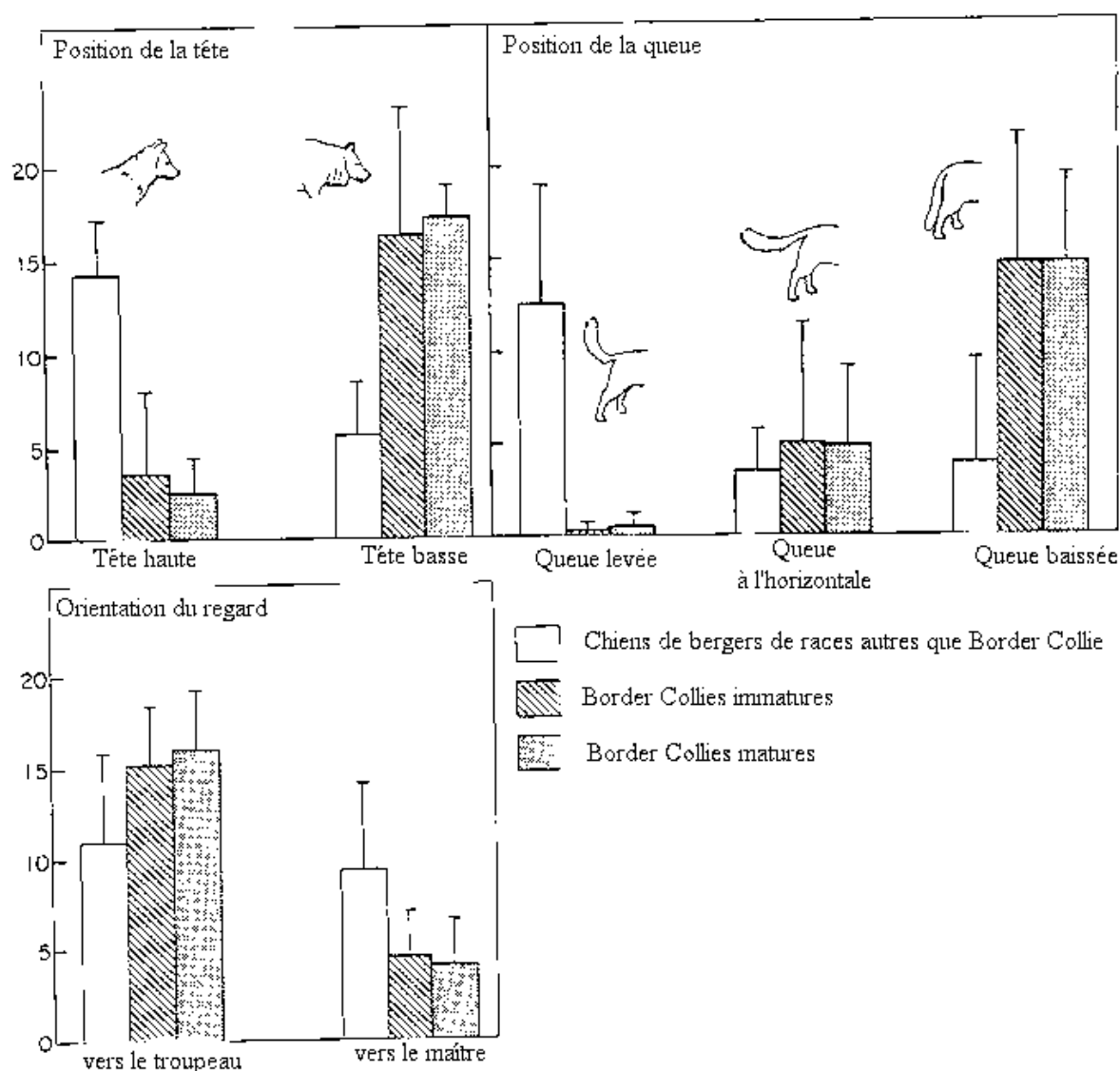


Tableau 1 – Naissances annuelles de chiots Border Collies déclarées à la Société Centrale Canine (inscriptions provisoires au LOF (SCC, 2004)

Année	1994	1996	1998	2000	2003
Effectif	662	973	883	1279	1513

Tableau 2 – Inscriptions annuelles au Livre des Origines Français (SCC, 2004)

Année	1994	1996	1998	2000	2003
Import	2	3	5	4	1
Titre initial	104	108	92	90	90
Titre origines	133	187	231	245	333
Total	237	298	323	339	424

Tableau 3 – Différences entre les parcours selon leur niveau de difficulté

Niveau	1	2	3
Nombre de brebis	5 à 9	5 à 9	5 à 9
Recherche	100 m (le maître peut se déplacer)	150 m à 200 m	300 m
Conduite	Pas de claies centrales	Claies centrales	Claies centrales
Triangle	50 m x 3	80 m x 3	100 m x 3
Action à réaliser dans le cercle	Contention avant parage	Attrapage d'une brebis	Séparation
Parc	Normal (3 m x 2)	Normal (3 m x 2)	Normal (3 m x 2)
Temps	10 mn	15 mn	15 mn

Tableau 4 – Description succincte des épreuves du parcours anglais, barème.

Dénomination	Descriptif	Note maximale
Recherche	Le chien part récupérer le troupeau, le conducteur est à poste fixe et guide le chien par des ordres sonores	20
Possession	Le chien entre en contact avec le troupeau et en prend possession	10
Conduite	Le chien ramène le troupeau aussi droit que possible vers le conducteur en franchissant les claies centrales. Le conducteur est toujours à poste fixe.	20
Triangle	Le chien guide le troupeau sur un tracé triangulaire, en franchissant les barrières ad hoc puis en arrêtant le troupeau dans le cercle de contention. Le conducteur est toujours à poste fixe	30
Contention	Le chien, aidé de son conducteur, doit séparer le troupeau en deux parties et faire sortir les brebis marquées du cercle de contention.	10
Enclos	Les brebis sont conduites par le chien et son conducteur jusque dans le parc.	10

qualités spécifiques remarquables lui ont permis de s'imposer de manière irrésistible face aux autres races en matière d'utilisation au troupeau".

À l'exception des États-Unis d'Amérique qui, encore aujourd'hui et en raison de la présence de prédateurs, utilise des chiens de garde autour des troupeaux, tous les grands bassins d'élevage mondiaux sont aujourd'hui principalement utilisateurs de Border Collies.

I.B – LE CONCOURS DE CHIENS DE TROUPEAU

I.B.1 – Les différents concours français

Il existe aujourd'hui, en France, plusieurs types de concours dits de chiens de berger, au cours desquels sont jugées les compétences bergères des concurrents. On connaît principalement les concours toutes races, organisés par la SCC, ainsi que les concours "Border Collie sur bovins" ou "sur ovins", sous la responsabilité de l'AFBC. Seul ce dernier type de concours nous intéressera pour notre étude.

I.B.2 – Le concours "Border Collie sur ovins"

Parfois nommé *parcours anglais*, le concours Border Collie sur ovins se veut une modélisation aussi proche que possible des conditions de travail et des difficultés réelles que peut rencontrer un chien de berger dans son exercice quotidien au contact des brebis.

Chaque année, l'AFBC enregistre environ 25 manifestations au cours desquelles sont organisées des concours de niveaux différents, dont les participants seront évalués et classés en vue de l'établissement d'un *annuaire Border Collie* répertoriant les meilleurs animaux de la saison – ces manifestations, chaleureuses et festives, ont donc un but affiché de sélection et de promotion du Border Collie comme chien de berger, comme le rappelle l'AFBC (2003).

Les concours peuvent être de 3 niveaux de difficulté différents :

- le niveau 1, réservé aux novices – chien et conducteur inexpérimentés,
- le niveau 2, réservé d'une part aux chiens inexpérimentés conduits par des conducteurs confirmés – lesdits conducteurs doivent avoir concouru au moins une fois en niveau 3 avec d'autres animaux – et d'autre part aux chiens et conducteurs de niveau 1 ayant totalisé 2 fois 75 % des points au cours de leurs évaluations en niveau 1,
- le niveau 3, réservé aux chiens et conducteurs confirmés – tous deux ont totalisé 2 fois 75 % des points au cours de leurs évaluations en niveau 2.

À cela vient s'ajouter un niveau 4, très rarement utilisé et le plus souvent limité à des manifestations nationales comme le *Critérium des Vainqueurs* et la *Coupe de France*. Les parcours, distingués par leur niveau de difficulté, sont présentés dans le tableau 3.

I.B.2.a – Organisation

L'organisation d'un concours répond à un cahier des charges très strict (AFBC, 2003) qui se veut autant un document de référence permettant de normaliser l'organisation des concours qu'une aide à l'organisateur.

En dehors des procédures administratives y sont édictées toutes les consignes nécessaires à une bonne préparation du terrain de concours :

- Dimensions du terrain, clôture et topographie du lieu,
- Nature des objets matérialisant le parcours – claies de portes, claies d'enclos, dimensions du parc...
- Nature du poste de jugement – et notamment, emplacement de celui-ci par rapport à l'axe du parcours,
- Personnel assistant le juge, les concurrents et la mise en place des brebis.

Le juge est nommé par l'AFBC, sans intervention possible de la part des organisateurs.

I.B.2.b – Déroulement du parcours (Piacentino, 1994)(AFBC, 2003)

Un parcours anglais (figure 4) compte 6 épreuves réalisées successivement par le concurrent (tableau 4). Selon le niveau de difficulté, celles-ci sont rendues plus ou moins ardues par une augmentation des distances et/ou une exigence de précision accrue dans le travail (tableau 3).

I.B.2.b.1 – Recherche

Durant ce premier exercice, le chien quitte le pied de son conducteur, lequel est à poste fixe, pour partir à la recherche des brebis. Le chien doit contourner le troupeau jusqu'à atteindre la position lui permettant, d'un simple mouvement en direction des brebis, de ramener les animaux en ligne droite vers son maître. La qualité de la recherche se juge à la trajectoire prise par le chien – la trajectoire la plus appréciée étant souvent celle en *poire renversée* –, son allure et sa motivation – laquelle reste appréciée de façon très subjective.

I.B.2.b.2 – Prise de possession

Cette étape du parcours est quasiment virtuelle, marquant simplement la façon dont le chien a su "hypnotiser" le troupeau à son approche. La définition de l'AFBC en est :

"Attitude du chien qui permet d'aligner les brebis dans l'axe et de débiter l'amenée en douceur mais suffisamment ferme sans effrayer les bêtes".

Bien plus que l'attitude du chien, difficile à discerner à près de 200 mètres de distance, c'est la façon dont les brebis réagissent à son arrivée et à la pression qu'il exerce sur elles qui renseigne sur la qualité de la prise de possession.

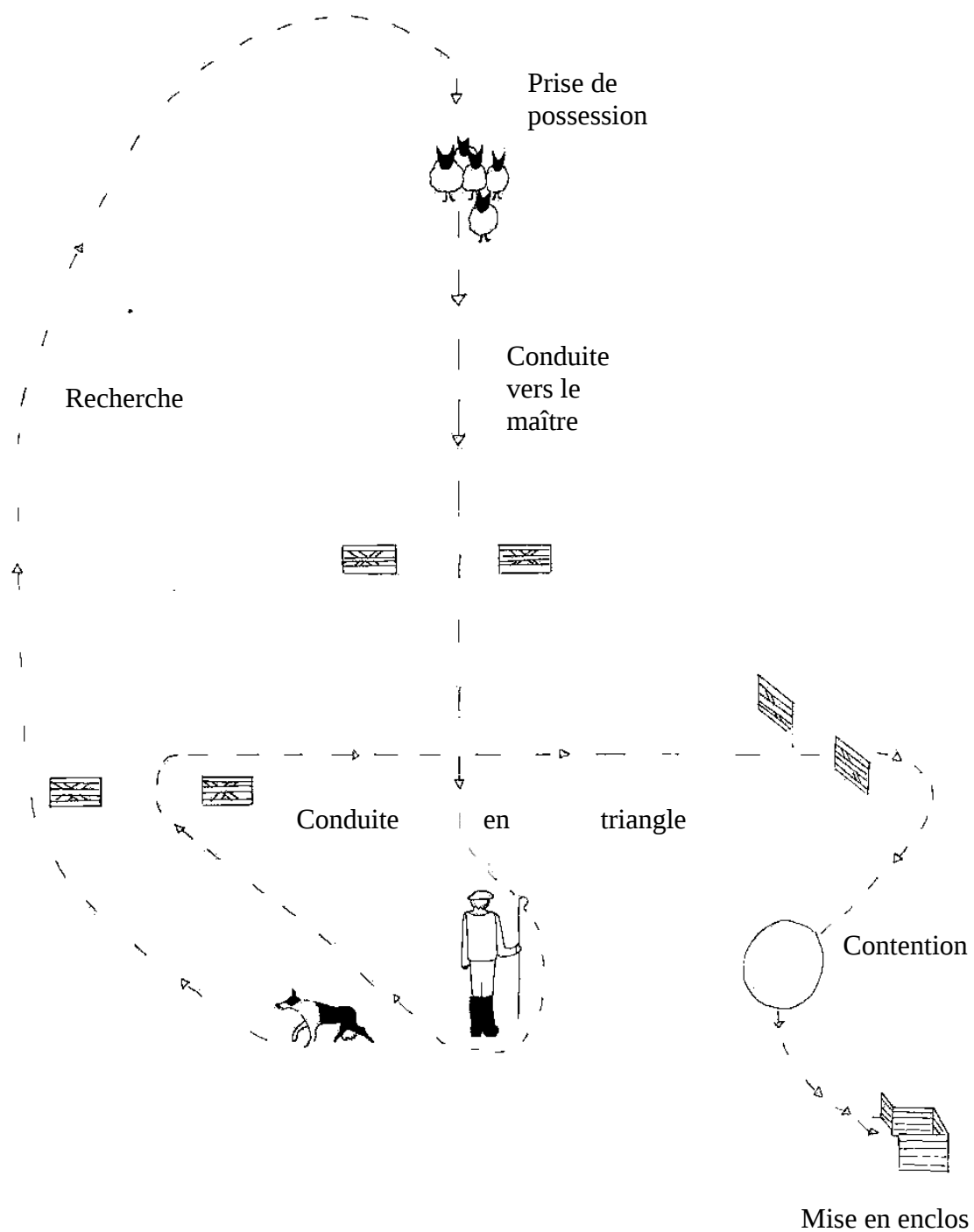
I.B.2.b.3 – Conduite vers le maître

La conduite vers le maître consiste, pour le chien, à ramener les brebis aussi rectilignement que possible à l'emplacement de son départ, sur lequel se trouve toujours le conducteur, à poste fixe. Au cours de cette trajectoire, le troupeau devra impérativement franchir les claies situées au centre du parcours. Outre la rectitude de la trajectoire, il est important que la marche des brebis soit "paisible et harmonieuse" – entendre par là un mouvement lent, constant, fluide et non heurté. Jones (1987, p.42) définit ainsi un "point d'équilibre" qui est "the distance at which a dog needs to be to maintain contact and control over his sheep without upsetting them or scattering them" – la distance entre chien et troupeau permettant de maintenir le contrôle des brebis sans les exciter ni les effrayer. Cette distance est évidemment propre à chaque chien – en fonction de son "œil" et de sa "puissance" – et pour chaque type de brebis – en fonction de leur réactivité.

I.B.2.b.4 – Conduite en triangle

Cette épreuve est probablement l'une des plus redoutées des conducteurs. En effet, si son principe rappelle pour beaucoup la conduite vers le maître, sa difficulté est considérablement accrue par la nécessité, pour le chien, de conduire les brebis sur des trajectoires de directions variables, longeant la position de son maître ou s'en éloignant.

Figure 4 – Un parcours anglais type (d'après Jones, 1987)



La conduite en triangle consiste donc en la réalisation d'une figure imposée, le troupeau contournant le piquet de départ où se trouve le conducteur pour remonter vers une claie latérale à franchir avant d'entamer une nouvelle trajectoire, transversale, conduisant à d'autres claies qu'il faut là encore franchir avant de revenir au piquet de départ.

I.B.2.b.5 – Contention

Celle-ci recouvre parfois d'autres noms – épreuve de séparation, épreuve d'attrapage – en rapport avec sa nature complexe. Le chien, aidé du conducteur qui, pour la première fois depuis le début du parcours, n'est pas à poste fixe, doit prendre possession d'un sous-ensemble de brebis et le sortir d'un cercle tracé au sol, sans se soucier des brebis restantes.

I.B.2.b.6 – Mise en enclos

Le berger, à l'entrée du parc qu'il tient prêt à se refermer, demande au chien de guider les brebis jusque dans l'enclos sans que celles-ci ne fuient.

À l'issue des 6 épreuves sont appliquées des pénalités supplémentaires liées principalement à d'éventuelles morsures ou à la perte des brebis en cours de parcours. Une note totale est alors calculée pour établir le classement de la journée.

I.B.2.c – Jugement

Pour prétendre à la fonction de juge des concours "Border Collie", il faut avoir conduit deux fois un chien en finale de la Coupe de France et répondre aux critères de sélection de la SCC. Ainsi, l'AFBC estime qu'il faut un minimum de 4 à 6 années d'expérience et une cinquantaine de concours à son actif pour remplir les conditions requises.

Le barème de notation est défini avec précision par l'AFBC (2003) dans son règlement, et rappelé sur les feuilles de pointage (figures 8 à 10). Une certaine liberté est néanmoins laissée à chaque juge par l'intermédiaire de *fautes sanctionnées par une fourchette de points perdus*.

Il est important de noter que, le plus souvent, la performance du chien est évaluée de façon indirecte par le comportement des brebis.

Lorsqu'un berger acquiert un Border Collie, il n'achète pas seulement un outil de travail, une créature sélectionnée par l'homme pour devenir une aide précieuse dans la conduite des troupeaux. Comme le dit Piacentino (1994, p.58), "il épouse une race et peut ainsi bénéficier de tout un environnement adapté : programmes de concours ad hoc, références et suivi". Jones (1987, p.150) en dit très justement : "the Border Collie's brain remains as marvellous and outstanding as before because we have breeders, competitors, handlers and a governing body which will allways ensure that the working sheepdog shall be bred pure and true, first and foremost for its working ability" – le Border Collie n'a su conserver son talent que parce qu'il existe des éleveurs, des compétiteurs, des conducteurs et une structure de gestion qui veilleront toujours à ce que le chien de conduite soit élevé pur et vrai, avant tout et par-dessus tout pour ses aptitudes au travail.

En cela, le Border Collie est un monde à part dans le paysage cynophile, aux exigences sévères et parfois étrangères aux amateurs d'animaux d'agrément.

II - ÉTUDE GÉNÉTIQUE – LA GÉNÉTIQUE DU COMPORTEMENT

La génétique ne peut se réduire aux seuls critères morphologiques et phanéroptiques, et le chien de race est un ensemble plus complexe et plus complet que sa seule apparence extérieure. Des critères importants, comme le comportement, l'aptitude au travail, rentrent en ligne de compte.

G. Chaudieu, in Denis (1997)

II.A – GÉNÉTIQUE ET COMPORTEMENT

En quoi peut-on dire que les gènes codent pour le comportement et les aptitudes individuelles ? La question est d'importance, et soulève encore des polémiques. Génétique et environnement influent pourtant, on le sait, de façon certaine sur le comportement.

Les gènes ne sont pas un *modèle réduit* du phénotype, mais un code permettant la synthèse de chaînes polypeptidiques, et donc de protéines. Ces protéines sont non seulement à la base de la morphologie, mais aussi de la physiologie de l'animal. Une grande part de l'endocrinologie est donc sous contrôle de notre patrimoine génétique, et l'on sait que les hormones influent, quantitativement et qualitativement, sur le comportement (Serpell, 1987). Néanmoins, la sécrétion hormonale reste grandement modulée par l'environnement, qui constitue un rétrocontrôle sur celle-ci par l'intermédiaire des degrés de stimulation.

Fox (1964, cité par Willis, 1989) a de plus montré qu'il existait une relation entre les différentes phases de développement comportemental du jeune et des variations d'ordre neurologique au niveau du système nerveux central.

Plusieurs exemples permettent d'imager le lien entre génétique et comportement. Serpell (1987) en cite un certain nombre, tirés d'études scientifiques parmi lesquelles on retiendra les nombreux travaux réalisés sur des Pointers et des renards (Murphree et Dykman, 1965 ; Murphree *et al.*, 1969 ; Angel *et al.*, 1974 ; Belyaev et Trut, 1975 ; Brown *et al.*, 1978 ; Newton et Lucas, 1982 ; Belyaev *et al.*, 1985 ; tous cités par Serpell, 1987). Ceux-ci montrent que le "gène de la timidité" est en fait un ensemble polygénique codant pour des protéines influant sur :

- la réceptivité aux psychotropes,
- le comportement de *timidité* (type de réponse obtenue à l'approche d'un étranger),
- l'amplitude des variations du rythme cardiaque en présence d'un inconnu,
- la régularité des cycles oestriques,
- la variation de médiateurs neuro-endocriniens,
- la durée de la période de socialisation chez les jeunes.

Ainsi, le caractère indirect du lien entre génétique et comportement demande de prendre un certain nombre de précautions dans l'approche d'une sélection génétique du comportement, le comportement sélectionné pouvant être corrélé positivement et fortement avec d'autres caractères. L'inverse est également vrai, et l'on sait aujourd'hui que la sélection de robes uniformes chez le Cocker anglais a sélectionné dans le même temps le caractère comportemental *seuil d'agression faible* (Serpell, 1987 ; Nott, 1997). Le même type d'études, mené chez le Labrador par l'Hôpital de l'Université de Cornell (Haupt et Willis, 2001), a donné les résultats présentés dans la figure 5, démontrant une fois de plus la corrélation entre paramètres phénotypiques et comportementaux et/ou sanitaires.

II.B – TRAVAUX RECENSÉS SUR L'HÉRÉDITÉ DES QUALITÉS DE TRAVAIL EN ESPÈCE CANINE

Empiriquement, intuitivement, l'homme envisage depuis longtemps la transmissibilité des qualités de travail. Avant même les premières ébauches de la génétique et les travaux de

Figure 5 – Comparaison de la proportion de Labradors présentés en consultation pour problème médical (en blanc) ou d'agression (en noir) à l'hôpital de l'Université Cornell (Haupt et Willis, 2001).

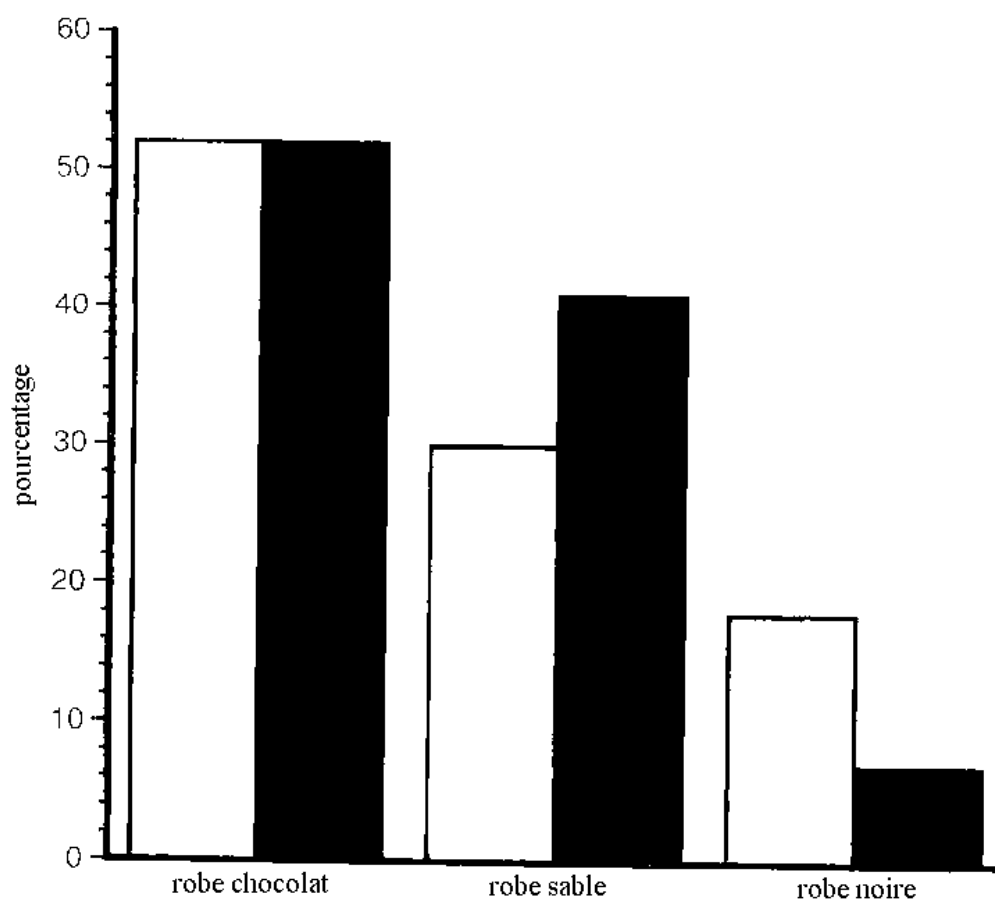


Tableau 5 – Eléments du comportement prédateur observés dans différentes races de chien (d'après Fox 1978, cité par Nott 1997)

Races	Élément(s) observé(s)
Bloodhounds	Pister, traquer
Border Collie, chiens de conduites	Surveiller, conduire
Chiens d'arrêt (Setters, Pointers)	Approcher, arrêter
Foxhounds	Attaquer, tuer
Retrievers, Spaniels	Retrouver

Mendel, on croisait et sélectionnait les individus, laissant l'opportunité aux meilleurs éléments de transmettre leurs talents au plus grand nombre de descendants. Willis (1989) considère que, comparativement au temps que le chien a passé aux côtés de l'homme, une sélection consciente n'est que d'apparition récente. Dès le Moyen-Âge, néanmoins, les aptitudes relatives des animaux conditionnaient leurs possibilités de reproduction et le choix de leurs partenaires. De Planhol (1969) montre bien comment les aptitudes des chiens de conduite scandinaves ont su, dès le XIII^e siècle, séduire les utilisateurs et imposer de nouveaux critères de sélection dans les races locales.

Où en est, aujourd'hui, la génétique comportementale appliquée aux qualités de travail ?

II.B.1 – Connaissances en génétique du comportement

En comparaison des espèces domestiques dites *de rente*, peu d'études génétiques ont été entreprises sur le chien. Néanmoins, son long parcours aux côtés de l'homme – domestication ancienne de 10.000 ans, association à l'homme depuis près de 40.000 ans (Clutton-Brock, 1984, cité par Houpt et Willis, 2001) – et son aspect tant affectif qu'utilitaire ont orienté une part importante de ces études vers la génétique comportementale, aujourd'hui mieux connue chez le chien que chez nombre d'espèces de rente.

II.B.1.a – Mise en évidence de l'hérédité des traits comportementaux

Comme le précise Denis (1997), on ne peut prouver l'existence d'une variabilité d'origine génétique pour un caractère que par trois considérations : comparaison entre races et souches, succès de la sélection pour ce caractère et mise en évidence de ségrégations à l'occasion de croisements.

Les tout premiers travaux recensés sur l'hérédité des traits comportementaux remontent à 1915 (Shepherd, 1915, cité par Mackenzie *et al.*, 1986). Il faut attendre 1929 pour que Whitney émette, suite à une véritable étude scientifique, l'hypothèse du lien entre spécificités comportementales et lignées. Thorne (1944, cité par Mackenzie *et al.*, 1986) confirmera plus tard que, au moins pour le trait comportemental *timidité*, un support génétique est à prendre en considération.

Humphrey et Warner (1934, cités par Mackenzie *et al.*, 1986) imaginent certains traits comportementaux comme héréditaires selon un modèle mendélien et régissant les aptitudes de travail des races canines. Les mêmes évoquent à cette occasion un effet *sexe* manifestement influent sur le comportement, et ne manquent pas de préciser que le modèle mendélien présente des limites et ne parvient pas à expliquer toutes leurs observations.

Whitney poursuit ses travaux sur plusieurs décennies, s'intéressant notamment à la position chasserresse de l'animal – tête levée / tête baissée. En 1971 (Whitney, 1971, cité par Mackenzie *et al.*, 1986), il en arrive également à la conclusion que, pour expliquer l'ensemble de ses observations, il faut envisager un déterminisme polygénique des traits comportementaux, et non plus mendélien.

Scott et Fuller (1965) sont, de l'avis général, les maîtres d'œuvre de l'un des projets les plus ambitieux jamais menés en génétique comportementale canine. Des années d'observations et de collectes de données, dans des conditions standardisées, leur ont permis de comparer différentes races de chiens selon des critères comportementaux, y compris dans leur aspect évolutif – introduisant la notion de *développement comportemental*. Une fois leurs profils comportementaux établis, Scott et Fuller ont croisé les races étudiées, et pour la première fois apparaît dans une publication scientifique la liste des hérédités de certains traits comportementaux.

L'effet maternel, dans la mesure où les chiots sont laissés suffisamment au contact de la lice, y apparaît très important, et Scott et Fuller évoquent aussi la nécessaire adéquation entre la génétique et le dressage de l'animal – l'un ne pouvant, sans l'autre, produire un champion.

Dans le dernier quart du XX^e siècle, bien peu osent encore remettre en cause le déterminisme génétique et polygénique du comportement animal. Les preuves scientifiques se multipliant, le concept de génétique comportementale a su s'imposer dans le monde cynophile, à tel point que Famula (2001) en vient à dire que ce genre de caractères est à déterminisme *typiquement polygénique*.

Les travaux scientifiques s'attachent désormais, pour la plupart, à lister les héritabilités de différents traits comportementaux. C'est le cas des publications, entre autres, de Reuterwall et Ryman (1973) ou Goddard et Beilharz (1982), ainsi que de travaux bibliographiques comme ceux de Ruefenacht *et al.* (2002). Des exemples d'estimations d'héritabilités sont donnés dans les tableaux 8 à 15. Malheureusement, le facteur limitant de ce genre d'études reste trop souvent, dans l'espèce canine, le manque de données enregistrées et exploitables, comme le fait remarquer Famula (2001).

II.B.1.b – Variations intraspécifiques et correspondances avec les qualités de travail des races canines

Courreau (2004) note la remarquable homogénéité du *fonds comportemental* canin, mais aussi sa grande variabilité et son expression différente selon le groupe ethnique considéré. Aux dires de Stein et Nadelmann (1994), tout chien disposerait d'un potentiel génétique pour différents traits comportementaux et différentes aptitudes au travail – le fameux *fonds comportemental* de Courreau –, mais ce potentiel ne s'exprimerait que selon le franchissement ou non d'un certain *seuil* de stimulations environnementales propre à chaque race. L'éducation et le dressage viseraient ainsi à passer préférentiellement certains seuils, comme l'évoque Denis (1997) pour qui le dressage a "pour objet de développer les dispositions naturelles des individus".

Stur (1987) présente quant à lui ce qu'il nomme, d'une part, les traits spécifiques communs à tous les individus d'une même espèce et qui permettent sa pérennité – comportements alimentaire, sexuel, maternel et d'agression –, et d'autre part la variabilité intraspécifique, ou interindividuelle, à l'origine de chiens d'aptitudes et donc d'utilités diverses. Cette variabilité intraspécifique résulterait, selon Fox (1978, cité par Nott, 1997), de la perte d'éléments de la séquence comportementale de chasse connue chez le loup. Fox estime ainsi que, selon la race considérée, des éléments du comportement sauvage ont été inhibés à des degrés divers afin de servir les intérêts de l'homme. Ses observations sont résumées dans le tableau 5.

Les travaux scientifiques menés par Scott et Fuller (1965) et leurs successeurs ont pour objectif, pour certains, de comparer les comportements de races différentes, par l'étude d'individus des dites races placés dans des conditions standardisées – afin de limiter l'influence de l'environnement et du dressage sur le développement comportemental. Ceux-ci permettent de mettre en évidence, selon la méthode et les données collectées, l'héritabilité de ce que Denis (1997) nomme :

- les *comportements élémentaires* : il s'agit de traits comportementaux simples tels que mis en évidence par Scott et Fuller, Whitney ou Marchlewski – excitabilité, enjouement, sensibilité auditive, obéissance, ... – ou plus tardivement par Coren (1994, cité par Houpt et Willis, 2001) et Ruefenacht *et al.* (2002). Svartberg et Forkman (2002) distinguent 5 grands comportements élémentaires : *disposition au jeu, curiosité/courage, disposition à la chasse, sociabilité et agressivité*.

- les *profils psychologiques* : il s'agit de profils composés d'un ensemble de traits simples, des *caractères* que, selon Campbell (1975, cité par Denis, 1997), on peut distinguer par des tests comportementaux précoces. Bradshaw *et al.* (1996) ont ainsi tracé le profil des grandes races canines de Grande-Bretagne. Hart et Miller (1985) présentent ces profils sous la forme d'un simple histogramme mettant en évidence les points forts et faibles du comportement de chaque race. Bradshaw *et al.* (1996) définissent le Border Collie comme un chien possédant les traits comportementaux suivants : *agressivité importante, réactivité moyenne et immaturité importante*. Ils en concluent qu'il s'agit d'une race nécessitant un environnement varié et épanouissant pour être comportementalement équilibrée. Willis (1989) définit quant à lui le phénotype comportemental des chiens de conduite comme l'association des traits *avoir de l'œil, se tapir et ne pas aboyer*. De même, citant Humphrey et Warner (1934), il présente quels doivent être les caractères requis chez un chien pour satisfaire à différentes activités (tableau 6).
- L'aptitude à *exercer des fonctions complexes* : qu'il s'agisse de sport ou de travail, cette aptitude semble héritable. Kelley (1949, cité par Denis, 1997) l'évoque à propos des aptitudes bergères du Border Collie, Vangen et Klemetsdal (1988) à propos des aptitudes chasseresses du Spitz finnois, Degauchy (1992) à propos des aptitudes au concours en ring pour le Berger Belge, et Poncet (1992) à propos des aptitudes à la course pour les lévriers. Notons également les travaux de Goddard et Beilharz (1982 et 1983) sur les aptitudes nécessaires pour devenir un chien guide d'aveugle.

Ces divergences et la publication de profils comportementaux, comme ceux proposés par Hart et Miller (1985) (figure 6) ont permis aux cynophiles de classer l'espèce canine en différentes ethnies ayant une communauté de traits comportementaux (Svartberg et Forkman, 2002). Ces profils comportementaux, souvent présentés sous la forme d'histogrammes, permettent de visualiser en un clin d'œil les caractéristiques comportementales prédominantes dans telle ou telle race. Différents classements ont accompagné ces publications, dont la vulgarisation a pu influencer sur la réputation des races – un exemple de classement est présenté en tableau 7. Ainsi, la découverte d'une corrélation positive entre les caractères *seuil d'agression faible* et *robe uniforme* a pu induire une mauvaise opinion publique du Cocker golden (Serpell, 1987 et Nott, 1997)...

Enfin, la connaissance des profils comportementaux de certaines races a permis de réorienter au mieux leur utilité.

II.B.1.c – Hérité des qualités de travail au sein d'une même race

La variabilité génétique existe à tous niveaux. La variabilité intraspécifique explique les divergences entre races, mais au sein même d'une race existe une variabilité dite intraraciale. C'est elle qui fait que ce Setter chassera mieux que cet autre, ou que ce Border Collie sera champion de France cette année-là.

L'intérêt d'étudier la variabilité intraraciale réside dans la possibilité de sélection qui en découle. Maîtriser la variabilité intraspécifique permet de fixer une race, connaître la variabilité intraraciale permet d'améliorer cette race.

II.B.1.c.1 – Etudes sur les qualités de défense

La plupart des études menées sur le sujet concernent le Berger Allemand, qui est longtemps resté la référence en matière de chiens de défense. Aujourd'hui, alors que le Berger Belge le supplante lentement, les travaux scientifiques commencent à s'intéresser à lui.

Les études disponibles ont eu lieu soit dans les grands effectifs des chenils d'armée, soit en association avec les organisateurs de concours de chiens de défense en vue de l'exploitation

Tableau 6 – Caractères requis pour l'utilisation d'un chien dans différentes activités (d'après Humphrey et Warner, 1934, cités par Willis, 1989)

Type d'activité	Acuité olfactive	Obéissance	Agressivité	Méfiance
Police	+	+	++	-
Pistage	++	++	+	-
Liaison	+	+	-	+
Guide	-	++	+	-
Troupeau	+	+	+	0
Compagnie	0	0	+	

NB : ++ : indispensable ; + : souhaitable ; 0 : sans importance ; - : à éviter

Figure 6 – Exemple de profil comportemental racial (d'après Hart et Miller, 1985)

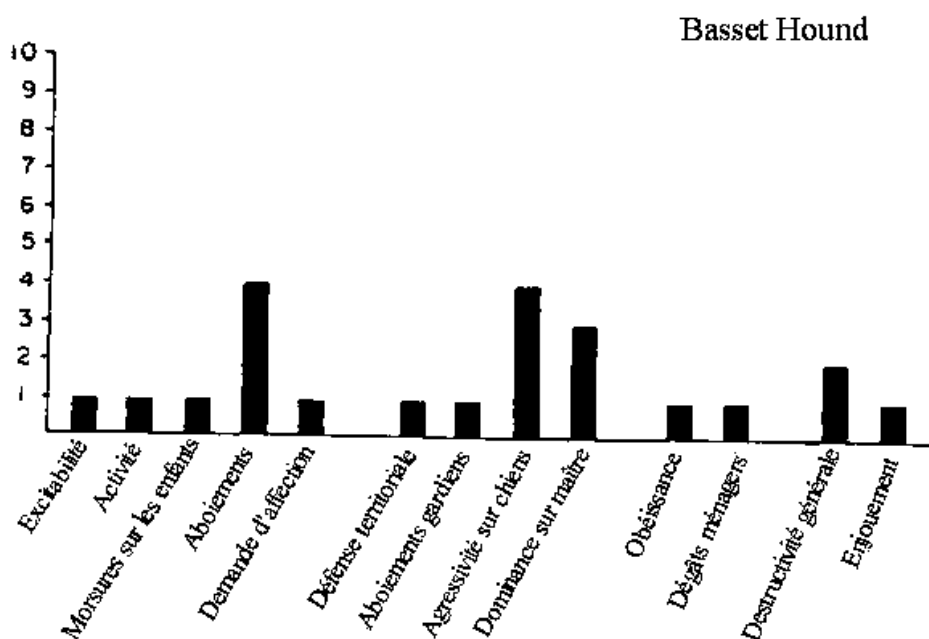


Tableau 7 – Classement des races canines selon les critères *obéissance* et *intelligence au travail* (d'après Coren, 1994, cité par Houpt et Willis, 2001)

Rang de classement	Race
1	Border Collie
2	Caniche
3	Berger Allemand
4	Golden Retriever
5	Dobermann
6	Shetland
7	Labrador
8	Épagneul nain
9	Rottweiler
10	Berger australien

de leurs bases de données. Les premières font la part belle à l'analyse des caractères comportementaux, ne s'intéressant que peu aux caractères physiques pourtant essentiels compte tenu de l'endurance nécessaire dans les épreuves de défense. Seule la dysplasie coxofémorale a fait l'objet de quelques publications (Mackenzie *et al.*, 1985).

Pfleiderer-Hogner (1979) a travaillé sur une base de données de concours Schutzhund – ensemble d'épreuves de pistage, d'obéissance et de défense/attaque – composée de 2046 performances. Les héritabilités estimées sont à peu près nulles, ce qui conduit Houpt et Willis (2001) à remettre en question la pertinence de l'organisation et du déroulement de l'épreuve, et à souhaiter une réforme du concours Schutzhund.

Mackenzie *et al.* (1985) font partie de ces rares personnes, avec Hedhammar (1976, cité par Willis, 1989), à s'être intéressées simultanément au *tempérament* et à la prédisposition à développer une dysplasie coxofémorale. Pour cela, ils ont mené leur étude sur 575 Bergers Allemands de l'armée américaine, classant les animaux sur une échelle de 1 à 9 pour chaque caractère, et en ont déduit des héritabilités correctes à fortes et une corrélation génétique négative entre les deux caractères.

Reuterwall et Ryman (1973) ont soumis 926 Bergers Allemands de 18 mois, élevés dans un centre de l'armée suédoise, à des tests de comportement. Leur base de données a permis à Willis (1976, cité par Courreau, 2004) de calculer les héritabilités associées. Celles-ci sont toutes faibles (tableau 8), ce que les auteurs attribuent à une sélection antérieure drastique ayant diminué la variabilité génétique. De plus, comme le suggèrent Mackenzie *et al.* (1986), la complexité du système de notation – que Willis (1989) va jusqu'à considérer *prompt à l'erreur* – et le caractère tardif des tests peuvent expliquer leur caractère faiblement discriminant.

Wilsson et Sundgren (1997a et 1997b) ont mené la dernière étude connue sur le Berger Allemand, dans l'un des plus grands centres d'entraînement européens, le centre d'entraînement canin de Suède. 1310 Bergers Allemands soumis à des tests standardisés leur ont permis d'estimer des héritabilités faibles à moyennes pour le caractère *sociabilité*.

Degauchy (1992) et Courreau (2004) sont les seuls à s'être intéressés au Berger Belge. Ils se sont pour cela attachés à analyser les résultats enregistrés aux différentes épreuves de Ring français. La base de données de Degauchy compte 564 animaux, celle de Courreau 2427 pour un total de performances de 15772. La méthode comprend une analyse de la variance d'origine paternelle pour Degauchy, puis pour les deux auteurs une estimation de l'héritabilité par l'intermédiaire d'un modèle *animal* et du maximum de vraisemblance restreint – méthode REML (tableau 9). Les héritabilités estimées sont faibles dans chacune de ces publications, mais permettraient selon Courreau la mise en place d'une indexation génétique à l'origine d'un programme de sélection.

II.B.1.c.2 – Etudes sur les qualités des chiens guides d'aveugles

Les premières des qualités recherchées pour l'utilisation en tant que chien guide d'aveugle sont la facilité de dressage et la relation exclusive avec le maître. C'est pour cela que les Labradors, Golden Retrievers et Bergers Allemands sont les plus souvent choisis pour cette tâche.

Ce domaine d'étude fait l'objet du soutien massif, notamment financier, des associations chargées de former les chiens guides d'aveugles. En effet, celles-ci se sont aperçues que, en se fournissant dans des élevages extérieurs sans connaître les qualités intrinsèques des animaux, beaucoup de chiens s'avéraient, à l'issue de l'entraînement, inaptes – ce qui retarde le placement auprès d'une personne aveugle et coûte inutilement du temps et de l'argent. Les associations ont donc décidé de mettre en place des systèmes de sélection et de créer leurs propres élevages, et sont pour cela demandeuses de recherches sur la génétique de leurs animaux, afin d'optimiser leur production.

Tableau 8 – Héritabilité de quelques caractères comportementaux chez le Berger allemand (Haupt et Willis 2001, d'après Reuterwall et Ryman, 1973)

Caractère	Héritabilités	
	Demi-frères	Demi-sœurs
Sociabilité	0,17	0,09
Aptitude à l'autodéfense*	-0,11	0,26
Aptitude à la défense du maître	0,04	0,16
Aptitude au combat	0,16	0,21
Courage	0,05	0,13
Résistance à un stress acoustique	-0,04	0,15
Aptitude à oublier des événements déplaisants	0,10	0,17
Capacité d'adaptation à des situations diverses	0,00	0,04

*autodéfense : défense de soi face à une agression directe.

Tableau 9 – Héritabilité des résultats aux épreuves du concours de chien de défense en Ring français chez le Berger belge (Courreau, 2004)

Épreuve	Héritabilité
Total des épreuves de saut (1)	0,18
Total des épreuves de suite (2)	0,07
Total des épreuves de rapport (3)	0,17
Épreuve des positions (4)	0,07
Total des épreuves d'attaque (5)	0,14
Total des épreuves d'attaque-garde (6)	0,14
Total des épreuves d'obéissance (2+3+4)	0,13
Total des épreuves de mordant (5+6)	0,16
Total de toutes les épreuves	0,07

Tableau 10 – Estimation d'héritabilités pour divers caractères comportementaux chez les chiens guides d'aveugles (d'après Goddard et Beilharz 1982, in Willis, 1989)

Caractère	H ² (en %)	Erreur standard
Réussite aux tests	44	13
Crainte	46	13
Distraction par un autre chien	9	8
Excitabilité	9	8

Les principaux caractères requis sont l'aptitude au dressage, la stabilité caractérielle, la sociabilité et la concentration au travail (Clerfeuille, 1988, cité par Denis, 1997).

Bartlett (1976, cité par Courreau, 2004) et Scott et Bielfelt (1976, cités par Houpt et Willis, 2001) sont les premiers à avoir estimé des héritabilités pour ces caractères. Leurs résultats restent décevants, n'étant pas significativement différents de 0, malgré des effectifs pouvant être importants.

Goddard et Beilharz (1982, 1983) ont mené leurs études sur les Labradors utilisés en Australie pour devenir guides d'aveugles. Malgré un faible effectif – 394 animaux seulement – ils ont estimé des héritabilités de grandeur moyenne, voire forte (tableau 10), confortant le Royal guide dogs centre dans sa volonté de sélection génétique.

Le programme de sélection de l'association américaine "The seeing eye" est mené depuis 1980 pour réduire le nombre de chiens rejetés pour inaptitude au travail de chien guide d'aveugle. Les caractères pris en compte sont à la fois physiques et comportementaux : poids, aptitude caractérielle et qualité des hanches. La sélection des géniteurs repose sur le calcul d'un indice génétique, après estimation des valeurs d'héritabilité (tableau 11). Un rapport concernant ce programme de sélection ("The seeing eye", 1988, cité par Courreau, 2004) montre comment une telle sélection a permis un recul significatif du nombre de refus pour inaptitude.

II.B.1.c.3 – Etudes sur les qualités de chasse

Les disciplines de chasse sont très variées, allant de la grande vénerie à la chasse à l'arrêt. Pourtant, chaque fois, les mêmes caractères sont recherchés chez le chien, à des degrés divers selon le style de chasse : caractères physiques – flair, vitesse et endurance –, concentration et capacité d'initiative, attention et soumission au maître (Courreau, 2004).

Empiriquement, la reconnaissance du caractère génétique des performances individuelles est établie dans le domaine de la grande vénerie. Coudert (1993, citée par Denis, 1997) a répertorié et décrit les pratiques de sélection au sein des équipages de vénerie, et en a déduit la prédominance du contrôle de performances individuelles.

L'essentiel des travaux scientifiques conduits sur des races de chasse porte sur les performances de chiens d'arrêt en concours *field-trials*. La première publication sur le sujet traite des performances de Drahthaars sur lièvre (Geiger, 1972, cité par Courreau, 2004). Les résultats obtenus (tableau 12) montrent une forte variance d'origine maternelle et une variance d'origine paternelle quasiment nulle. Le déterminisme génétique serait donc faible. Outre le fort effet maternel mis en évidence, on peut s'interroger sur le caractère discriminant des épreuves et sur la structure des données. On peut également noter la découverte d'une corrélation positive entre la *passion de la chasse* et la *peur du coup de feu*, ce qui est ennuyeux pour la sélection génétique (Geiger, 1972, cité par Stur, 1987).

Vangen et Klemetsdal (1988) ont étudié parallèlement les performances du Setter Anglais et du Spitz Finnois. Dans les deux cas, l'utilisation d'un modèle *père* a permis d'évaluer des héritabilités de valeurs faibles à moyennes (tableaux 13 et 14), et des répétabilités moyennes. Le problème principal rencontré lors de cette étude est le manque de données environnementales et la difficulté d'estimation de leurs effets. Un modèle animal utilisé sur les données du Spitz Finnois a mis en évidence une possibilité d'amélioration génétique par indices une fois les effets environnementaux mieux estimés et les données mieux normalisées.

Schmutz et Schmutz (1998) ont étudié l'héritabilité de 7 caractères distincts, plus ou moins évidents à objectiver, et du pointage total chez 5 races de chiens d'arrêt (tableau 15). Ils en ont déduit des héritabilités faibles à moyennes, probablement surestimées compte tenu de la méthode d'estimation utilisée (Courreau, 2004).

Tableau 11 – Valeurs d'héritabilités retenues pour le calcul des indices génétiques dans le programme d'élevage de la fondation "The seeing eye" ("The seeing eye", 1988, in Courreau, 2004)

Caractère	Berger allemand	Labrador retriever
Qualité des hanches	0,36	0,32
Aptitude caractérielle	0,15	0,31
Poids	0,30	0,30

Tableau 12 – Héritabilités des qualités de travail chez le Drahthaar (Geiger, 1972, in Houpt et Willis, 2001)

Caractère	Héritabilité d'après la variance d'origine :	
	Paternelle	Maternelle
Pistage du lièvre	0,03	0,46
Flair	0,01	0,39
Obéissance	0,01	0,19
Qualité de la quête	0,00	0,41

Tableau 13 – Héritabilités des qualités de travail chez le Setter anglais (d'après Vangen et Klemetsdal, 1988)

Caractère	Héritabilité	Répétabilité
Ardeur à la chasse	0,22	0,34
Style et vitesse	0,18	0,29
Qualité du travail	0,18	0,19
Coopération avec le maître	0,09	0,17
Pointage total	0,17	0,25

Tableau 14 – Héritabilités des qualités de travail chez le Spitz finnois (d'après Vangen et Klemetsdal, 1988)

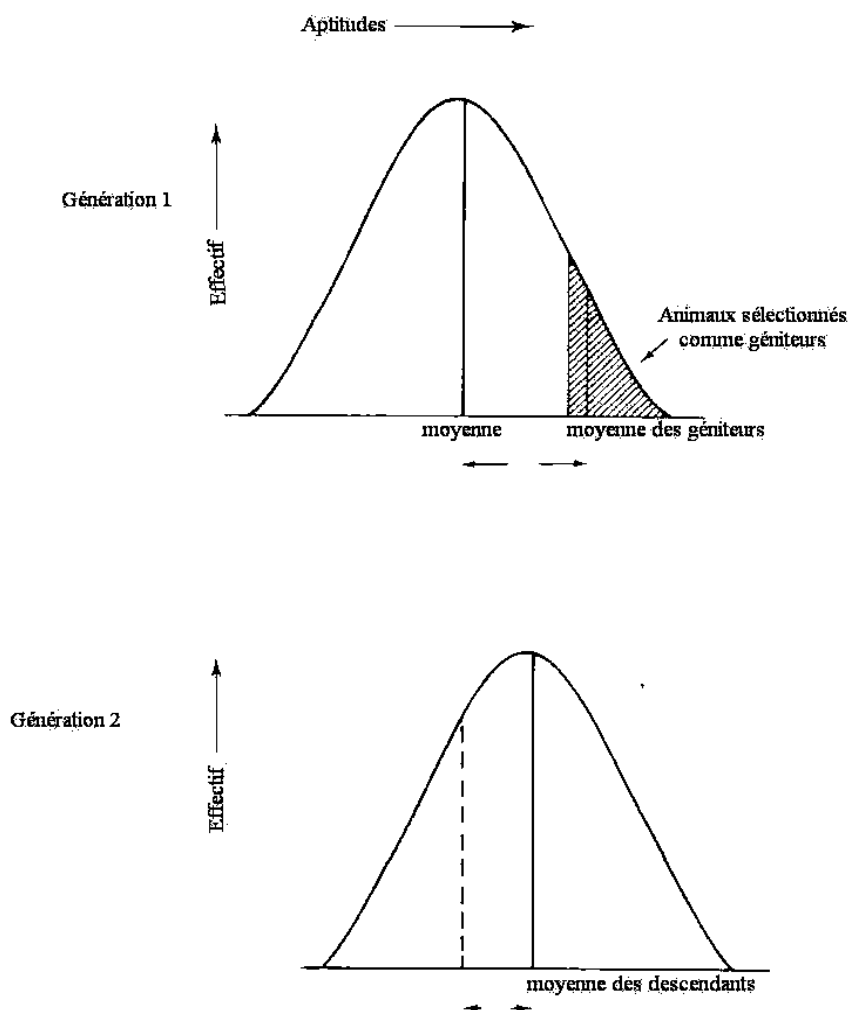
Caractère	Héritabilité	Répétabilité
Qualité de la recherche	0,07	0,31
Découverte du gibier	0,11	0,14
Marquage du gibier	0,04	0,16
Qualité des aboiements	0,02	0,28
Tenue au ferme	0,18	0,23
Suivi du gibier	0,10	0,22
Impression générale	0,09	0,15
Pointage total	0,11	0,19

Tableau 15 – Héritabilités des qualités de travail de 5 races de chiens d'arrêt (d'après Schmutz et Schmutz, 1998)

Race	Braque allemand	Drahthaar	Griffon	Epagneul de Munster	Pudel Pointer
Flair*	0,35	0,32	0,33	0,19	0,19
Recherche	0,48	0,31	0,18	0,19	0,12
Rapport à l'eau	0,13	0,32	0,30	0,24	0,31
Arrêt	0,25	0,13	0,13	0,31	0,10
Pistage	0,48	0,14	0,13	0,80	0,17
Passion au travail	0,31	0,14	0,20	0,22	0,05
Coopération avec le maître	0,22	0,34	0,08	0,25	0,09
Pointage total	0,34	0,27	0,22	0,33	0,08

* Le flair est une capacité olfactive (physique). Néanmoins, le flair prend ici en compte l'existence d'un comportement utilisant cette capacité olfactive pour servir un intérêt.

Figure 7 – Illustration des principes de sélection génétique pour des caractères à déterminisme polygénique (d'après Willis, 1989)



Les travaux les plus avancés sont sans nul doute ceux menés par Karjalainen *et al.* (1994, 1996) et Liinamo *et al.* (1997, 2004). L'étude menée sur un échantillon de 12432 présentations en concours de Spitz Finnois – 1683 individus différents – a su tenir compte de l'étude de Vangen et Klemetsdal (1988) et de ses conclusions, réutilisant notamment leur idée de modèle animal, analysée par la méthode REML. Les estimations d'héritabilités, faibles, rejoignent les résultats précédemment évoqués, et les effets de milieu sont très significatifs. Liinamo *et al.* (1997) proposent la mise en place d'un index génétique en raison des faibles héritabilités, afin d'améliorer la sélection génétique, et présentent les résultats de leur plan de sélection en 2004, lesquels sont tout à fait positifs.

II.B.1.c.4 – Etudes sur les qualités de course

La seule étude que nous avons pu retrouver sur les qualités de course est celle de Poncet (1992). Celle-ci s'inspire des travaux menés en espèce équine sur les performances de vitesse pour étudier l'héritabilité de la vitesse chez le Whippet lors des courses sur cynodrome. L'héritabilité estimée par la méthode REML est élevée – de l'ordre de 0,50 – ce qui peut être mis en rapport avec le caractère partiellement morphologique de l'aptitude à la course.

II.B.2 – Cas particulier – Etudes sur les qualités bergères

Le chien de conduite a su attirer l'attention des généticiens cynophiles de par le haut niveau de spécialisation atteint. Le Border Collie a tout particulièrement fait l'objet d'études dans le but d'améliorer cette race d'exception.

La sélection rationnelle et structurée du Border Collie a été initiée, dit-on, par l'ouvrage de Kelley (1949). Malgré de nombreux conseils de sélection et d'éducation – on y insiste notamment sur le rejet nécessaire de certains animaux timides – et l'intime conviction que la majorité des prédispositions génétiques des chiens de troupeau sont héréditaires, Kelley ne se place pas, dans le ton de son œuvre, en tant que généticien mais en tant que cynophile. Comme le fait cependant remarquer Denis (1997), *les résultats ont toutefois démontré l'efficacité de sa démarche*. Demille et Wall (1996) s'appuient d'ailleurs sur les recherches et données de Kelley pour justifier que les aptitudes du Border Collie sont régies par un déterminisme génétique polygénique.

Burns et Fraser (1966, cités par Willis, 1989) évoquent une expérience de croisement entre Border Collies et Pointers, laquelle laisserait supposer le caractère récessif des traits recherchés et sélectionnés chez le Border Collie.

À l'inverse, Pil'shchikov (1971, cité par Willis, 1989) évoque une autre expérience de croisement entre chiens de conduite européens et chiens de garde asiatiques, dans laquelle il montre la dominance de l'aptitude au troupeau sur son inaptitude. Burns (1969, cité par Courreau, 2004) a réalisé une étude intéressante pour les caractères *intérêt pour le troupeau*, *style de l'approche*, *coucher à proximité du troupeau*, *prise de possession* et *absence d'aboiement*. Son but était, par l'analyse de produits d'accouplements dirigés, de découvrir le mode de transmission de ces caractères, qu'il a estimé monogénique avec des relations de dominances incomplètes – ce que Willis (1989) trouve réducteur, envisageant plutôt des déterminismes complexes et quantitatifs. Il est intéressant, en outre, de noter que dans l'étude de Burns (1969, cité par Demille et Wall, 1996), une corrélation négative est suggérée entre les caractères *œil* et *puissance*. Le Border Collie serait donc un subtil équilibre entre des traits contradictoires.

McConnell et Baylis (1985) sont à l'origine d'une étude comportementale sur le Border Collie dans laquelle ils concluent, à l'issue d'une longue analyse des postures et du comportement lors de la conduite sur troupeau, que "the action patterns characteristic of the Border Collie are clearly genetically mediated and are not simply learned by extensive

training" – les actions typiques caractéristiques du Border Collie sont manifestement à transmission génétique et ne sont pas le simple et unique fait d'un apprentissage, même riche.

Denis (1997), dans son étude bibliographique, évoque le problème posé par l'évaluation des aptitudes du Border Collie. En effet, l'environnement joue un rôle énorme sur le chien, masquant son patrimoine génétique. Denis pense que, pour véritablement évaluer le potentiel génétique du Border Collie, il faudrait :

- soustraire le jeune chiot à un environnement *moutonnier* afin de ne pas dénaturer ses réactions naturelles – ce qui est irréaliste, car on s'éloigne par là même des conditions optimales d'éducation et de dressage,
- noter préférentiellement, dans les tests d'aptitudes et de sélection, la motivation et l'émotivité de l'individu.

II.C – MÉTHODES D'AMÉLIORATION UTILISÉES EN RACE BORDER COLLIE

Le déterminisme génétique des aptitudes bergères semble donc polygénique. Ainsi, la notation théorique du potentiel génétique des individus suit, pour l'ensemble de la population, une distribution normale centrée sur la performance moyenne théorique, comme le montre Willis (1989). La sélection consiste donc à évaluer le potentiel génétique de chaque individu afin de détecter les meilleurs éléments, lesquels seront utilisés comme reproducteurs. En effet, ceux-ci transmettront leurs aptitudes à leur descendance, améliorant ainsi, par la prédominance de leur héritage génétique au sein de la population, la moyenne théorique de cette population (figure 7).

Quels sont aujourd'hui les moyens mis en œuvre pour repérer les individus ayant les meilleurs potentiels, et comment ceux-ci sont-ils favorisés en reproduction ?

II.C.1 – Définition des traits comportementaux recherchés par les utilisateurs

Les deux outils principaux de dépistage des aptitudes génétiques et de sélection sont le TAN et le concours Border Collie sur ovins.

Pour les Border Collies, contrairement à de nombreuses autres races, le TAN est indispensable pour la confirmation d'un individu et donc son inscription définitive au LOF. Son but est, comme le rappelle Denis (1997, citant la Commission nationale d'élevage de la SCC du 17 février 1986) :

- d'éliminer les sujets hyper-émotifs, hyper nerveux et timides,
- de permettre la mise en évidence des aptitudes de base,
- de rester simple afin de simplement mettre en évidence la stabilité et l'équilibre de l'individu, pas son utilité.

Le TAN participe donc à l'évaluation du *profil psychologique* du chien, permettant ainsi de vérifier son adéquation à celui de la race.

Le concours "Border Collie sur ovins" constitue une épreuve d'utilisation, modélisation de la fonction complexe à laquelle le chien est destiné. Comme le fait remarquer Denis (1997), celui-ci ne peut être présenté qu'à l'issue d'un dressage long, ce qui rend la part de l'hérédité et de l'environnement *difficiles à démêler*.

Le fait de contourner un groupe d'animaux et notamment de brebis, paraît appartenir au patrimoine génétique du Border Collie. L'épreuve de Recherche met essentiellement en évidence cette aptitude du chien à contourner les brebis, ainsi que sa passion pour le troupeau. L'homme n'intervient dans cette épreuve que par d'éventuelles rectificatifs de trajectoire, et l'épreuve reste donc représentative des aptitudes du chien.

L'épreuve de Possession présente un intérêt certain pour l'évaluation de la relation qui s'établit entre le chien et le troupeau, mais contient malheureusement une lourde difficulté. En effet, la prise de possession est jugée à plusieurs centaines de mètres de distance, souvent sans appareils de vision lointaine, et par l'intermédiaire de la réaction des brebis.

La Conduite vers le maître est l'une des épreuves les plus remarquables de par sa nature. Le caractère mis en évidence est simple et objectif, et l'homme intervient peu sur le tracé. On peut y juger de la puissance, de l'œil, du style et de cette faculté d'anticipation sur les réactions des brebis que les Anglais nomment *sheep sense*.

La Conduite en triangle met en évidence les mêmes caractères que la Conduite vers le maître. On y retrouve donc la grande objectivité de jugement évoquée précédemment, mais l'influence humaine et le dressage se font davantage ressentir ici que sur la Conduite vers le maître. De plus, l'omniprésence des ordres du maître permet d'évaluer, outre l'obéissance du chien, l'appréciation que le conducteur a des réactions des brebis, la façon dont il les *lit* – le *sheep-reading* anglais. Le chien n'est donc ici pas le seul à être jugé.

L'épreuve de Contention/Séparation n'est malheureusement pas très représentative des aptitudes du chien. Certes, elle permet de juger de l'obéissance du chien et de sa puissance – qui s'extériorise dans son aptitude à séparer le troupeau en deux –, mais aussi et surtout du savoir-faire du conducteur – qui participe activement et physiquement à la séparation. Éprouvante, cette épreuve permet également de juger de la stabilité comportementale du Border Collie et de faire ressortir un éventuel comportement agressif et mordeur.

La mise en Enclos présente approximativement les mêmes défauts que la Contention, et met en évidence la puissance et l'œil du chien.

Le concours sur ovins, malgré ses limites, présente comme toute épreuve d'utilisation un triple intérêt (Denis, 1997) :

- elle demeure une épreuve de contrôle individuel, malgré sa complexité,
- le jugement est effectué par un juge étranger au chien, ce qui nuance l'appréciation de l'éleveur,
- la sélection sur descendance est aisée par ce mode de recueil des performances.

II.C.2 – Méthodes d'amélioration utilisées actuellement

La Commission de Sélection et d'Elevage – CSE – de l'AFBC voit le jour au début de l'année 2002, afin de "définir et promouvoir des géniteurs de qualité" (AFBC, bulletin de mars 2002).

Jusque là, la sélection du Border Collie en France était soumise au bon vouloir de ses détenteurs. Certes, les concours existaient déjà. Certes, l'AFBC publiait les résultats et ses recommandations dans des annuaires, mais l'utilisation de ces informations était libre, à tel point qu'Alain Cotté écrivit en 2001 que l'AFBC faisait *peu de cas de la sélection* (AFBC, bulletin de mars 2001). L'existence d'un TAN nécessaire à la confirmation a malgré tout su prévenir les dérives.

Aujourd'hui, la sélection du Border Collie n'est plus une vaste théorie applicable ou non par chacun. Sous l'impulsion de la CSE et en regard des exigences de la SCC, le club de race du Border Collie tente de redéfinir de façon stricte une conduite à tenir pour améliorer ses produits.

D'une part, l'amélioration passe par l'éradication des tares d'origine génétique, comme les tares oculaires et la dysplasie coxofémorale. D'autre part, la CSE s'est intéressée aux travaux de Courreau (2004) et a souhaité tenter une indexation du Border Collie sur la base des performances en concours – rappelons que c'est ce souhait qui est à l'origine de notre étude.

Parallèlement, la CSE est en train de mettre en place une grille de cotation de ses géniteurs afin de rendre la sélection plus claire, grille de cotation dans laquelle notre travail pourra éventuellement être incorporé. Celle-ci tient compte tant des aptitudes au travail que des qualités sanitaires des reproducteurs.

SECONDE PARTIE

ÉTUDE PERSONNELLE

I – MATÉRIEL

Le matériel utilisé est composé des notes obtenues par les Border Collies dans les concours *spécial Border* de l'AFBC se déroulant en France, ainsi que des informations relatives aux compétiteurs et aux concours auxquels ils ont participé.

Lesdites données ne sauraient être présentées brutes. Notre propos sera donc agrémenté d'une analyse de l'information disponible, préalable au traitement des données, afin de mieux cerner certains aspects de la performance et de son évaluation.

I.A – DONNÉES DISPONIBLES SUR LES INDIVIDUS, LES CONCOURS ET LES PERFORMANCES

Les données utilisées pour cette étude sont, d'une part, les mesures des performances individuelles, et d'autre part les informations relatives aux individus et au contexte dans lequel ont été enregistrées leurs performances.

I.A.1 – Constitution des fichiers de données

I.A.1.a – Origines des données

I.A.1.a.1 – Feuilles de pointage

Les feuilles de pointage – ou de jugement – sont des documents normalisés conçus par l'AFBC et fournis aux juges et organisateurs des concours. Leur forme a légèrement évolué au cours des 10 dernières années, sans modification de fond (figures 8 à 10). Les mêmes feuilles sont utilisées quel que soit le niveau du concours, lequel est simplement précisé en en-tête de façon manuscrite.

Ces feuilles de pointage permettent de répertorier les informations suivantes :

- variables d'information sur le compétiteur : nom, sexe, âge, numéro d'identification dermographique ou électronique, numéro LOF, conducteur,
- variables d'information sur le concours : lieu, date, niveau, juge,
- variables d'information sur les performances enregistrées : note de recherche, de prise de possession, de conduite vers le maître, de conduite en triangle, de contention, de mise en enclos, des pénalités d'ordre général et la note totale.

I.A.1.a.2 – Base de données généalogiques

La principale base de données généalogiques utilisée pour notre étude est le LOF du Border Collie, confié à la SCC par le Ministère de l'Agriculture, laquelle nous en a fourni une copie sur support informatique avec l'accord de l'AFBC (SCC, 2004). Ce livre répertorie les Border Collies nés en France ou à l'étranger dont les caractéristiques de conformité au standard de la race (FCI, 1988) ont été reconnues et ayant donc été inscrits définitivement au livre généalogique français de la race.

De cette base de données, on obtient les variables d'information suivantes : sexe, date de naissance, numéro LOF, numéro LOF du père, numéro LOF de la mère.

I.A.1.a.3 – Annuaire Border Collie

Ces recueils de données relatives aux concurrents des épreuves *spécial Border* et autres reproducteurs de la race sont disponibles auprès de l'AFBC. Ils n'ont pas été notre première source d'information sur les individus mais nous ont parfois permis d'effectuer quelques vérifications afin de distinguer deux individus, ou de compléter une donnée manquante sur un concurrent. En effet, de cette base de données peuvent être extraites les variables d'information suivantes : nom du chien, nom et adresse du propriétaire, date de naissance,

Figure 8 – Feuille de pointage, modèle des années 1990

CONCOURS BORDER COLLIE

1995

DATE : 19/10/96 CLASSE : III
LIEU : Rochefort TEMPS AUTORISE :
JUGE : Locheu
CONDUCTEUR : BALLET ADRESSE :
CHIEN : 4 ans AGE : HYENE SEXE : F N° TATOUAGE : M24 990
N° LOF :

	IPENALITES	FAUTES	POINTS PERDUS	OBSERVATIONS DU JUGE
IRECHERCHE/20				
I * Relance	-2			
I * Passage claires centrales	-10			
I * Nouveau départ	-15			
I * Coupure	-15			
IPRISE DE POSSESSION/10	-2 à -10			
ICONDUITE VERS LE MAITRE/20				
I * Par brebis à côté porte centrale	-1/2	III		
I * Changement de direction	-1		5	
I * Conduite : arrêt, éclatement, retour, hors ligne, pas de conduite	-1 à -15	-2		
ITRIANGLE/30				
I * Changement de direction	-1	II II 29		
I * Par brebis à côté des portes	-1/2		12	
I * Conduite	-1 à 25	2 2 2		
ICONTENTION, SEPARATION/10				
I * Par sortie du cercle	-1	II		
I * Par tentative	-3	I	5	
INENCLOS/10				
I * Par présentation	-1	I	1	
I * Par aide	-1			
IMORSURE élimination à la 2ème	-3			
IBREBIS PERDUE PAR OBSTACLE	-2			
POINTS MAXIMUM POSSIBLES	100		POINTS PERDUS	POINTAGE NET
			23	77
TEMPS UTILISE	12.4			

LE JUGE

[Signature]

Figure 9 – Feuille de pointage, premier modèle des années 2000

CONCOURS BORDER COLLIE 2000

DATE : 13/08/01

CLASSE : III

LIEU : Gannay

TEMPS AUTORISE : 4h10

JUGE : Cornuet

CONDUCTEUR : NEU HAUSER Peter

ADRESSE : 03 5. P. P. P.

CHIEN : ZITA

AGE :

SEXE : F

N° TATOUAGE :

VKF 259

N° LOF :

	PENALITES	FAUTES	POINTS PERDUS	OBSERVATIONS DU JUGE
RECHERCHE / 20			Maxi 20	
* Relance	-2	-2		
* Passage claires centrales	-10			
* Nouveau départ	-15			
* Coupure	-15			
* Autres (arrêt du chien) (trop lent)	-1 -2		-2	
PRISE DE POSSESSION / 10	-2 à -10		Maxi 10	
CONDUITE VERS LE MAÎTRE / 20			Maxi 20	
* Porte centrale (-3 si 1/2 du lot à côté) (-6 si plus)	-3 ou -6	-3		
* Changement de direction	-1	-1		
* Conduite tire bouchon	-1 à -3			
- arrêt	-1			
- éclatement	-3 à -6			
- retour en arrière	-3 à -5			
- hors ligne	-1 à -15	-3		
- pas de conduite	-15			
- autres			-7	
TRIANGLE / 30			Maxi 30	
* Changement de direction	-1	-1		
* Portes	-3 à -6	-3		
* Mauvais contournement	-5			
- arrêt	-1			
- éclatement	-3 à -6			
- retour en arrière	-3 à -5			
- hors ligne	-1 à -15	-3		
- pas de conduite	-5 à -20			
- virage trop large	-2 à -4			
- autres			-13	
CONTENTION - SEPARATION / 10			Maxi 10	
* Par sortie du cercle	-1		-1	
* Par tentative	-3			
ENCLOS / 10			Maxi 10	
* Par présentation	-1		-1	
* Par aide	-1			
MORSURE élimination à la 2ème	-3			
BREIS PERDUE PAR RUBRIQUE	-2			
POINTS MAXIMUM POSSIBLES : 100			POINTS PERDUS	POINTAGE NET
TEMPS UTILISE			24	76

LE JUGE

Figure 10 – Feuille de pointage, second modèle des années 2000



CONCOURS BORDER COLLIE

DATE : 15/05/07		LIEU : 15/05/07		JUGE : N. 111-07	
Nom : 15/05/07		Chien : 15/05/07		Sexe : 15/05/07	
Adresse : 15/05/07		LOF : 15/05/07		Tatouage : 15/05/07	
		Classe : 1 2 3		Qualificatif : oui non	

CT 39513

	Pénalités	Fautes	Points Perdus	Observations du juge
Recherche / 20			Maxi 20	
* Par Relance	-2	11	4	
* Passage Claies centrales	-10			
* Nouveau départ	-15			
* Coupure	-15			
* Autres :				
- Arret du chien	-1			
- Trop lent	-2	-2	2	
- Divers				
			sous Total :	
Prise de Possession / 10			Maxi 10	
	-2 à -10			
			sous Total :	
Conduite vers le Maître / 20			Maxi 20	
* Changement de direction	-1		1	
* Claie Centrale : (-3 si 1/2 à cote, -6 si plus)	-3 ou -6			
* Conduite tire-bouchon	-1 à -3			
* Par Arret	-1			
* Par Eclatement	-3 à -6			
* Par Retour Arrière	-3 à -5			
* Par Hors ligne	-1 à -15			
* Pas de conduite	-15	5	5	
* Mauvais Contournement	-1 à -5	5	5	
* Autre				
			sous Total :	
TRIANGLE / 30			Maxi 30	
* Par Changement de directions	-1			
* Claies	-3 à -6			
* Par Arret	-1			
* Par Eclatement	-3 à -6			
* Par Retour en arrière	-1 à -5			
* Par Hors ligne	-1 à -6	5	5	
* Pas de conduite	-5 à -20			
* Virage trop large	-2 à -4	4	4	
* Autres				
			sous Total :	
CONTENTION - SEPARATION / 10			Maxi 10	
* Sorties de cercle	-1	1		ARRÊT
* Tentatives	-3	1		
			sous Total :	
ENCLOS / 10			Maxi 10	
* Présentations	-1			
* Aides	-1			
			sous Total :	
Morsure (Elimination à la 2eme)	-3			Le juge :
Brebis perdue (par rubrique)	-2			
			sous Total :	
TOTAL POINTS PERDUS :			6	POINTAGE NET : 24

POINTS MAXIMUM : 100 pts	Temps Utilisé : 8 mm	CLASSEMENT : 1
---------------------------------	-----------------------------	-----------------------

* Elimination: Pas de points, pas de classement,

numéro LOF, date de confirmation, numéro de tatouage, nom du père, nom de la mère, appréciation qualitative des qualités de l'animal – œil, puissance. Nous avons utilisé les annuaires des années 1996 et 1999 (AFBC, 1996 et 1999) dans lesquels figuraient les chiens qui nous intéressaient.

I.A.1.b – Codification des variables des fichiers de données

Le tableau 16 récapitule les variables des fichiers de travail et présente les codes retenus pour ces variables. On y trouvera également les classes qui composent chaque variable.

I.A.1.c – Vérification des données saisies

La saisie des données issues des feuilles de pointage a été intégralement réalisée par la même personne, en l'occurrence nous-même.

Les données ont été saisies, vérifiées et corrigées dans des fichiers au format Microsoft ExcelND – fichiers *.xls. Ces données ont ensuite été transférées dans un fichier dbase en vue de leur traitement informatique et statistique par divers programmes, ce fichier dbase étant compréhensible et convertible par la majorité des logiciels d'exploitation et de calcul.

Les vérifications suivantes ont été faites :

- chaque numéro d'ordre NCN correspond bien à un seul et même chien : plusieurs animaux portent parfois le même nom et ne disposent ni d'affixe ni d'identification – du moins, ces informations ne sont pas retranscrites comme il le faudrait sur les feuilles de pointage. Il convenait donc de vérifier la cohérence de chaque individualité notée par un numéro d'ordre. Nous avons pour cela considéré un individu comme une combinaison stable de nom, affixe, numéro de tatouage, numéro de LOF et sexe. À noter que, dans les rares cas où toutes nos recherches n'ont pas permis de lever l'ambiguïté, ou lorsque celle-ci était levée sans que l'un des deux individus ne dispose d'un numéro LOF – concurrent non inscrit au LOF ? – il a été attribué au chien d'identité inconnue un numéro LOF factice, facile à repérer car débutant par un X ;
- il n'y a pas d'erreur de sexe, ni de date de naissance : là encore, les âges fournis sur les feuilles de pointage sont parfois très approximatifs, voire fantaisistes, et il a été nécessaire de se reporter au fichier LOF pour disposer d'un âge fiable ;
- il n'y a qu'une orthographe pour le nom d'un même juge, d'un même lieu ;
- il n'y a pas d'erreurs sur les notes obtenues en épreuve ; en effet, les feuilles de pointage sont parfois peu claires sur l'application des pénalités – telles que les pénalités pour perte du contrôle d'un animal –, et il est arrivé que celles-ci soient ajoutées à une note au lieu d'être comptabilisées à part, dans la rubrique *pénalités d'ordre général* ; il a donc été nécessaire, dans de rares cas, de rechercher le détail des pénalités afin de lever les ambiguïtés.

Ces vérifications ont essentiellement permis de corriger des erreurs liées à un manque de rigueur dans le remplissage des feuilles de pointage – lesquelles manquent parfois notoirement d'annotations, ce qui peut, dans les cas les plus extrêmes, les rendre inexploitable. À destination de l'AFBC, il nous est apparu intéressant de faire un bilan, à l'issue de la saisie, des erreurs et omissions réalisées par les personnes chargées de remplir les feuilles de pointage. Ces fautes sont reportées, avec leur fréquence, dans le tableau 17.

On constate que les défauts de remplissage sont nombreux, en particulier dans les en-têtes, et d'autant plus sur des données peu enclines à être retenues par la mémoire humaine – le numéro LOF, notamment. En fait, ce défaut de remplissage des en-têtes vient de ce que ceux-ci sont annotés "à la volée" lors du passage du concurrent, dont le conducteur fournit alors les informations qu'il a en mémoire, et que personne ne complète ces informations a posteriori.

Tableau 16 – Variables contenues dans les fichiers de travail

Code	Dénomination	Classes	
		Nombre	Description
NCN	Numéro d'ordre du chien	4544	Numéros de 1 à 4544
CN	Nom du chien	768	Noms de A à Z
LOF	Numéro de LOF du chien	4544	Numéros de 1 à 15391*
SEXE	Sexe	2	Femelle, Male
ACCOMP	Nom du conducteur	477	Noms de A à Z
ANNAIS	Année de naissance	20	Numéros de 1983 à 2002
DATNAIS	Date de naissance codée**	171	Numéros de 1 à 224
LOFP	Numéro de LOF du père	474	Numéros de 0 à 15391
LOFM	Numéro de LOF de la mère	788	Numéros de 0 à 15391
NCONC	Numéro d'ordre du concours	620	Numéros de 1 à 3003
LIEU	Nom du lieu du concours	89	Noms de A à V
MOIS	Mois du concours	11	Numéros de 2 à 12
ANNEE	Année du concours	9	Numéros de 1995 à 2003
DATCONC	Date de concours codée**	66	Numéros de 139 à 239
NIVEAU	Niveau du concours	3	Numéros de 1 à 3
JUGE	Nom du juge du concours	23	Noms de A à W
NEPR	Nom d'épreuve	8	Noms de C à T
NOTE	Note obtenue à l'épreuve	Selon l'épreuve, cf. tableau 29	

*Il existe également, pour les chiens non inscrits au LOF ou dont le numéro LOF n'a pu être retrouvé, un numéro factice généré pour les besoins de l'étude, facile à reconnaître car débutant par un X.

**les dates ont reçu un numéro d'ordre pour chaque couple mois-année

Tableau 17 – Principales fautes réalisées lors du remplissage des feuilles de pointage.

Type de faute	Fréquence
Numéro de LOF absent ou erroné	69,8 %
Numéro de tatouage absent ou erroné	7,3 %
Sexe absent	11,7 %
Âge absent	26,8 %
Nom du concurrent absent ou erroné	1 %
Nom du conducteur absent ou erroné	1 %
Nom du juge absent	10,2 %
Pénalités annexes mal réparties	8,3 %
Barème non détaillé	2 %
Feuille illisible	2,4 %

Les erreurs d'inattention lors de la saisie ont été rarissimes et corrigées sans mal.

À l'issue de la saisie de données, nous sommes en présence de 2 fichiers distincts, l'un répertoriant les performances et l'autre la généalogie des Border Collies. Ces 2 fichiers seront par la suite unis en un fichier complet au moyen d'une variable commune, le numéro d'inscription au LOF des concurrents.

I.A.2 – Descriptif des données saisies

I.A.2.a – Descriptif des données relatives à l'individu

Les variables sont récapitulées dans le tableau 16. Ce fichier contient 4544 chiens, dont 899 ont des résultats en compétition figurant dans notre fichier ; l'appellation *concurrents* fait référence à ces 899 chiens.

Un numéro d'ordre – NCN – a été affecté à chaque chien, dont l'individualité est vérifiée par l'homogénéité de la combinaison Nom - Numéro de LOF - Numéro de tatouage - Sexe.

Le tableau 18 présente la distribution des concurrents selon les classes de sexe – femelle et mâle. On constate que les femelles sont légèrement plus représentées en concours que les mâles, sans pour autant avoir une participation très majoritaire (54,3%). Malgré toutes nos recherches, un certain nombre de chiens n'ont pu être sexés – chiens sans numéro LOF ni tatouage répertoriés...

On constate parallèlement que l'écart entre nombre de concurrents femelles et mâles, s'il reste significatif, est moins important que dans leur participation respective en concours. En effet, une femelle concourt en moyenne 6,8 fois dans sa carrière, alors qu'un mâle concourt 6,3 fois, creusant ainsi légèrement l'écart entre participations femelles et mâles.

La date de naissance est connue pour 723 concurrents – soit 80,42 % des concurrents. Le tableau 19 présente la distribution des participations selon la date de naissance du concurrent, réduite à l'année. Ces individus nés entre 1983 et 2002 ont participé, à des âges compris entre moins d'un an et 12 ans (tableau 20), à des concours se déroulant de 1995 à 2003 (cf. tableau 23).

On constate que les concurrents peuvent être d'âges très variés, même si peu de concurrents ont plus de 7 ans. Les chiens de 2 ans à 3,5 ans ont la participation relative la plus forte. L'âge moyen de participation se situe entre 4 et 4,5 ans.

Sur les 899 concurrents, 335 sont de parents inconnus, soit 37,26 % des concurrents. Pour les 564 dont au moins un parent est connu, le tableau 21 décrit la population parentale.

Les pères sont 474 et ont, en moyenne, 5,90 produits ayant concouru (de 1 à 86). Les mères sont 788 et ont, en moyenne, 3,55 produits ayant concouru (de 1 à 20).

159 pères (33,54 % des pères et 17,69 % des concurrents) et 216 mères (27,41 % des mères et 24,03 % des concurrents) sont eux-mêmes concurrents. Nous avons donc 375 concurrents-parents, ce qui signifie que 41,71 % des concurrents ont une descendance ayant concouru.

Concernant la variable *conducteur* – ACCOMP –, on note un très grand nombre de classes – 477 – et un nombre faible de chiens conduits par le même conducteur – un même conducteur conduit en moyenne 1,94 chiens, et 57,72 % d'entre eux n'en ont conduit qu'un seul sur la période étudiée (tableau 22). Ce faible nombre est en partie régi par le règlement intérieur des concours (AFBC, 2003), dont l'article 6 limite à 2 le nombre de présentations de chiens par conducteur lors d'un même concours.

Tableau 18 – Distribution des chiens concurrents selon les classes de sexe

Participations					Concurrents				
Classe	Femelle	Mâle	?	Total	Classe	Femelle	Mâle	?	Total
Nombre	2962	2365	128	5455	Nombre	436	375	90	899
%	54,3	43,3	2,4	100	%	48,4	41,6	10	100

Tableau 19 – Distribution des participations selon la date de naissance du concurrent, réduite à l'année.

Année de naissance	Effectif	Pourcentage de participations
Inconnue	176	3,23
1983	1	0,02
1984	17	0,31
1985	23	0,42
1986	50	0,92
1987	46	0,84
1988	13	0,24
1989	136	2,49
1990	277	5,08
1991	209	3,83
1992	250	4,58
1993	602	11,04
1994	497	9,11
1995	703	12,89
1996	716	13,13
1997	570	10,45
1998	480	8,80
1999	349	6,40
2000	214	3,92
2001	118	2,16
2002	8	0,15
Total	5455	100

Tableau 20 – Distribution des participations selon l'âge du concurrent arrondi au ½ an supérieur.

Âge	Fréquence	Pourcentage de participations
0,1*	176	3,23
1,5**	357	6,54
2	405	7,42
2,5	622	11,40
3	482	8,84
3,5	576	10,56
4	378	6,93
4,5	474	8,69
5	271	4,97
5,5	375	6,87
6	227	4,16
6,5	279	5,11
7	167	3,06
7,5	183	3,35
8	95	1,74
8,5	115	2,11
9	80	1,47
9,5	77	1,41
10	49	0,9
12	67	1,23

* Cet âge correspond aux chiens d'âge indéterminé

** Cet âge correspond aux chiens de moins de 1,5 an

Tableau 21 – Description de la population des parents de concurrents

	Nombre de parents		
	Concurrents	Non concurrents	Total
Pères	159	315	474
Mères	216	572	788
Total	375	887	1262

Tableau 22 – Nombre de concurrents menés par un même conducteur, et nombre et pourcentage de conducteurs ayant mené ce nombre de concurrents.

Nb de concurrents menés	Nb de conducteurs dans ce cas	% de conducteurs
1	273	57,72
2	92	19,45
3	46	9,73
4	31	6,55
5	14	2,96
6	8	1,69
7	4	0,85
8	2	0,42
10	2	0,42
12	1	0,21

I.A.2.b – Descriptif des données relatives aux concours

Les variables sont récapitulées dans le tableau 16. Le fichier contient 620 concours, un concours étant défini comme une combinaison *niveau du concours – lieu du concours – année du concours – mois du concours*.

Ces concours ont permis d'enregistrer 5455 participations.

Chaque concours a été affecté d'un numéro d'ordre particulier noté NCONC.

Il existe 3 niveaux de concours. Notons que tous les concours organisés disposent en général des 3 niveaux de difficulté, à condition que l'effectif présenté audit niveau soit suffisant : 5 individus pour le niveau 3, 3 pour le niveau 2, effectifs minimaux prévus par le règlement (AFBC, 2003). Un quatrième niveau de concours existe, mais nous avons choisi de ne pas le conserver pour notre étude, celui-ci bénéficiant d'une organisation et d'un règlement assez différents des 3 autres niveaux et ne comportant qu'un très petit nombre de performances enregistrées en regard des autres niveaux, ce qui ne permettrait pas une étude précise.

Le tableau 23 permet d'apprécier la distribution du nombre de concours, concurrents et participations selon le niveau et l'année. On constate que le nombre de concurrents augmente proportionnellement au niveau. Dans la plupart des cas, en effet, un chien gravit assez rapidement les premiers niveaux, puis réalise l'essentiel de sa carrière en niveau 3. Un concurrent se présente en moyenne 2,4 fois à des concours de niveau 1, puis 3,7 fois à un concours de niveau 2 et enfin 10 fois à un concours de niveau 3 (tableau 24).

Il est important de noter que la collecte de données est aussi exhaustive que possible, seuls de rares concours ont été évincés de la saisie en raison de feuilles rendues illisibles par une mauvaise conservation. Ainsi, on constate qu'au cours du temps, le nombre de concours organisés reste stable.

En revanche, on peut remarquer une augmentation modérée mais constante des participations, et ce quel que soit le niveau considéré. Cela dit, le tableau 25 nous montre la distribution des concours en fonction de leur nombre de participants. Moins de 10 % des concours ont moins de 4 participants. Une proportion importante de ces concours à faible effectif aurait pu entraîner une baisse de précision de nos calculs, mais la valeur de 10 % nous paraît acceptable, et ne nécessite pas la suppression de ces concours de notre étude, comme cela avait été le cas pour Courreau (2004).

Les concours se sont déroulés dans 89 lieux différents. Ces lieux sont assez bien répartis sur l'ensemble du territoire français, même si l'on constate que le Nord-Est est quelque peu délaissé au profit de la moitié Ouest et du Sud du pays, la carte de répartition des concours se calquant ainsi assez fidèlement sur celle des grandes régions d'activité d'élevage ovin français.

En un même lieu, le nombre de participations enregistrées va de 6 à 351 (tableau 26).

Notons également qu'en un même lieu, le nombre de concours organisés sur la période étudiée est très variable, allant de 1 à 24 :

- 43 lieux, soit 48 %, ont organisé 3 concours ou moins sur la période étudiée – soit une seule manifestation sur la période, ladite manifestation regroupant en général trois concours simultanément, un par niveau –, ce cas de figure représentant 117 concours, soit 18,9 % du nombre total de concours étudiés ;
- 68 lieux, soit 76 %, ont organisé moins de 10 concours sur la période étudiée – soit au plus 1 concours par an –, ce cas de figure représentant 270 concours, soit 43,5 % du nombre total de concours étudiés ;
- 8 lieux, soit 9 %, ont organisés 18 concours ou plus sur la période étudiée, soit plus de 2 concours par an en moyenne ; ce cas de figure représente 171 concours, soit 27,6 % du nombre total de concours étudiés.

Tableau 23 – Distribution des concours / participations/ concurrents / nombre moyen de participations par concours selon leur année d'organisation et leur niveau

An	Niveau			
	1	2	3	Tous
1995	16 / 78 / <u>59</u> / 4,87	19 / 101 / <u>54</u> / 5,32	19 / 245 / <u>70</u> / 12,89	54 / 424 / <u>170</u> / 7,85
1996	27 / 182 / <u>108</u> / 6,74	27 / 131 / <u>74</u> / 4,85	28 / 294 / <u>86</u> / 10,5	82 / 607 / <u>239</u> / 7,40
1997	20 / 162 / <u>111</u> / 8,1	22 / 164 / <u>72</u> / 7,45	21 / 256 / <u>73</u> / 12,19	63 / 582 / <u>238</u> / 9,24
1998	25 / 224 / <u>118</u> / 8,96	26 / 200 / <u>82</u> / 7,69	25 / 268 / <u>78</u> / 10,72	76 / 692 / <u>250</u> / 9,10
1999	25 / 237 / <u>130</u> / 9,48	26 / 199 / <u>78</u> / 7,65	26 / 265 / <u>75</u> / 10,19	77 / 701 / <u>261</u> / 9,11
2000	21 / 180 / <u>94</u> / 8,57	26 / 150 / <u>58</u> / 5,77	24 / 255 / <u>76</u> / 10,62	71 / 585 / <u>206</u> / 8,24
2001	24 / 211 / <u>123</u> / 8,79	26 / 194 / <u>76</u> / 7,46	26 / 297 / <u>76</u> / 11,42	76 / 702 / <u>245</u> / 9,24
2002	24 / 189 / <u>116</u> / 7,87	26 / 216 / <u>76</u> / 8,31	26 / 345 / <u>91</u> / 13,27	76 / 750 / <u>252</u> / 9,87
2003	15 / 108 / <u>60</u> / 7,2	16 / 110 / <u>47</u> / 6,87	14 / 194 / <u>67</u> / 13,86	45 / 412 / <u>170</u> / 9,16
Total	197 / 1571 / <u>663</u> / 7,97	214 / 1465 / <u>400</u> / 6,85	209 / 2419 / <u>243</u> / 11,57	620 / 5455 / <u>899</u> / 8,8

Tableau 24 – Nombre moyen de participations d'un individu aux différentes classes de niveaux de concours

Niveau	1	2	3
Participations	1571	1465	2419
Concurrents	663	400	243
Participations/Concurrents	2,4	3,7	10

Tableau 25 – Nombre de participants par concours, et nombre et pourcentage de concours ayant atteint ce nombre de participants.

Nombre de participants par concours	Nombre de concours	% de concours
1	10	1,61
2	15	2,42
3	34	5,48
4	49	7,89
5	60	9,66
6	59	9,50
7	56	9,02
8	63	10,14
9	52	8,37
10	52	8,37
11	37	5,96
12	22	3,54
13	23	3,70
14	23	3,70
15	12	1,93

Nombre de participants par concours	Nombre de concours	% de concours
16	9	1,45
17	8	1,29
18	7	1,13
19	5	0,81
20	2	0,32
21	7	1,13
22	2	0,32
23	5	0,81
24	2	0,32
25	1	0,16
26	1	0,16
28	2	0,32
34	1	0,16
35	1	0,16
36	1	0,16

Tableau 26 – Nombre et pourcentage de participations par lieu

Lieu (n° de département)	Nombre de participations	% de participations
Abbeville (80)	57	1,04
Agonges (03)	12	0,22
Angrie (49)	101	1,85
Beaumarches (32)	104	1,91
Biran (32)	34	0,62
Bomy (62)	8	0,15
Carcassonne (11)	27	0,49
Castelnau de Brassac (81)	28	0,51
Champagnac (15)	58	1,06
Creysse (46)	19	0,35
Espezet (11)	34	0,62
Esteville (76)	6	0,11
Fargues St Hilaire (33)	108	1,98
Fontenilles (31)	180	3,30
Ginals (82)	18	0,33
Givrand (85)	191	3,50
Glomel (22)	74	1,36
Gournay (36)	101	1,85
Grendelbruch (67)	7	0,13
Guilligomarch (29)	106	1,94
Hannaches (60)	43	0,79
His (31)	19	0,35
Huelgoat (29)	59	1,08
Janzé (35)	35	0,64
Jully les Buxy (71)	119	2,18
Kergloff (29)	48	0,88
La Bastide (46)	21	0,38
La Caboterie (03)	14	0,26
La Grignonais (44)	223	4,09
La Mongie (65)	20	0,37
La Sauve (33)	66	1,21
Lanrodec (22)	218	4,00
Lartigue (32)	23	0,42
Lautrec (81)	34	0,62
Liglet (86)	45	0,82
Ligne (44)	54	0,99
Lincel (04)	48	0,88
Liorac (24)	166	3,04
Maranwez (08)	22	0,40
Maresville (62)	18	0,33
Masseube (32)	38	0,70
Mesmont (08)	158	2,90
Montesquiou (32)	28	0,51
Montiers (60)	18	0,33
Morlaix (80)	17	0,31

Tableau 26 – Nombre et pourcentage de participations par lieu (suite)

Lieu (n° de département)	Nombre de participations	% de participations
Naves (81)	118	2,16
Noirterre (79)	30	0,55
Obreck (57)	24	0,44
Orcival (63)	22	0,40
Pléneuf (22)	291	5,33
Ploermel (56)	36	0,66
Plounevez-Moedec (22)	18	0,33
Pommeret (22)	46	0,84
Pont l'Abbé (29)	21	0,38
Prades (*)	25	0,46
Proussy (14)	177	3,24
Quintin (22)	68	1,25
Rambouillet (78)	351	6,43
Ramillies (59)	31	0,57
Rives (*)	16	0,29
Rocamadour (46)	45	0,82
Rochefort (*)	56	1,03
Sarrancolin (65)	25	0,46
Seglien (56)	32	0,59
Semalens (81)	20	0,37
Sénéjac (*)	15	0,27
Sommepey (51)	13	0,24
Soulaire et bourg (49)	26	0,48
Saint Antoine (33)	13	0,24
Saint Armel (35)	78	1,43
Saint Eloi (*)	25	0,46
Saint Gaudens (31)	44	0,81
Saint Germain (24)	94	1,72
Saint Gervais (63)	66	1,21
Saint Irieix (*)	44	0,81
Saint Malo (*)	33	0,60
Saint Palais (03)	19	0,35
Saint Plaisir (03)	94	1,72
Saint Sauveur (*)	25	0,46
Talmont (85)	56	1,03
Thévet Saint Julien (36)	16	0,29
Thourie (35)	96	1,76
Tocqueville (*)	29	0,53
Tourettes (06)	92	1,69
Tourmalet (65)	61	1,12
Varaignes (24)	33	0,60
Vasles (79)	94	1,72
Vaunaveys (26)	24	0,44
Ventron (88)	86	1,58

* localité dont le département n'a pas été précisé sur les feuilles de pointage et dont il existe plusieurs homonymes en France métropolitaine.

La périodicité d'organisation d'un concours en un même lieu permet de juger notamment de la technicité des organisateurs et de la qualité de leurs infrastructures (terrain et brebis adaptés, etc.).

Un concours regroupe en moyenne 7,97 concurrents au niveau 1, 6,85 au niveau 2 et 11,57 au niveau 3 (tableau 23). De façon plus globale, 8,8 concurrents se présentent en moyenne à chaque concours.

Les concours sont organisés de février à décembre, avec toutefois des maxima en période estivale, d'avril à septembre. 89,7 % des concours ont lieu durant ces 6 mois, dont 27 % en juillet (tableau 27).

Lors d'un concours, les concurrents sont jugés par un juge seul. 23 juges différents ont été enregistrés dans notre fichier.

Un juge a jugé en moyenne 27 concours, mais les différences d'implication sont très importantes (tableau 28). Le nombre de performances jugées par un juge va de 1 à 618, avec une moyenne de 237,2 performances jugées par juge. On retrouve à cette occasion le score moyen de 8,8 concurrents par concours.

I.A.2.c – Descriptif des données relatives aux performances

Les variables sont récapitulées dans le tableau 16. Le fichier contient 899 concurrents ayant participé à 620 concours, pour un total de 5455 participations.

Le tableau 23 représente la distribution des participations selon l'année et le niveau du concours. Rappelons que celles-ci montrent une croissance modérée mais constante dans le temps.

Rappelons également qu'un concurrent se présente en moyenne 2,4 fois à des concours de niveau 1, 3,7 fois à un concours de niveau 2 et enfin 10 fois à un concours de niveau 3 (cf. tableau 24).

Le tableau 29 présente le nom des épreuves et le barème qui leur est associé, ainsi que la codification adoptée pour chaque épreuve. Notons que nous avons choisi de fusionner les épreuves de même nature, quel que soit le niveau dans lequel elles se déroulent. En effet, le règlement (AFBC, 2003) reste très proche d'un niveau à l'autre, les variations demeurant très limitées, et l'on peut considérer qu'une même épreuve est représentative d'une même qualité, d'un même trait de l'animal, quel que soit le niveau considéré.

Les figures 11 à 17 présentent la distribution des notes obtenues par épreuve et par niveau, ainsi que les tableaux de données correspondant (tableaux 30 à 36).

Ces distributions sont très dissymétriques, toujours fortement décalées vers les notes les plus élevées du barème proposé ; comme l'avait déjà constaté Courreau (2004), cette échelle est utilisée d'autant plus partiellement que l'exécution de l'épreuve est simple et que les pénalités sont peu variées.

Seules quelques notes ont des distributions qui évoquent une courbe gaussienne. On peut citer notamment l'épreuve du triangle – si l'on omet les notes nulles – (figure 14) et la note totale (figure 17). Notons que ces épreuves sont celles jugées comme les plus complexes et auxquelles peuvent s'appliquer un grand nombre de pénalités.

On ne constate pas de différences de distribution majeures, pour une même épreuve, d'un niveau à l'autre.

Tableau 27 – Distribution des concours / participations en fonction des mois de l'année

Mois	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Nb concours	2	9	68	52	112	167	84	73	44	3	6	620
Nb participations	34	90	793	509	994	1444	655	534	339	15	48	5455
% concours	0,3	1,5	11	8,4	18,1	27	13,5	11,7	7	0,5	1	100
% participations	0,6	1,6	14,5	9,3	18,2	26,6	12	9,8	6,2	0,3	0,9	100

Tableau 28 – Liste des juges, nombre et pourcentage de performances et de concours jugés par chacun d'eux.

Nom du juge	Performances jugées		Concours jugés	
	Nombre	%	Nombre	%
Allouis	385	7,06	44	6,68
Cacheux	307	5,63	35	5,31
Calmet	50	0,92	6	0,91
Clément	326	5,98	33	5,01
Cornuet	356	6,53	34	5,16
Cotte	119	2,18	23	3,49
Dauvois	453	8,30	55	8,35
Delgove	618	11,33	67	10,17
Etienne	1	0,02	1	0,15
Grzybowski	29	0,53	3	0,46
Heintz	354	6,49	48	7,28
Hugo	178	3,26	28	4,25
Jolly	157	2,88	27	4,10
Leroux	116	2,13	13	1,97
Lorcy	54	0,99	9	1,37
Martinon	394	7,22	54	8,19
Nargeot	98	1,80	9	1,37
Nivelle	397	7,28	53	8,04
Porcher	52	0,95	9	1,37
Rivalain	509	9,33	49	7,44
Spriet	129	2,36	18	2,73
Vrignon	290	5,32	31	4,70
Wolters	83	1,52	10	1,52

Tableau 29 – Dénomination des épreuves, barème et codification associés

Épreuve		Note maximale
Code	Nom	
RECH	Recherche du troupeau	20
POSS	Prise de possession du troupeau	10
COND	Conduite du troupeau	20
TRIA	Réalisation d'un triangle	30
CONT	Contention d'un animal	10
ENCL	Mise en enclos	10
TOT1	Note globale intermédiaire, sans application des pénalités d'ordre général	100
TOT2	Note globale finale, après application des pénalités d'ordre général	100

Figure 11 – Distribution des notes obtenues en Recherche selon le niveau

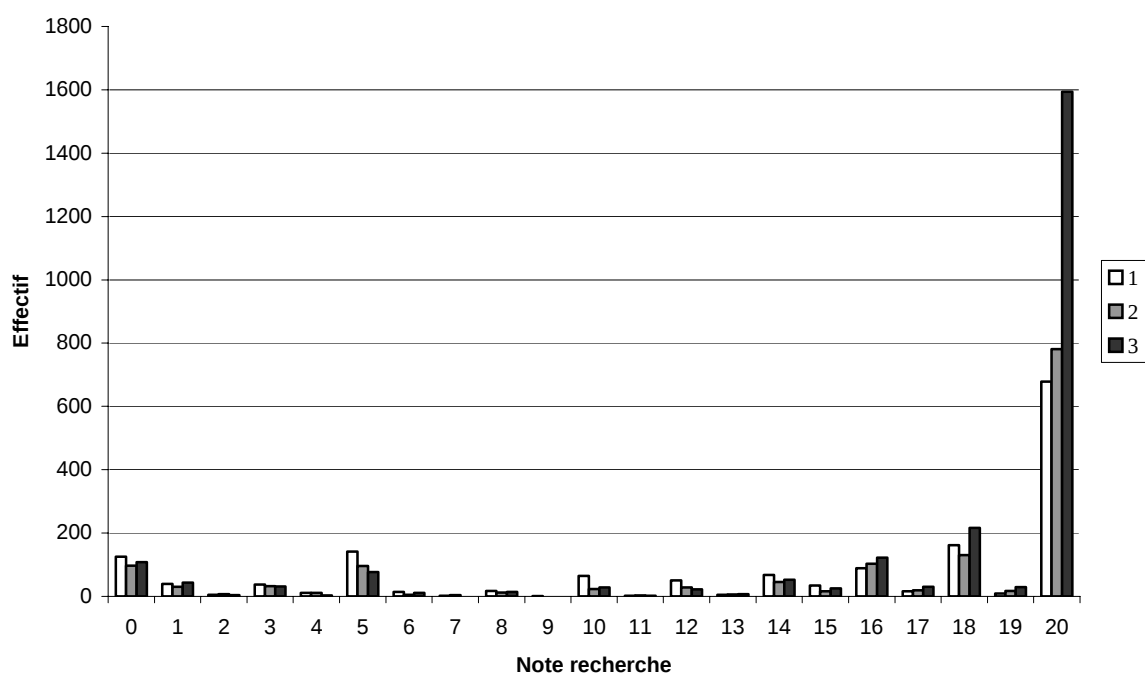


Tableau 30 – Distribution des notes obtenues en Recherche selon le niveau

Note de Recherche	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	125	97	108	330
1	39	30	43	112
2	5	7	4	16
3	37	32	31	100
4	11	11	3	25
5	141	96	77	314
6	14	5	11	30
7	2	4		6
8	17	12	14	43
9	1	0	0	1
10	65	23	28	116
11	2	3	2	7
12	51	28	22	101
13	5	6	7	18
14	68	45	53	166
15	34	16	25	75
16	89	103	122	314
17	16	19	30	65
18	162	130	216	508
19	9	17	29	55
20	678	781	1594	3053
Total	1571	1465	2419	5455

Figure 12 – Distribution des notes obtenues en Possession selon le niveau

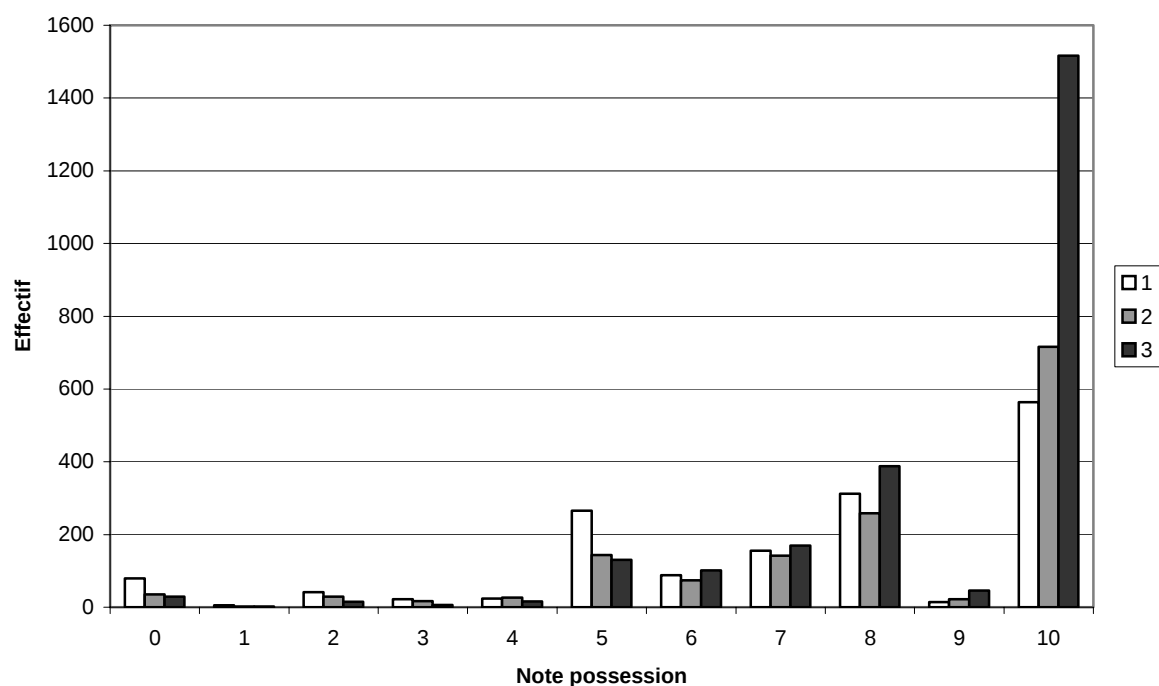


Tableau 31 – Distribution des notes obtenues en Possession selon le niveau

Note de Possession	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	79	35	29	143
1	5	2	2	9
2	41	29	15	85
3	22	17	6	45
4	24	26	16	66
5	266	143	130	539
6	88	74	101	263
7	156	142	170	468
8	312	259	388	959
9	14	22	46	82
10	564	716	1516	2796
Total	1571	1465	2419	5455

Figure 13 – Distribution des notes obtenues en Conduite selon le niveau

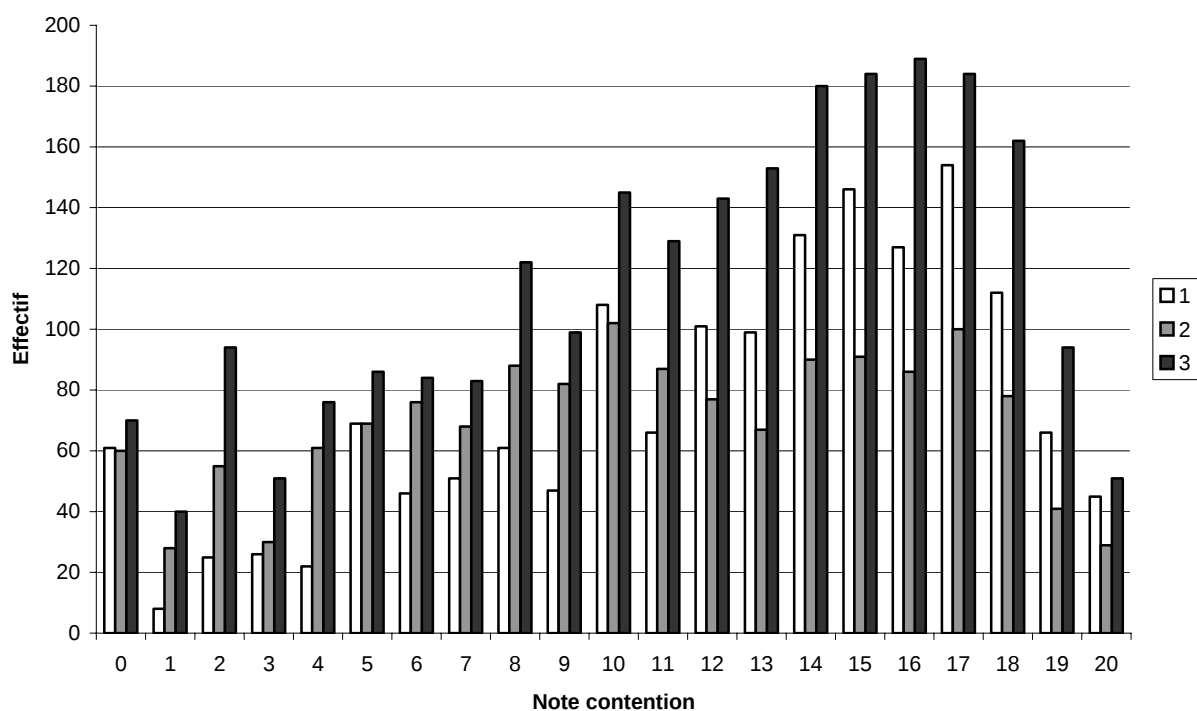


Tableau 32 – Distribution des notes obtenues en Conduite selon le niveau

Note de Conduite	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	61	60	70	191
1	8	28	40	76
2	25	55	94	174
3	26	30	51	107
4	22	61	76	159
5	69	69	86	224
6	46	76	84	206
7	51	68	83	202
8	61	88	122	271
9	47	82	99	228
10	108	102	145	355
11	66	87	129	282
12	101	77	143	321
13	99	67	153	319
14	131	90	180	401
15	146	91	184	421
16	127	86	189	402
17	154	100	184	438
18	112	78	162	352
19	66	41	94	201
20	45	29	51	125
Total	1571	1465	2419	5455

Figure 14 – Distribution des notes obtenues en Triangle selon le niveau

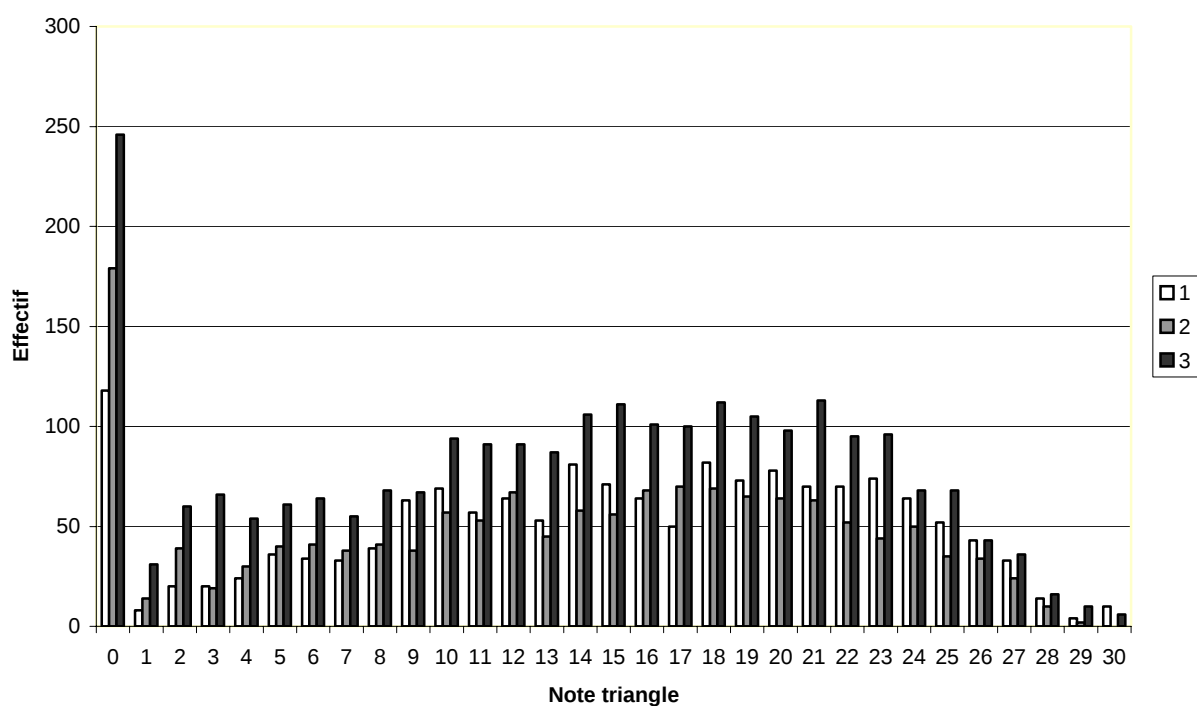


Tableau 33 – Distribution des notes obtenues en Triangle selon le niveau

Note de Triangle	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	118	179	246	543
1	8	14	31	53
2	20	39	60	119
3	20	19	66	105
4	24	30	54	108
5	36	40	61	137
6	34	41	64	139
7	33	38	55	126
8	39	41	68	148
9	63	38	67	168
10	69	57	94	220
11	57	53	91	201
12	64	67	91	222
13	53	45	87	185
14	81	58	106	245
15	71	56	111	238

Note de Triangle	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
16	64	68	101	233
17	50	70	100	220
18	82	69	112	263
19	73	65	105	243
20	78	64	98	240
21	70	63	113	246
22	70	52	95	217
23	74	44	96	214
24	64	50	68	182
25	52	35	68	155
26	43	34	43	120
27	33	24	36	93
28	14	10	16	40
29	4	2	10	16
30	10	0	6	16
Total	1571	1465	2419	5455

Figure 15 – Distribution des notes obtenues en Contention selon le niveau

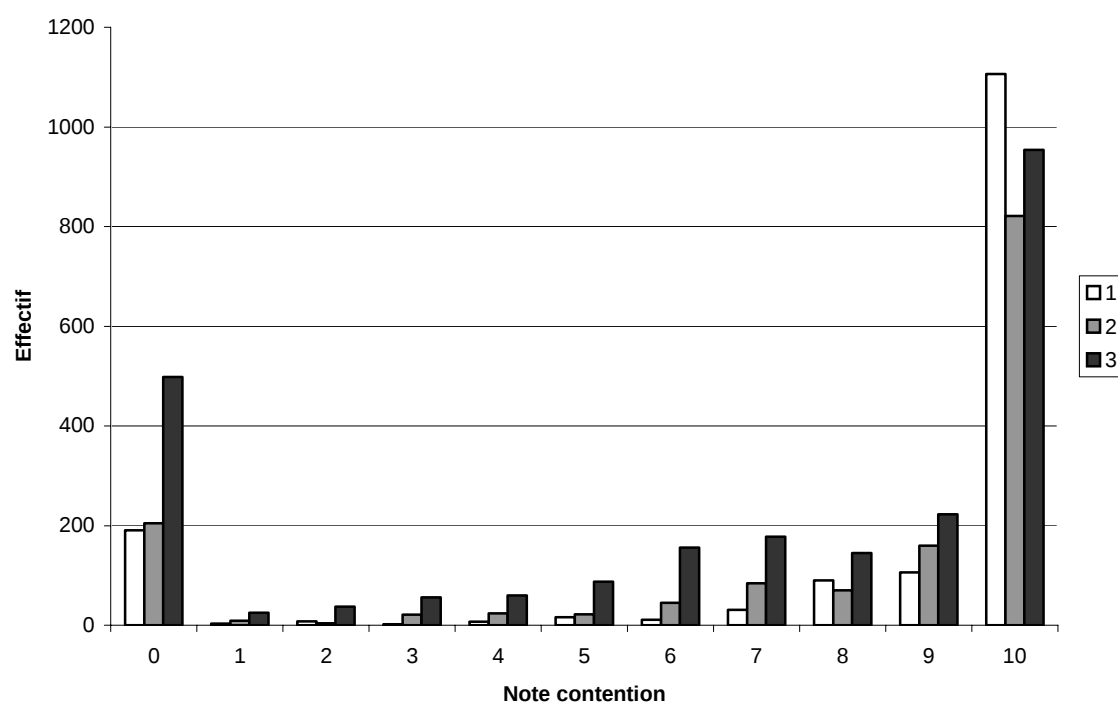


Tableau 34 – Distribution des notes obtenues en Contention selon le niveau

Note de Contention	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	191	205	498	894
1	3	9	25	37
2	8	4	37	49
3	2	21	56	79
4	7	24	60	91
5	16	22	87	125
6	11	45	156	212
7	31	84	178	293
8	90	70	145	305
9	106	160	223	489
10	1106	821	954	2881
Total	1571	1465	2419	5455

Figure 16 – Distribution des notes obtenues en Enclos selon le niveau

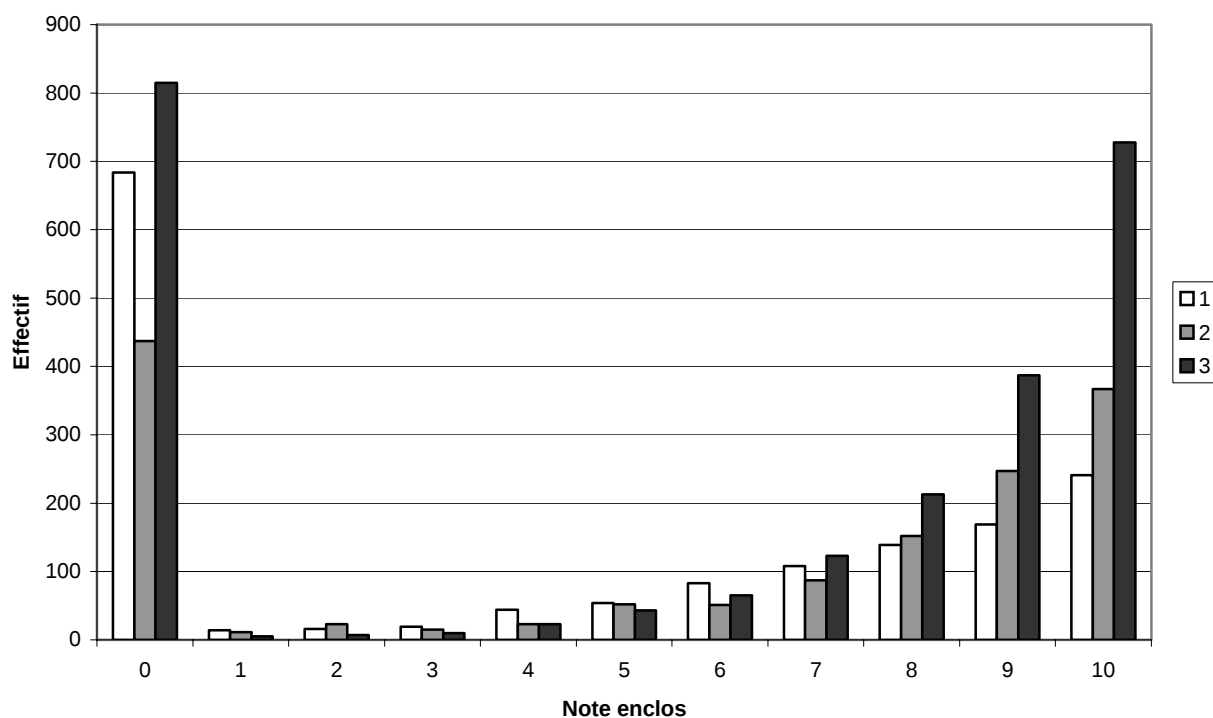


Tableau 35 – Distribution des notes obtenues en Enclos selon le niveau

Note d'Enclos	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	684	437	815	1936
1	14	11	5	30
2	16	23	7	46
3	19	15	10	44
4	44	23	23	90
5	54	52	43	149
6	83	51	65	199
7	108	87	123	318
8	139	152	213	504
9	169	247	387	803
10	241	367	728	1336
Total	1571	1465	2419	5455

Figure 17 – Distribution des notes obtenues en note Totale selon le niveau (TOT2)

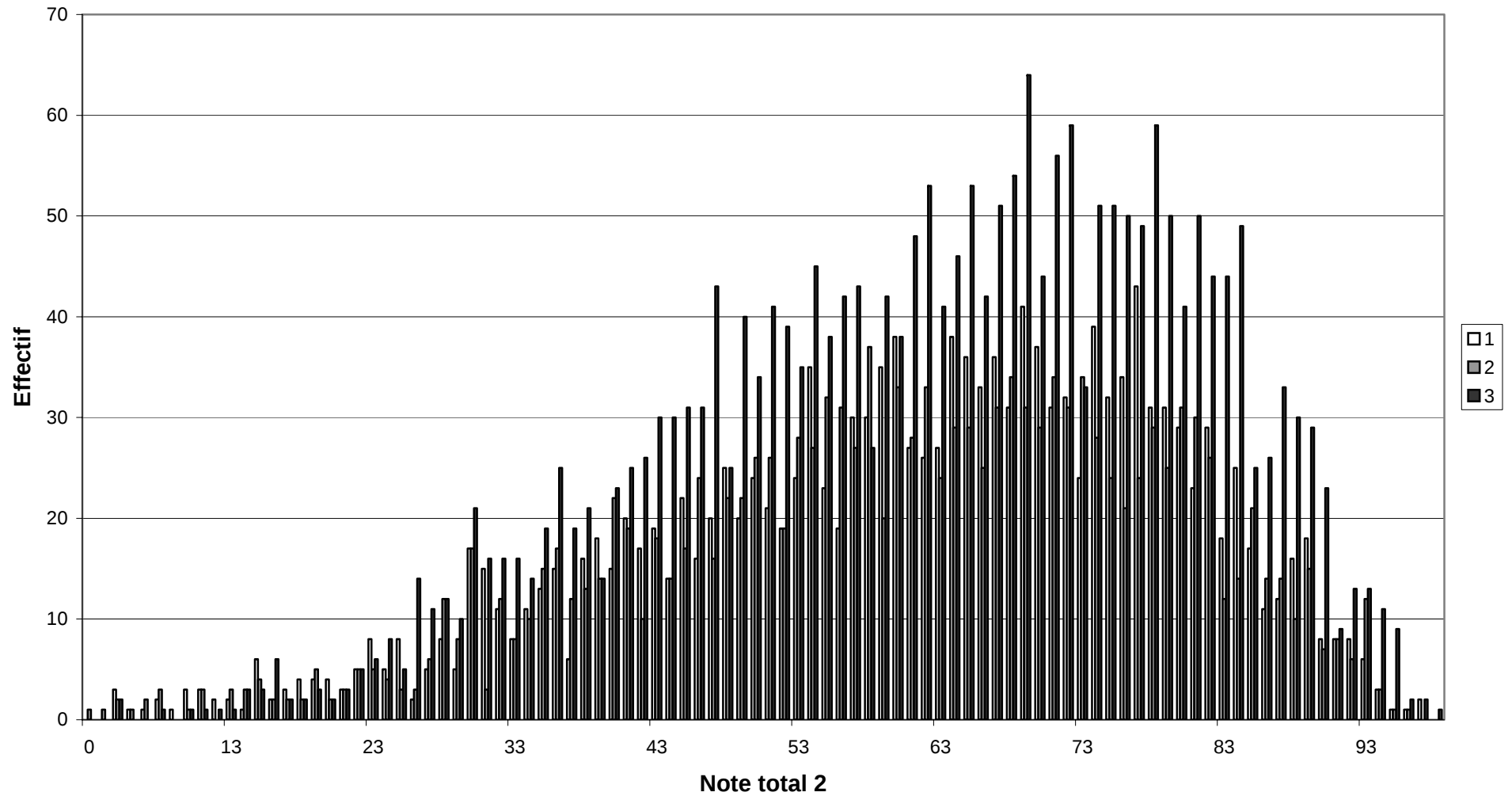


Tableau 36 – Distribution des notes obtenues en note Totale selon le niveau (TOT2)

Note Totale	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
0	0	1	0	1
4	0	1	0	1
5	3	2	2	7
6	1	1	0	2
7	1	2	0	3
8	2	3	1	6
9	1	0	0	1
10	3	1	1	5
11	3	3	1	7
12	2	0	1	3
13	2	3	1	6
14	1	3	3	7
15	6	4	3	13
16	2	2	6	10
17	3	2	2	7
18	4	2	2	8
19	4	5	3	12
20	4	2	2	8
21	3	3	3	9
22	5	5	5	15
23	8	5	6	19
24	5	4	8	17
25	8	3	5	16
26	2	3	14	19
27	5	6	11	22
28	8	12	12	32
29	5	8	10	23
30	17	17	21	55
31	15	3	16	34
32	11	12	16	39
33	8	8	16	32
34	11	10	14	35
35	13	15	19	47
36	15	17	25	57
37	6	12	19	37
38	16	13	21	50
39	18	14	14	46
40	15	22	23	60
41	20	19	25	64
42	17	10	26	53
43	19	18	30	67
44	14	14	30	58
45	22	17	31	70
46	16	24	31	71
47	20	16	43	79
48	25	22	25	72
49	20	22	40	82
50	24	26	34	84
51	21	26	41	88

Note Totale	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Total
52	19	19	39	77
53	24	28	35	87
54	35	27	45	107
55	23	32	38	93
56	19	31	42	92
57	30	27	43	100
58	30	37	27	94
59	35	20	42	97
60	38	33	38	109
61	27	28	48	103
62	26	33	53	112
63	27	24	41	92
64	38	29	46	113
65	36	29	53	118
66	33	25	42	100
67	36	31	51	118
68	31	34	54	119
69	41	31	64	136
70	37	29	44	110
71	31	34	56	121
72	32	31	59	122
73	24	34	33	91
74	39	28	51	118
75	32	24	51	107
76	34	21	50	105
77	43	24	49	116
78	31	29	59	119
79	31	25	50	106
80	29	31	41	101
81	23	30	50	103
82	29	26	44	99
83	18	12	44	74
84	25	14	49	88
85	17	21	25	63
86	11	14	26	51
87	12	14	33	59
88	16	10	30	56
89	18	15	29	62
90	8	7	23	38
91	8	8	9	25
92	8	6	13	27
93	6	12	13	31
94	3	3	11	17
95	1	1	9	11
96	1	1	2	4
97	2	0	2	4
99	0	0	1	1
Total	1571	1465	2419	5455

Ces distributions ne peuvent donc pas être considérées comme gaussiennes et exploitées en l'état – comme souvent dans ce genre d'études –, il nous faudra par conséquent les modifier afin de les rendre compatibles avec l'utilisation des statistiques de base (cf. *Méthodes*).

I.B – JUSTIFICATION DU CHOIX DES DONNEES TRAITEES

Les notes octroyées par les juges aux concurrents sont les seules appréciations chiffrées disponibles des performances. Seules ces valeurs peuvent donc être envisagées comme objet d'étude, encore faut-il en vérifier la pertinence afin de ne pas étudier des données sans valeur.

Courreau (2004) a ainsi été contraint, dans son étude sur les aptitudes du Berger Belge en Ring, de supprimer certaines notes, lesquelles étaient davantage liées à des erreurs du conducteur qu'à une incompétence de l'animal. Il est évident que, le but d'une telle étude étant d'estimer des héritabilités et des indices propres à l'animal, on ne peut se fier à des notes non représentatives des performances de l'animal.

I.B.1 – Intérêt de l'étude des notes d'épreuves

Les notes d'épreuves, au nombre de 6, correspondent à l'évaluation de chaque exercice séparément des autres. Rappelons que ces épreuves ne sont, dans notre étude, pas distinguées en fonction du niveau de concours – choix déjà considéré dans les classes de concours – mais uniquement en fonction de leur nature.

Étudier individuellement chacune des notes d'épreuves permet de mieux cerner les composantes de la note totale, et d'apprécier les différents traits comportementaux influant sur la performance.

Enfin, il faut avoir conscience que si la note reflète les qualités propres au chien, dégagées par chaque épreuve, il existe un biais certain : le dresseur/conducteur. Nous verrons ci-dessous que le chien peut parfois être pénalisé pour une faute commise par son conducteur, ce qui peut gêner la pertinence de l'évaluation des performances intrinsèques à l'animal.

I.B.1.a – Fautes et responsabilités objectivables à chaque épreuve

Afin d'apprécier la pertinence des notations – un défaut de pertinence pouvant nécessiter l'éviction de certaines notes pour rendre l'estimation des paramètres génétiques plus fiable –, étudions un échantillon de 25 concours afin de dresser un inventaire des fautes mentionnées.

Vérifions tout d'abord la représentativité de notre échantillon (cf. tableau 37). Les moyennes de notes obtenues par les compétiteurs à chaque épreuve dans le fichier complet et l'échantillon sont proches. Il en est de même pour la proportion de participants en faute à chaque épreuve. De plus, l'effectif de concurrents moyen par concours – 8,4 dans l'échantillon, 8,8 dans le fichier complet – est quasiment identique, et la proportion entre les différents niveaux est respectée. On remarque enfin que les pourcentages de notes nulles à chaque épreuve et chaque niveau sont sensiblement les mêmes dans l'échantillon et le fichier complet. Considérons donc cet échantillon – noté échantillon 1 – comme représentatif de l'ensemble du fichier pour l'étude des fautes.

La fréquence des différentes fautes commises dans l'échantillon 1 figure dans le tableau 38. Celui-ci évoque aussi la responsabilité relative du chien et de son conducteur, épreuve par épreuve, en reprenant les fautes définies par le règlement des concours – AFBC (2003). On distinguera ainsi :

- la responsabilité du chien : il s'agit de la responsabilité liée à des fautes s'étant produites dans des conditions où le participant était seul décideur de ses actes, sans contrainte de son conducteur ; la faute est liée à l'exécution imparfaite de l'exercice proposé au participant, du fait d'une inaptitude physique ou psychologique de celui-ci.

Tableau 37 – Caractéristiques comparées du fichier complet et de l'échantillon 1.

Critères		Échantillon 1	Fichier complet
Effectif	Niveau 1	59	1571
	Niveau 2	62	1465
	Niveau 3	88	2419
Nb de concours		25	620
Nb de participations par concours		8,4	8,8
Moyennes de RECH		15	15,80
Moyennes de POSS		9	8,16
Moyennes de COND		11	11,45
Moyennes de TRIA		13	13,75
Moyennes de CONT		7	7,39
Moyennes de ENCL		5	5,39
Moyennes de TOT1		59	61,95
Moyennes de TOT2		58	61,38
% de concurrents en faute sur RECH		45,92	45,37
% de concurrents en faute sur POSS		40,31	50,08
% de concurrents en faute sur COND		96,94	97,71
% de concurrents en faute sur TRIA		97,96	99,70
% de concurrents en faute sur CONT		55,61	49,11
% de concurrents en faute sur ENCL		79,08	76,01
% de concurrents en faute sur TOT1		100	100
% de concurrents en faute sur TOT2		100	100

Tableau 38 – Inventaire des fautes répertoriées par les juges, leur fréquence et la responsabilité relative du concurrent et de son accompagnateur dans l'échantillon 1.

Épreuve/Faute	Responsabilité	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Recherche				
Relance	partagée	73	37	75
Passage des claies centrales	chien	0	2	1
Nouveau départ	partagée	4	4	3
Coupure	chien	10	9	7
Autres (lenteur...)	chien	4	4	2
Possession				
Faute	chien	28	19	37
Conduite				
Porte centrale	partagée	0	32	39
Changement de direction	partagée	71	65	130
Conduite tire-bouchon	partagée	106	26	134
Triangle				
Changement de direction	partagée	112	103	169
Portes	partagée	26	59	69
Mauvais contournement	partagée	164	186	266
Contention				
Sortie du cercle	partagée	19	72	71
Tentatives supplémentaires	partagée	1	22	37
Enclos				
Présentation supplémentaire	partagée	138	115	129
Aide	partagée	3	3	3

L'exemple le plus significatif est sans doute la faute commise lors de l'épreuve de possession, au cours de laquelle le chien doit, seul, se rendre maître des brebis, les *posséder* ou, comme se plaisent à le dire les utilisateurs de Border Collies, les *hypnotiser* ;

- la responsabilité du conducteur : il s'agit de la responsabilité liée à des fautes s'étant produites dans des conditions où le conducteur se retrouve acteur principal, ses actes et gestes étant jugés et possiblement pénalisés ; cité par Courreau (2004), ce type de responsabilité est bien connu dans les concours en ring – pénalisation pour des ordres excessifs, mauvaise gestion de son chien, etc. ;
- la responsabilité partagée : il s'agit de tous les cas intermédiaires, liés à des fautes survenues dans des situations où chien et conducteur se trouvent co-acteurs ; un bon exemple de cela est l'épreuve de conduite, dans laquelle le conducteur influe sur le travail du chien par des ordres, pouvant éventuellement perturber ce dernier.

Dès l'abord on constate que, qualitativement, aucune faute répertoriée sur le barème ne peut être principalement imputée au conducteur, qui n'est pas évalué par le juge – en concours de troupeau, l'attention du juge se porte essentiellement sur le chien et les brebis, et ne prend en compte les actions de l'homme que par les répercussions qu'elles ont sur le travail du chien. Ne nous restent plus que 2 types de responsabilités, celle liée au chien et celle partagée entre le chien et le conducteur. Toutes les fautes prises en compte par les juges sont donc des fautes qui évaluent principalement la performance et les talents réels de l'animal, sans influence majoritaire du conducteur dans la notation.

La très grande majorité des fautes sanctionnées par les juges sont considérées comme à *responsabilité partagée* – 12 types de fautes sur les 16 répertoriées par le barème. En effet, le chien est souvent, lors de son travail, influencé par les indications que lui donne son conducteur – trajectoire à prendre, etc. Ces fautes portent essentiellement sur la motivation de l'animal et son obéissance à l'ordre donné, et sont lourdes d'informations concernant le concurrent. Elles méritent donc d'être conservées. Lorsque ces fautes sont très nombreuses, les caractères que l'épreuve doit mettre en évidence peuvent être masqués par le trait d'*obéissance*. Néanmoins, l'obéissance fait partie intégrante des caractères que l'on veut sélectionner chez le Border Collie.

Les fautes ne faisant intervenir que la responsabilité du chien – 4 types de fautes sur les 16 répertoriées par le barème – sont évidemment et indiscutablement lourdes d'informations concernant le concurrent, et doivent être conservées.

En conclusion, le règlement semble plutôt bien pensé, du moins concernant les fautes auxquelles il convient de prêter attention. Ainsi, on peut admettre que les notes non nulles représentent assez fidèlement les caractéristiques et talents que l'on cherche à évaluer chez le chien concurrent, l'influence du conducteur étant nulle ou secondaire.

NB : cette réflexion est à mettre en parallèle avec le paragraphe C.1 du chapitre *Etude génétique*, lequel traite des comportements que l'on cherche à évaluer au cours de chacune des épreuves.

I.B.1.b – Profils des résultats

Comme nous l'avons vu plus haut, aucune des épreuves ne présente de résultats à distribution gaussienne ou s'en approchant suffisamment pour être considérées comme telles.

Ces distributions ne sont donc pas satisfaisantes pour la réalisation d'une analyse statistique, et nous verrons plus tard (chapitre II-A) comment modifier ces distributions afin de les rendre compatibles avec les méthodes d'analyse que nous souhaitons leur appliquer.

I.B.1.c – Cas des notes nulles

La comptabilisation des notes nulles dans l'échantillon 1 et leur origine est répertoriée dans le tableau 39.

On remarque, selon les épreuves étudiées, que 1,14 % à 43,54 % des participations à une épreuve se soldent par une note nulle, ce qui est comparable avec la distribution des notes nulles dans le fichier complet. Les épreuves les plus fréquemment concernées par cela sont celles arrivant en fin de parcours, notamment le Triangle, la Contention et l'Enclos.

Les raisons de ces notations nulles sont variables, et pas toujours justifiées. En effet, aux origines déjà évoquées précédemment – responsabilité du chien ou partagée – se rajoute une nouvelle origine : l'éviction définitive.

Cette éviction définitive peut être de plusieurs natures :

- "abandon caractérisé, hors des limites du terrain", comme le précise le règlement,
- plusieurs morsures consécutives sur brebis,
- abandon du conducteur,
- dépassement du temps imparti.

Cette éviction entraîne malheureusement une notation nulle pour les épreuves en aval, notation nulle non pertinente puisque ne correspondant pas à une mauvaise réalisation de l'exercice, mais à une non réalisation de celui-ci. Il est important de noter que "l'arrêt d'une épreuve en cours de parcours n'est pas éliminatoire" (AFBC, 2003, p.10). On ne peut critiquer la valeur d'une note nulle liée à l'accumulation de fautes ou à un abandon de la part du concurrent. En revanche, les notes nulles par non participation suite à l'éviction définitive du concurrent ont une valeur très discutable.

Les situations sont variables selon l'épreuve considérée, et l'intérêt de conserver ou non les notes nulles en est affecté, des généralités ne pouvant être établies pour l'ensemble des épreuves. Si nous reprenons la distribution des notes nulles de l'échantillon 1 présentée dans le tableau 39 :

- en Recherche, les notes nulles sont quasiment toujours méritées, résultant d'une accumulation de fautes commises par le concurrent,
- en Possession, l'appréciation est bien plus mitigée, mais les notes nulles restent rarissimes – de l'ordre de 1 % sur le fichier complet –,
- en Conduite vers le maître, les notes nulles semblent plutôt méritées,
- en conduite en Triangle, Contention et Enclos, la situation est assez délicate. D'une part, on voit apparaître, dans ces épreuves clôturant le parcours, les évictions liées à un dépassement du temps imparti, et d'autre part une bonne proportion de notes nulles sont non explicitées – jusqu'à 50 % de ces notes.

Il est inquiétant de constater qu'un nombre parfois important de notes nulles sont non justifiées sur la feuille de pointage et qu'il est impossible d'apprécier leur caractère significatif. Un effort de précision est à envisager, dans l'avenir, à ce niveau.

Soupçonnant que certaines notes nulles successives lors d'une même participation pouvaient être dues à une éviction définitive et étaient donc non méritées, nous avons trié dans notre fichier complet les participations dont les 2 dernières notes – note de contention et d'enclos – étaient nulles. Notons ce nouvel échantillon, volontairement non représentatif de la population, échantillon 2. La description des suites de notes nulles et leur décompte sont présentés dans le tableau 40. On constate que 805 participations ont au moins deux notes nulles successives aux épreuves de contention et d'enclos.

Tableau 39 – Comptabilisation des notes nulles par épreuve et par origine d'attribution sur l'échantillon 1.

Épreuve/Faute	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Recherche			
Somme de fautes	7	5	6
Abandon	0	0	0
Élimination	0	0	1
Origine non spécifiée	1	1	0
% de notes nulles	13,56	9,68	7,95
% de notes nulles dans le fichier complet	7,96	6,62	4,46
Possession			
Somme de fautes	0	0	0
Abandon	0	1	0
Élimination	0	0	0
Origine non spécifiée	3	2	1
% de notes nulles	5,08	4,83	1,14
% de notes nulles dans le fichier complet	5,03	2,39	1,20
Conduite			
Somme de fautes	0	2	0
Abandon	0	1	0
Élimination	0	0	1
Origine non spécifiée	1	1	0
% de notes nulles	1,69	6,45	1,14
% de notes nulles dans le fichier complet	3,88	4,10	2,90
Triangle			
Somme de fautes	1	3	2
Abandon	4	4	0
Élimination	0	2	2
Origine non spécifiée	3	4	4
% de notes nulles	13,56	20,97	9,09
% de notes nulles dans le fichier complet	7,51	12,22	10,17
Contention			
Somme de fautes	0	3	3
Abandon	4	5	1
Élimination	2	3	2
Origine non spécifiée	4	6	6
% de notes nulles	16,95	27,42	13,64
% de notes nulles dans le fichier complet	12,16	13,99	20,59
Enclos			
Somme de fautes	6	7	3
Abandon	5	6	1
Élimination	3	5	6
Origine non spécifiée	10	8	13
% de notes nulles	40,68	41,94	26,14
% de notes nulles dans le fichier complet	43,54	29,83	33,69

Nous avons recherché, sur les feuilles de pointage correspondant aux participations figurant dans l'échantillon 2, l'origine de cette succession de notes nulles. Les résultats de notre recherche se trouvent, eux, dans le tableau 41. À noter que l'échantillon 2 est à cette occasion limité à 568 feuilles de pointage sur les 805 présélectionnées, en raison d'une non disponibilité des feuilles des années 1998, 1999 et 2000 lors de cette étude parallèle à notre sujet.

On peut remarquer que 20,42 % seulement des 568 participations correspondent à une succession de notes pertinentes de bout en bout. 79,58 % des animaux ayant accumulé les notes nulles lors d'une même participation ont donc au moins une note non pertinente. Ces données nous incitent à penser qu'il serait préférable de supprimer ces notes nulles, choix déjà fait par Vangen et Klemetsdal (1988) et Courreau (2004).

Conserver ou supprimer les notes nulles sont les 2 solutions qui nous sont offertes. Afin de réaliser une étude aussi précise et exhaustive que possible, nous avons décidé de réaliser nos calculs selon les 2 solutions : conservation des notes nulles dans un premier temps, puis recherche et suppression des notes nulles non pertinentes dans un second calcul. Notons cependant que la suppression desdites notes nulles nous paraît a priori plus intéressante, éliminant nombre de notes non pertinentes pouvant biaiser les estimations d'indices génétiques.

I.B.2 – Intérêt de l'étude des notes totales

Pourquoi s'intéresser aux notes totales ? Plusieurs arguments peuvent être mis en avant pour défendre la conservation des notes totales – au risque parfois de sombrer dans la trivialité –, parmi lesquels on peut citer :

- une appréciation globale de la performance, un regroupement des notes permettant d'un seul coup d'œil d'évaluer l'animal dans son ensemble,
- une pondération de la somme des notes d'épreuves par des pénalités d'ordre général, s'appliquant à l'ensemble de la performance, au même titre qu'il existe une note *allure générale* dans les concours de chiens de défense,
- une volonté cynotechnique, l'AFBC ayant elle-même opté pour ne retenir que les notes totales, marquant ainsi son intérêt pour la seule appréciation générale des performances de l'individu,
- un respect de l'individu comme entité indivisible, et de sa performance comme l'expression de ses talents, qui ne se limitent pas à la réalisation d'une succession d'épreuves établies,
- un besoin de simplicité et de lisibilité.

En conclusion, pour beaucoup d'utilisateurs, la note globale est le reflet le plus fidèle de la compétence de l'animal au travail, ledit travail exigeant la mobilisation de toutes les qualités de l'animal dans un même temps, et non de façon distincte comme ce peut être le cas dans les épreuves. La note totale reflète à ce titre une bonne mesure des aptitudes globales d'un chien.

I.B.2.a – Appréciation globale des performances

La distribution des notes totales (cf. figure 17) est celle s'approchant le plus d'une courbe gaussienne, dite *normale*.

Cette distribution montre donc bien, contrairement aux notes d'épreuves, que la note totale est associée à l'expression phénotypique de "gènes situés à de nombreux loci et/ou par de nombreux facteurs d'environnement, dont les effets se cumulent sans qu'aucun d'eux n'ait

Tableau 40 – Décompte des participations contenant une suite de notes nulles

Type de suite	Participations
Contention - Enclos	805
Triangle - Contention - Enclos	321
Conduite - Triangle - Contention - Enclos	82
Possession - Conduite - Triangle - Contention - Enclos	10
Recherche - Possession - Conduite - Triangle - Contention - Enclos	1

Tableau 41 – Nombre de notes nulles ayant entraîné une éviction et une non participation aux épreuves en aval, par épreuve et par niveau.

Épreuve	Origine	Niveau			Total
		1	2	3	
Recherche	Précisée*	0	0	0	0
	Non précisée	0	0	0	0
Possession	Précisée*	1	5	3	9
	Non précisée	1	0	2	3
Conduite	Précisée*	15	7	19	41
	Non précisée	3	7	2	12
Triangle	Précisée*	30	30	46	106
	Non précisée	17	14	15	46
Contention	Précisée*	9	21	68	98
	Non précisée	31	24	82	137
Enclos	Précisée*	1	2	18	21
	Non précisée	2	15	56	73
Total		110	125	311	546
Somme de fautes**		7	8	7	22
Total		117	133	318	568
% de participations dont toutes les notes sont pertinentes***		8,55	18,80	25,47	20,42

*origine précisée par le juge et liée à un abandon, une élimination par le juge ou un dépassement du temps réglementaire.

**notes nulles successives liées à une accumulation de fautes aux différentes épreuves, parfaitement pertinentes.

***participations dont aucune note ne peut être considérée comme non pertinente, soit les participations ayant connu une éviction lors de la dernière épreuve – enclos – ou dont la totalité des notes nulles sont liées à une accumulation de fautes.

d'influence prépondérante", comme le dit Denis (1997). En cela, on comprend bien que, si les épreuves intermédiaires peuvent être sous influence d'un petit nombre d'effets, la note totale est une expression globale de tous les effets, génétiques et d'environnement, ayant influé sur la prestation du concurrent. Il est donc intéressant, et même nécessaire, de considérer cette information dans notre étude.

I.B.2.b – Pondération des notes par les fautes annexes

Il existe, nous l'avons vu (cf. tableau 29), 2 types de notes totales, notées TOT1 et TOT2, et correspondant respectivement aux notes brutes – somme des notes des épreuves – et aux notes brutes modulées par les pénalités d'ordre général – note prise en compte comme note finale dans le règlement des concours.

Ces 2 notes méritent toute notre attention, TOT1 étant un résumé des performances de l'individu telles qu'évaluées par les épreuves, et TOT2 résultant d'une modulation de TOT1 par des appréciations non spécifiques aux épreuves mais néanmoins importantes et significatives de qualités individuelles.

Les fautes annexes sont en effet uniquement de 2 types, et toujours liées à la responsabilité de l'animal. Elles peuvent être repérées à n'importe quel moment de la participation de l'individu, et entraînent des pénalités négatives chaque fois qu'elles sont répétées :

- perte de brebis : une brebis est considérée perdue aussitôt qu'elle échappe au chien. Elle peut être comptée plusieurs fois en cas d'évasions successives, et chaque escapade pénalise un peu plus le chien. Ce critère, selon les utilisateurs, serait un moyen d'objectiver ce phénomène "hypnotique" nommé l'œil.
- morsure : la morsure est la seule pénalité pouvant entraîner l'élimination définitive de l'animal, si elle est répétée plus de deux fois. Cette pénalité d'objectiver un éventuel tempérament agressif du Border Collie, que les sélectionneurs cherchent à faire disparaître de la race.

Si la note TOT1 semble donc importante, on ne peut pour autant s'affranchir de la note TOT2 qui introduit de nouvelles données dans notre analyse dont la responsabilité est sans conteste imputable au chien.

Remarque : lors de la saisie de données, il a été constaté, parfois, une tendance de certains juges à inclure les pénalités annexes aux notes d'épreuves, au lieu de les comptabiliser séparément. Corrigées dans tous les cas où cela était visible, il a pu arriver que de telles erreurs dues au juge introduisent un biais dans la répartition des pénalités, et donc indirectement dans les notes d'épreuves. À ce titre, la fiabilité de TOT2 est incontestable, contrairement à toutes les autres notes.

I.B.2.c – Cas des notes totales résultant de l'addition de notes comportant des notes nulles non pertinentes

Certaines notes totales enregistrées résultent de l'addition de notes parmi lesquelles se trouvent des notes nulles non pertinentes. Ces notes totales seront conservées lors de l'étude prenant en compte ces notes d'épreuve nulles, et seront supprimées lors de l'étude supprimant ces notes d'épreuve nulles.

I.C – CONCLUSION

Deux points essentiels méritent d'être dégagés des propos du chapitre précédent :

- les données à notre disposition peuvent être considérées comme globalement fiables,
- les notes semblent de bonnes évaluations des aptitudes de l'individu.

Les données à notre disposition peuvent être considérées comme globalement fiables.

Notre fichier généalogique principal n'est autre que le fichier national géré par la SCC. Si l'on ne peut écarter l'hypothèse qu'une partie de ses informations est erronée – déclaration de fausses paternités, notamment, qui s'élèveraient selon les races à des valeurs comprises entre 5 et 20 % –, on s'accordera pour admettre qu'il reste d'une grande fiabilité.

Le fichier de performances, quant à lui, résulte d'enregistrements de jugements établis par les juges agréés par l'AFBC, ces performances ayant été réalisées lors de manifestations officielles possédant un règlement précis et strict limitant les défauts d'organisation et de notation. On a pu toutefois remarquer des erreurs de remplissage des feuilles de pointage, mais celles-ci ont été corrigées dans leur très grande majorité, et les performances ont été éliminées du fichier en cas de doute sur leur fiabilité – erreurs impossibles à corriger.

Les participations sont nombreuses et variées, étalées sur près d'une décennie et dans de nombreux lieux habitués à ce genre d'organisations, et répertoriées de façon aussi exhaustive que possible.

Les notes semblent de bonnes évaluations des aptitudes de l'individu.

En effet, les fautes apparaissent essentiellement imputables à l'animal et non à son conducteur. Chaque épreuve met en avant un ou plusieurs traits importants du travail sur troupeau, les notes totales apportant une approche globale des aptitudes générales de l'animal. Quant aux notes nulles, elles demeurent suspectes, et nous choisirons donc de réaliser une première analyse en les conservant et une seconde en les supprimant.

II – METHODES

Les méthodes statistiques d'exploitation de données quantitatives issues d'un enregistrement de performances sont aujourd'hui bien maîtrisées et largement utilisées dans d'autres espèces animales que l'espèce canine. Nous utiliserons dans notre étude une méthode éprouvée et notamment utilisée par Courreau (2004) dans ses travaux sur les performances de chiens de défense dans les concours en Ring.

Il convient avant tout de s'assurer de la distribution gaussienne des données, en transformant le cas échéant celles à notre disposition. En l'absence de distribution gaussienne, les outils statistiques et de calcul utilisés dans notre démarche ne peuvent donner des résultats susceptibles d'être considérés comme fiables.

Une fois ces ajustements réalisés, la méthode que nous nous proposons d'utiliser consiste à décomposer chaque performance en un ensemble de facteurs permettant son explication, au moyen d'une équation mathématique. Cette mise en équation se nomme *modélisation*, et l'équation en résultant est le *modèle*. Le modèle doit être à la fois complet et concis, épuré des facteurs de peu d'importance ou dont l'influence ne peut être évaluée précisément, afin d'être ensuite utilisé par des logiciels de calcul qui déduiront héritabilités, valeurs d'effets et indices génétiques.

II.A – NORMALISATION DES DISTRIBUTIONS

Les analyses statistiques exigent, pour que leurs résultats soient considérés comme valides, une distribution normale des données¹. Plusieurs procédés peuvent être utilisés pour faire tendre la distribution de performances sportives, rarement normale à l'état brut, vers la normalité.

Courreau (2004) a utilisé deux procédés de changement de variable : l'élévation à la puissance, d'une part, et la transformation du rang de classement en déviation standard normalisée, d'autre part.

II.A.1 – Élévation à la puissance

Le changement de variable par élévation à la puissance utilisé par Courreau (2004) est inspiré de la normalisation de données par transformation BoxCox. Le protocole repose sur l'élévation des notes à différentes puissances successives, chaque essai faisant l'objet d'une analyse de variance de laquelle ressort un effet résiduel que l'on cherche de distribution normale – ce n'est donc pas, ici, la distribution de la variable *performance* que l'on cherche à rendre normale, mais sa résiduelle. Toutefois, même si nous savons qu'il est plus rigoureux de vérifier la distribution normale des résidus, nous avons choisi de la vérifier sur les notes elles-mêmes, compte tenu du fait que l'étude portant sur les résidus est beaucoup plus lourde à réaliser et qu'il est couramment admis que les résultats obtenus pour les notes sont proches de ceux obtenus pour les résidus.

Les résultats obtenus par cette méthode ne sont, dans l'étude de Courreau (2004), que moyennement satisfaisants, la normalisation restant très imparfaite et ne s'avérant bonne que pour le total des notes. En fait, cette technique ne vaut que si la distribution des données d'origine est déjà à peu près gaussienne, ce qui nous contraint à limiter notre étude aux notes totales. Nous choisissons de ne traiter que la note TOT2 par cette méthode.

Nous transformons donc TOT2 par élévation à différentes puissances successives, et les variables résultats font l'objet d'une analyse de variance par la procédure *glm* – General Linear Model – du logiciel SAS – Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1999) – dans le

¹ L'une des hypothèses de base des logiciels utilisés est que les données à analyser ont une distribution normale.

cadre d'un modèle complet (cf. infra). La normalité des notes est alors étudiée par la procédure *univariate* de SAS, afin de conserver la variable résultat dont la distribution s'approche au mieux de la loi normale.

La normalité des distributions a été évaluée selon quatre paramètres :

- appréciation visuelle de la forme de l'histogramme de distribution et du boxplot correspondant ;
- valeur du coefficient d'asymétrie – skewness. Celui-ci doit tendre vers 0 ;
- valeur du coefficient d'aplatissement – kurtosis. Celui-ci doit être minimisé ;
- valeur du D du test de Kolmogorov-Smirnov. Celui-ci doit tendre vers 0.

Les résultats de ces évaluations sont présentés dans le tableau 42. À l'issue de cette étude, nous avons retenu la variable résultant de l'élévation de TOT2 à la puissance 1,7 – variable TOT217 – comme s'approchant le mieux d'une variable à distribution normale (tableau 43). TOT217 peut donc être traitée par les analyses statistiques que nous souhaitons réaliser, et les résultats qui en seront extraits seront valides.

II.A.2 – Transformation du rang de classement en déviation standard normalisée²

La transformation du rang de classement en déviation standard normalisée est basée sur une proposition de Langlois (1984, cité par Courreau et Langlois, 2004) pour le domaine des concours hippiques, et reprise par plusieurs auteurs dont Belhajyahia *et al.* (2003). Ce protocole délaisse les notes brutes au profit d'une redistribution normalisée des rangs de classement – *performance rate* – des concurrents d'un même concours. Redistribués sur une courbe normale, centrée, réduite, les rangs de classements d'un même concours permettent d'obtenir de nouvelles valeurs rendant compte de la performance liée au rang, exprimées en écarts-réduits et distribuées selon la loi normale. Réalisable à partir d'une table de l'écart-réduit, ce travail peut être facilité par l'emploi d'un logiciel de calcul nommé NAG.

La normalité des nouvelles données de performance est donc avérée, mais les notes d'un même concours se retrouvent, à ce stade de la transformation, dépendantes puisque distribuées sur la même courbe, propre à chaque concours selon le nombre de concurrents et le niveau moyen du concours – un concours dont les participants sont tous de qualité sera d'un bon niveau, un concours n'ayant accueilli que de mauvais chiens sera d'un niveau faible. L'idéal serait qu'il y ait toujours le même nombre de concurrents par concours, ce qui n'est pas le cas – les concours considérés comptent entre 1 et 36 concurrents – et que tous les concours évaluent une population de participants statistiquement représentative de la population globale – tous les concours seraient ainsi de même niveau, le niveau moyen de la population –, ce qui est loin de la réalité.

Afin de pouvoir exploiter l'ensemble des données de performance issues des rangs de classement à l'échelle du fichier complet, et non simplement intra-concours, on les corrige par une valeur *de concours* correspondant au niveau du concours par rapport au niveau moyen des concours du fichier. Ce calcul est permis par les croisements de participants qui existent entre les concours. Plus les concours sont liés par des participants communs, plus l'évaluation de la qualité relative de ces concours est précise.

² La méthode de transformation du rang de classement en déviation standard normalisée a été aimablement appliquée à nos données brutes par Christine Blouin, de l'INRA, nous fournissant de nouvelles variables normalisées correspondant aux résultats de chacune des épreuves et aux deux notes totales (tableau 43).

Tableau 42 – Valeur de différents paramètres pris en compte dans la recherche d'une élévation à la puissance rendant la distribution de TOT2 normale.

	TOT2	TOT215	TOT217	TOT220
Skewness	- 0,48135	- 0,12724	- 0,00916	+ 0,15202
Kurtosis	- 0,28672	- 0,73753	- 0,79494	- 0,80337
D du test KS	+ 0,06249	+ 0,04415	+ 0,04116	+ 0,04811

Tableau 43 – Dénomination des nouvelles variables normalisées et correspondances avec les variables d'origine

Nom de la variable d'origine	Nom de la nouvelle variable	Commentaires
RECH	VALRECH	Normalisation de RECH par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
POSS	VALPOSS	Normalisation de POSS par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
COND	VALCOND	Normalisation de COND par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
TRIA	VALTRIA	Normalisation de TRIA par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
CONT	VALCONT	Normalisation de CONT par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
ENCL	VALENCL	Normalisation de ENCL par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
TOT1	VALTOT1	Normalisation de TOT1 par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
TOT2	VALTOT2	Normalisation de TOT2 par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée
	TOT217	Normalisation de TOT2 par élévation à la puissance 1,7

À l'issue de ces transformations, nous obtenons de nouvelles variables représentatives des performances des concurrents (cf. tableau 43) et de distribution normale. Il faut maintenant décomposer les variables résultats selon un modèle d'étude.

II.B – MODÉLISATION DE LA PERFORMANCE

Il s'agit d'une représentation mathématique de la réalité, décomposant une performance selon plusieurs facteurs qui l'influencent et l'expliquent.

II.B.1 – Présentation du modèle théorique de décomposition de la performance

Présentons dans un premier temps un modèle aussi complet que possible, que d'aucuns nommeraient *idéal*. Celui-ci (figure 18) se veut exhaustif, réunissant les effets de l'ensemble des facteurs fixes et aléatoires réputés pour influencer la performance. Il est inspiré du modèle de Tavernier (1986, cité par Courreau, 1991 et 1994) et repris par Degauchy (1992) et Courreau (2004). Le modèle linéaire découlant de la décomposition présentée dans la figure 18 est également présenté par Courreau (1991 et 1994) et largement repris par les travaux de Poncet (1992), Karjalainen *et al.* (1996), Liinamo *et al.* (1997), Wilsson et Sundgren (1998), Brenoe *et al.* (2002), Ruefenacht *et al.* (2002) et Courreau (2004).

Cette représentation mathématique du réel demande à être élaguée d'un certain nombre d'effets, lesquels peuvent s'avérer inutiles, inexploitable ou être corrélés à d'autres, l'utilisation de deux effets fortement corrélés dans un même modèle s'avérant sans intérêt, ceux-ci expliquant une même part de variabilité.

II.B.2 – Choix des effets de milieu à retenir pour le modèle d'étude

Plusieurs motifs peuvent conduire à la modification ou à l'élimination d'un effet présenté dans le modèle théorique, dont les plus communs sont :

- manque de données ne permettant pas d'identifier toutes les classes du facteur, et donc les effets liés,
- classes du facteur jugées non pertinentes à l'état brut, et demandant des regroupements de classes,
- trop grand nombre de classes de petits effectifs, sans possibilité de regroupements, induisant une faible précision de l'estimation des effets liés,
- effet non significatif d'un facteur dans plusieurs études antérieures.

En plus des critères d'appréciation ci-dessus, nous avons réalisé une analyse de variance à l'aide de la procédure *glm* du logiciel SAS. Cette analyse de variance est réalisée sur chacune des notes normalisées du fichier de données complet, avant suppression des notes nulles, et pour chacun des facteurs que l'on prévoit de retenir dans notre modèle. Les résultats sont donnés dans le tableau 44 pour les notes normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée, et dans le tableau 45 pour la note normalisée par élévation à la puissance.

II.B.2.a – Pour les variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée

De par la nature de la méthode de normalisation, on peut éliminer de facto tous les effets en rapport avec le concours. En effet, comme nous l'avons dit antérieurement (chapitre A.2), les variables normalisées selon cette méthode – valrech, valposs, valcond, valtria, valcont, valencl, valtot1 et valtot2 – subissent une correction de l'effet du facteur *concours* que l'on

Figure 18 – Modèle théorique de décomposition de la performance de travail du Border Collie sur troupeau selon les facteurs y participant.

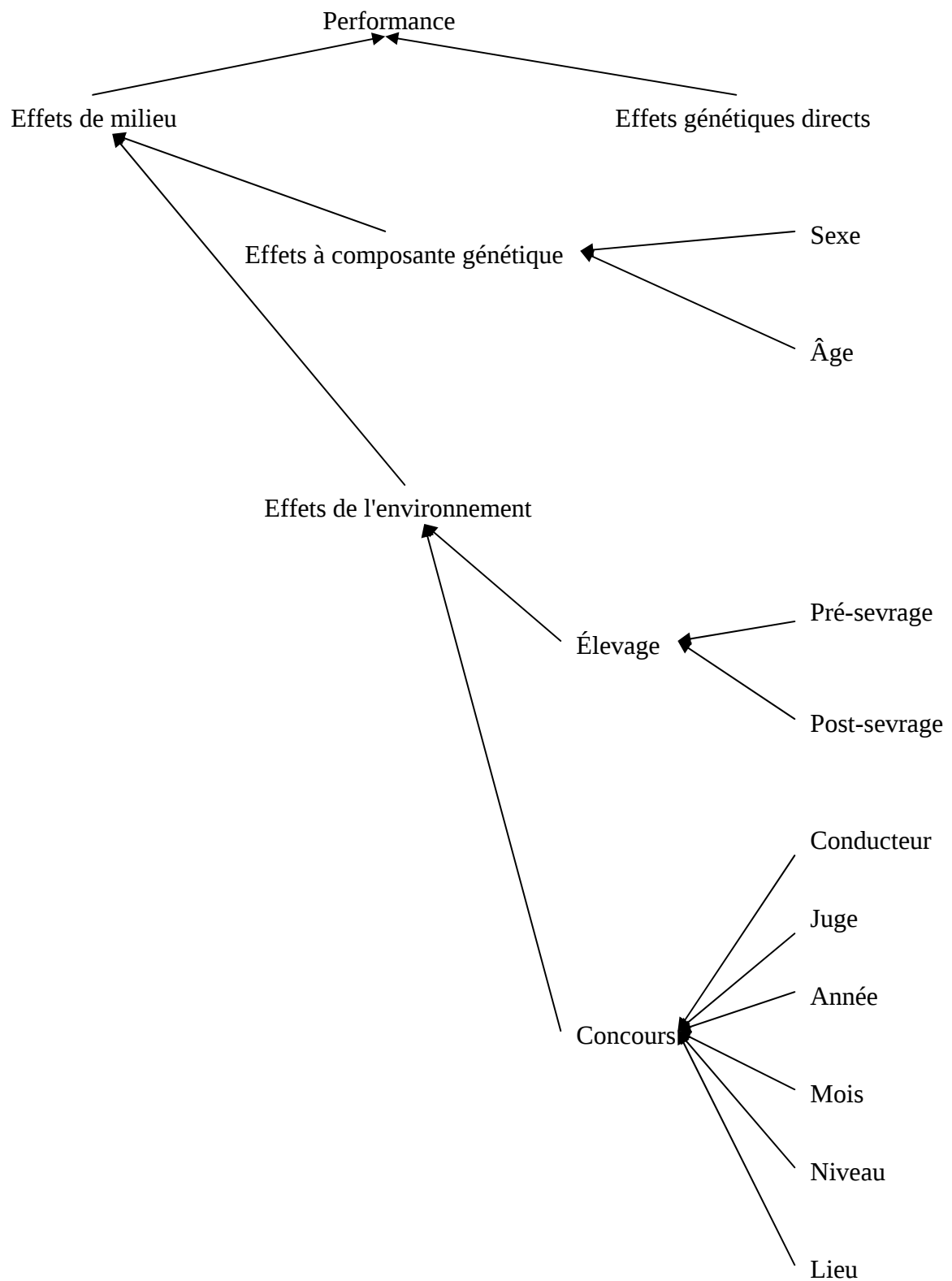


Tableau 44 – Valeurs de F et de α obtenus lors du test des effets des facteurs par la procédure GLM de SAS (méthode de calcul de type III SS), pour les variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée.

Note	Sexe		Âge-niveau	
	F	α	F	α
valrech	7,94	0,0049	8,27	<0,0001
valposs	22,96	<0,0001	2,43	0,0002
valcond	2,77	0,0962	4,40	<0,0001
valtria	10,16	0,0014	3,52	<0,0001
valcont	7,90	0,0050	2,37	0,0002
valencl	5,47	0,0194	2,08	0,0018
valtot1	23,85	<0,0001	9,51	<0,0001
valtot2	26,95	<0,0001	9,95	<0,0001

Tableau 45 – Valeurs de F et de α obtenus lors du test des effets des facteurs par la procédure GLM de SAS (méthode de calcul de type III SS), pour la variable normalisée par élévation à la puissance.

Note	Sexe		Âge-niveau		Juge		Concours	
	F	α	F	α	F	α	F	α
Tot217	18,79	<0,0001	3,19	<0,0001	2,31	0,0238	2,68	<0,0001

Tableau 46 – Codification, description et effectif de chacune des classes du nouveau facteur âge-niveau (AGENIV).

Code	Description	Effectif
0,1	Concurrents d'âge indéterminé	176
115	Concurrents de niveau 1 ayant entre 0 et 1,5 ans	293
120	Concurrents de niveau 1 ayant entre 1,6 et 2 ans	270
125	Concurrents de niveau 1 ayant entre 2,1 et 2,5 ans	326
130	Concurrents de niveau 1 ayant entre 2,6 et 3 ans	175
140	Concurrents de niveau 1 ayant entre 3,1 et 4 ans	203
199	Concurrents de niveau 1 ayant plus de 4 ans	203
220	Concurrents de niveau 2 ayant entre 0 et 2 ans	186
225	Concurrents de niveau 2 ayant entre 2,1 et 2,5 ans	249
230	Concurrents de niveau 2 ayant entre 2,6 et 3 ans	238
235	Concurrents de niveau 2 ayant entre 3,1 et 3,5 ans	262
240	Concurrents de niveau 2 ayant entre 3,6 et 4 ans	156
250	Concurrents de niveau 2 ayant entre 4,1 et 5 ans	177
299	Concurrents de niveau 2 ayant plus de 5 ans	154
330	Concurrents de niveau 3 ayant entre 0 et 3 ans	129
335	Concurrents de niveau 3 ayant entre 3,1 et 3,5 ans	182
340	Concurrents de niveau 3 ayant entre 3,6 et 4 ans	151
345	Concurrents de niveau 3 ayant entre 4,1 et 4,5 ans	310
350	Concurrents de niveau 3 ayant entre 4,6 et 5 ans	172
355	Concurrents de niveau 3 ayant entre 5,1 et 5,5 ans	287
360	Concurrents de niveau 3 ayant entre 5,6 et 6 ans	172
370	Concurrents de niveau 3 ayant entre 6,1 et 7 ans	378
380	Concurrents de niveau 3 ayant entre 7,1 et 8 ans	239
390	Concurrents de niveau 3 ayant entre 8,1 et 9 ans	179
399	Concurrents de niveau 3 ayant plus de 9 ans	188

peut considérer comme suffisamment satisfaisante pour ne pas faire figurer ce facteur dans le modèle.

II.B.2.a.1 – Effets à composante génétique

II.B.2.a.1.a – Effet sexe

L'effet *sexe* est en général conservé dans les études de génétique quantitative. Dès 1934, Humphrey (1934, cité par Mackenzie *et al.*, 1986) évoque le sexe comme un effet influant sur les compétences de travail. Dans notre étude, la répartition des effectifs de concurrents entre mâles et femelles est assez équitable, et il n'est pas d'a priori énoncés par les utilisateurs de Border Collie quant aux compétences supérieures de l'un ou l'autre des sexes.

L'effet *sexe* a été jugé significatif par plusieurs publications antérieures – Bradshaw *et al.* (1996), Courreau (2004), Degauchy (1992), Poncet (1992), Reuterwall et Ryman (1973), Ruefenacht *et al.* (2002), Wilsson et Sundgren (1997b) –, souvent à l'avantage du mâle pour les caractères recherchés. Goddard et Beilharz (1982) trouvent toutefois cet effet peu significatif, et Goddard et Beilharz (1983) et Liinamo *et al.* (1997) le trouvent non significatif.

Ce facteur ne compte que 2 classes – mâle et femelle – comprenant chacune un grand effectif, il est donc facile d'en vérifier les effets avec une bonne précision. Les résultats de notre analyse de variance laissent de plus supposer une bonne participation de l'effet *sexe* à la variance phénotypique. Nous choisissons donc de le conserver.

II.B.2.a.1.b – Effet âge

Un animal passe par une phase de croissance – augmentation des aptitudes – puis de maturité – stagnation des aptitudes – et enfin de sénescence – régression des aptitudes. L'âge explique-t-il cependant seul les niveaux atteints lors de ces trois phases ? Son effet sur la performance est peut-être plus complexe.

À l'âge, défini de façon stricte comme la durée de vie d'un être et la maturation de ses fonctions organiques, il faut mêler les effets liés à l'expérience, indissociable de l'âge mais plus ou moins importante selon les individus, ou encore les modifications d'environnement liées à l'âge – déménagement, cession de l'individu à un nouveau conducteur... Tous ces effets sont réunis, d'un point de vue opérationnel, dans l'effet du facteur *âge*. Cet effet, intuitivement, semble intéressant à conserver, intuition confirmée par notre analyse de variance et les travaux de Courreau (2004), Degauchy (1992), Karjalainen *et al.* (1996), Liinamo *et al.* (1997), Pfaffenberger et Scott (1959, cités par Goddard et Beilharz, 1982), Poncet (1992), Ruefenacht *et al.* (2002). À l'inverse, les travaux de Goddard et Beilharz (1982), Pfleiderer-Hogner (1979, cité par Ruefenacht *et al.*, 2002) et Wilsson et Sundgren (1997b) montrent un effet non significatif de ce facteur.

Une autre approche nous a semblé intéressante, évoquée par Courreau (2004) : la combinaison *âge-niveau*. Celle-ci conduit à créer des classes d'âges distinctes selon le niveau considéré afin de rendre compte de la confrontation entre la maturité du concurrent et la difficulté des épreuves qui lui sont proposées. La combinaison *âge-niveau* a en outre l'intérêt de rassembler les effectifs, de créer des classes d'effectifs importants.

À partir d'une variable *âge* continue, il est donc possible de créer une variable *âge-niveau* discontinue contenant 25 classes d'effectifs convenables – 129 à 378 participations par classe (tableau 46). Les résultats de notre analyse de variance montrent une bonne participation de l'effet *âge-niveau* à la variance.

Courreau (2004) montre que la prise en compte dans le modèle de l'effet *âge-niveau* apporte autant de satisfaction que la conservation des deux effets *âge* et *niveau*.

Aussi avons-nous choisi un modèle comprenant le facteur *âge-niveau*, intellectuellement séduisant et comportant peu de classes d'effectifs assez élevés. Cependant, dans le souci de réaliser une étude la plus complète possible, étant donné que *niveau* est un facteur

environnemental associé au concours – donc précorrigé au moins en partie dans le cadre de la méthode de normalisation –, nous choisissons de conserver aussi un modèle comprenant simplement l'effet *âge* – plus simple à rédiger et évitant une éventuelle redondance de la prise en compte de l'effet *niveau*.

II.B.2.a.2 – Effets environnementaux

II.B.2.a.2.a – Effet *élevage pré-sevrage*

Celui-ci est constitué par tout ce qui a pu, dans les premières semaines de vie du chiot – 7 premières semaines le plus souvent –, l'influencer pour le restant de ses jours. Cette période de vie recouvre les périodes de développement comportemental dites néonatale et de transition, ainsi que le début de la période de socialisation (Scott et Fuller, 1965). L'essentiel de ces apprentissages se fait en présence de la mère et des autres membres de la portée, et l'effet *élevage pré-sevrage* peut être à peu près assimilé à l'effet *maternel* (Degauchy, 1992).

On sait que le fichier comprend 788 mères, avec une moyenne de 3,55 descendants chez les compétiteurs. Nous sommes donc en présence d'un facteur dont l'effet sera lourd et difficile à estimer, d'autant qu'il se fonde très probablement dans l'effet d'environnement permanent du concurrent, comme le précisent Courreau (2004) et Ruefenacht *et al.* (2002). En outre, Willson et Sundgren (1998) ont montré que l'effet maternel, s'il conditionnait grandement les aptitudes d'un juvénile, n'avait que peu d'incidence sur les aptitudes du chien adulte. Goddard et Beilharz (1982) ont trouvé un effet maternel non significatif et selon Scott et Fuller (1965), un tel effet ne serait significatif que pour certains traits comportementaux fortement influencés par les interactions avec la mère.

Pour toutes ces raisons, nous avons choisi de ne pas retenir l'effet *élevage pré-sevrage*, lequel sera de toutes façons évalué dans l'effet *environnement permanent* du concurrent.

II.B.2.a.2.b – Effet *élevage post-sevrage*

Cet effet correspond à l'influence de plusieurs humains dans la vie du concurrent : son éleveur, son propriétaire et son dresseur. Ceux-ci sont souvent confondus, voire confondus avec le conducteur. En outre, comme c'était le cas pour l'effet maternel, nous sommes en présence d'un facteur comportant un très grand nombre de classes de faible effectif rendant peu pertinente sa conservation dans le modèle d'étude, d'autant que ses effets font partie de l'effet de l'environnement permanent du concurrent. Non retenu dans de précédentes études, notamment celle de Courreau (2004), cet effet ne sera pas non plus retenu pour notre étude.

II.B.2.a.2.c – Effet *conducteur*

Un conducteur, dans sa carrière, est accompagné en moyenne de 1,94 chiens. Le fichier répertorie 477 conducteurs. Il n'est pas, contrairement à ce que l'on pourrait penser, à considérer strictement comme appartenant aux effets de facteurs liés au concours. En effet, il s'avère très souvent que le conducteur est aussi propriétaire et dresseur de l'animal. En cela, ses effets ont tendance à se fondre avec ceux du facteur *environnement post-sevrage*. Goddard et Beilharz (1983) ont néanmoins réussi à dégager un facteur *meneur-entraîneur* significatif. Degauchy (1992) et Courreau (2004), quant à eux, ne l'ont pas retenu pour leurs études du fait du grand nombre de conducteurs et de la mauvaise précision de l'estimation de l'effet de chaque conducteur.

Les résultats de notre analyse de variance montrent que l'effet *conducteur* semble tout à fait intéressant à conserver – F compris entre 2,25 et 5,04, α toujours inférieur à 0,0001 – mais il est vraisemblable que l'on évalue en réalité, via l'effet *conducteur*, l'effet moyen des chiens conduits, effets génétique et d'environnement confondus.

Un grand nombre de classes, un petit effectif par classe et les raisons évoquées pour l'effet *environnement post-sevrage* nous amènent à ne pas retenir ce facteur.

II.B.2.a.3 – Modèles retenus

Afin d'analyser les variables obtenues par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée, nous choisissons d'utiliser les modèles notés *modèle 1* et *modèle 2*, présentés respectivement par les figures 19 et 20. L'équation qui leur correspond est, pour le modèle 1 :

$$y_{ijk} = \mu + \hat{\text{âge-niveau}}_i + \text{sexe}_j + a_k + p_k + e_{ijk}$$

où :

y_{ijk} : note mesurant une performance du $k^{\text{ème}}$ concurrent de sexe j et d'âge-niveau i

μ : moyenne de la population étudiée pour cette note

$\hat{\text{âge-niveau}}_i$: effet fixe de la $i^{\text{ème}}$ combinaison âge-niveau

sexe_j : effet fixe du $j^{\text{ème}}$ sexe

a_k : effet aléatoire génétique additif du $k^{\text{ème}}$ concurrent

p_k : effet aléatoire d'environnement permanent du $k^{\text{ème}}$ concurrent

e_{ijk} : effet aléatoire résiduel

et pour le modèle 2 :

$$y_{ijk} = \mu + \hat{\text{âge}}_i + \text{sexe}_j + a_k + p_k + e_{ijk}$$

où :

y_{ijk} : note mesurant une performance du $k^{\text{ème}}$ concurrent de sexe j et d'âge i

μ : moyenne de la population étudiée pour cette note

$\hat{\text{âge}}_i$: effet fixe du $i^{\text{ème}}$ âge

sexe_j : effet fixe du $j^{\text{ème}}$ sexe

a_k : effet aléatoire génétique additif du $k^{\text{ème}}$ concurrent

p_k : effet aléatoire d'environnement permanent du $k^{\text{ème}}$ concurrent

e_{ijk} : effet aléatoire résiduel

Explicitons quelque peu les termes correspondant aux effets aléatoires – les effets fixes ont déjà longuement été évoqués précédemment :

- a_k est l'effet aléatoire génétique additif du $k^{\text{ème}}$ concurrent. La présence de cet effet dans l'équation du modèle définit celui-ci comme un *modèle animal*, modèle où phénotype et valeur génétique additive du même individu sont en relation linéaire. Cette valeur génétique additive est la somme des effets des gènes – on considère que les gènes influant sur un phénotype aussi complexe qu'un travail sont en très grand nombre – impliqués dans la performance. Un reproducteur transmettant la moitié de son génome à sa descendance, soit statistiquement 50 % de sa valeur génétique additive, cette valeur est essentielle à estimer pour le choix des meilleurs géniteurs. Il est important de noter que l'expression de la valeur génétique additive se fait dans un contexte génétique stable obtenu par la correction des effets des facteurs *sexe* et *âge*.
- p_k est l'effet aléatoire d'environnement permanent du $k^{\text{ème}}$ concurrent. Il ne peut être évalué que dans la mesure où plusieurs performances sont connues pour le $k^{\text{ème}}$ concurrent, afin d'en extraire ce qui – en dehors de l'effet de ses gènes – contribue à l'homogénéité des performances de ce $k^{\text{ème}}$ concurrent, ce que Courreau (2004) appelle la *marque indélébile du vécu*, résultant de l'éducation et de l'expérience acquises par le concurrent sous la férule de sa mère, son éleveur, son propriétaire, son dresseur, son accompagnateur, les accidents de la vie (pathologies, échecs, peurs...).

Figure 19 – Modèle 1 de décomposition de la performance retenu pour l'analyse des variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée.

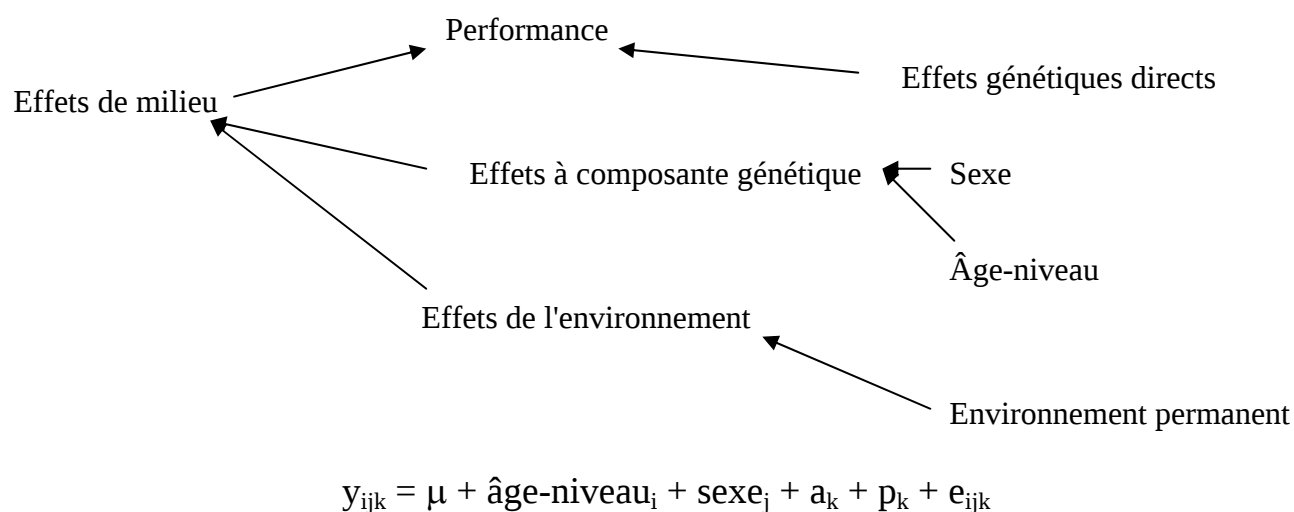
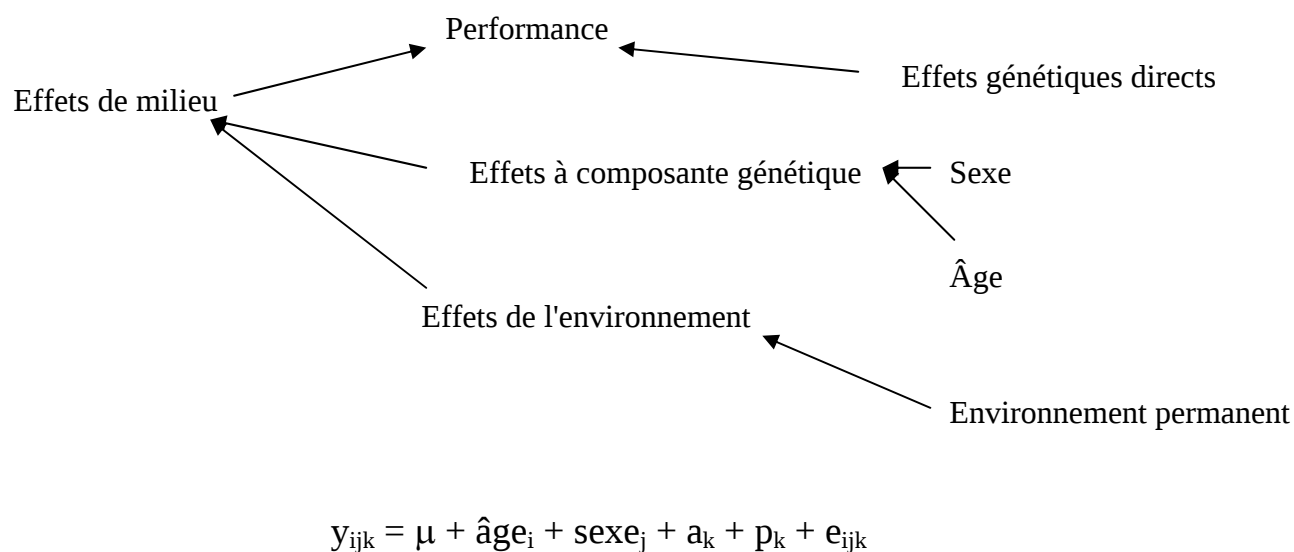


Figure 20 – Modèle 2 de décomposition de la performance retenu pour l'analyse des variables normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée.



Légende :

y_{ijk} : note mesurant une performance du $k^{\text{ème}}$ concurrent de sexe j et d'âge-niveau i (modèle 1) ou d'âge i (modèle 2)
 μ : moyenne de la population étudiée pour cette note
 $\hat{\text{âge-niveau}}_i$: effet fixe de la $i^{\text{ème}}$ combinaison âge-niveau
 $\hat{\text{âge}}_i$: effet fixe du $i^{\text{ème}}$ âge
 sexe_j : effet fixe du $j^{\text{ème}}$ sexe
 a_k : effet aléatoire génétique additif du $k^{\text{ème}}$ concurrent
 p_k : effet aléatoire d'environnement permanent du $k^{\text{ème}}$ concurrent
 e_{ijk} : effet aléatoire résiduel

- e_{ijk} est l'effet aléatoire résiduel, l'erreur du modèle, tout ce qui ne peut être pris en compte car impossible à quantifier ou dont on n'imaginerait même pas que cela puisse avoir une influence sur la performance. L'ensemble de ces effets, innombrables et extrêmement faibles, est considéré comme étant de distribution normale.

Nos modèles prennent la forme d'équations mathématiques – notre modèle animal – comprenant chacune 2 effets fixes et 3 effets aléatoires. Ils permettent d'évaluer tout animal dans la population, y compris ceux ne disposant pas de performances, via les performances de leurs apparentés. Ces modèles seront appliqués à valrech, valposs, valcond, valtria, valcont, valencl, valtot1 et valtot2, avec et sans les notes nulles jugées non pertinentes.

II.B.2.b – Pour les variables normalisées par la méthode d'élévation à la puissance

Tout ce qui a été dit antérieurement dans ce chapitre B.2, notamment à propos des méthodes de choix des facteurs influents dans le modèle, reste vrai ici pour déterminer un *bon* modèle opérationnel de décomposition de la performance mesurée par la note TOT217 (note TOT2 élevée à la puissance 1,7, seule note retenue pour la présente étude ; cf. chapitre A.1). Les effets des facteurs *sexe* et *âge* sont conservés. L'alternative avec le facteur *âge-niveau* n'est pas retenue car nous postulons que l'effet du niveau est intégralement pris en compte dans l'effet du facteur *concours*.

C'est ce facteur et tous ceux qui le composent qui vont être maintenant discutés.

II.B.2.b.1 – Effets environnementaux liés au concours

II.B.2.b.1.a – Effet *niveau*

L'effet du niveau de difficulté sur la performance tient à la variation des paramètres des épreuves en fonction des niveaux de difficulté. Il peut être intéressant de le conserver afin de l'évaluer, d'autant que les effets en rapport avec le niveau de l'épreuve sont significatifs dans les travaux de Poncet (1992). Courreau (2004), lui, n'a pas conservé le facteur *niveau*, ayant préféré l'inclure à *âge-niveau*.

II.B.2.b.1.b – Effet *juge*

Le facteur *juge* comporte 23 classes seulement, pour une moyenne d'effectif par classe de 237,2. Les effets de ce facteur sont donc facilement évaluables avec une précision correcte. L'effet *juge* est de plus significatif dans les études de Degauchy (1992), et les résultats de notre analyse de variance montrent qu'il serait tout à fait intéressant à conserver.

II.B.2.b.1.c – Effet *lieu*

Il semble intéressant de conserver le facteur *lieu*, tant ses effets peuvent intuitivement apparaître significatifs. En effet, un lieu correspond à un climat, une structure et une qualité d'organisation qu'on imagine propres à influencer sur la performance. Il est notamment jugé significatif dans l'étude de Poncet (1992). L'effet *année-lieu*, quant à lui, est significatif chez Karjalainen *et al.* (1996).

89 lieux sont répertoriés, ce qui fait un nombre raisonnable de classes. Toutefois, près de 50 % des lieux ont organisé 3 concours au plus, ce qui ne peut que nuire à la précision de l'estimation.

II.B.2.b.1.d – Effet *mois*

Celui-ci peut paraître important puisque permettant de prendre en compte les effets climatiques, notamment de température et d'humidité, que l'on peut imaginer comme influant sur la performance. On sait par exemple que, dans certaines disciplines canines physiques, la température ambiante influe sur les performances. Karjalainen *et al.* (1996) décrivent de plus un facteur *mois* aux effets significatifs. Ce facteur semble donc intéressant.

II.B.2.b.1.e – Effet *année*

Comme le fait remarquer Courreau (2004), *l'année est habituellement prise en compte dans les modèles et son effet est souvent statistiquement significatif*. On retrouve notamment cet effet significatif chez Degauchy (1992) et Poncet (1992). L'effet *année-lieu*, quant à lui, est significatif chez Karjalainen *et al.* (1996).

Dans notre étude, le facteur *année* est de plus caractérisé par un faible nombre de classes à fort effectif, ce qui garantit une estimation précise de leurs effets.

II.B.2.b.1.f – Effet *concours*

L'effet *concours* est envisagé comme une alternative intéressante intégrant les effets *année, mois, lieu, juge* et *niveau*. Il est proposé par Courreau (2004) et, sous une forme un peu différente, par Liinamo *et al.* (1997) – facteur *lieu-année-mois*.

L'emploi de ce facteur permet une simplification du modèle en partant du postulat que chaque association *lieu-mois-année-niveau-juge* est une entité unique aux caractéristiques propres. En outre, cette solution permet également d'intégrer d'autres effets figurant ou non dans la figure 18 – laquelle se veut à la fois exhaustive et claire. Les résultats de notre analyse de variance laissent de plus supposer une bonne participation de l'effet *concours* à la variance (cf. tableau 45).

En revanche, on ne peut que déplorer le grand nombre de classes de ce facteur – 620 –, ainsi que le faible effectif de certaines des classes. Courreau (2004) a choisi d'éliminer les concours comptant moins de 4 concurrents, permettant une plus grande précision dans l'estimation de l'effet. Nous préférons, nous, retenir la totalité de l'information à notre disposition, et conserver tous les concours, quel qu'en soit l'effectif. Cette décision est appuyée par le petit nombre de concours de faible effectif – moins de 10 % des concours comptent moins de 4 concurrents. Pour ceux-ci, il faut accepter une précision médiocre de l'estimation de leur effet. Courreau (2004) montre que la prise en compte dans le modèle de l'effet *concours* apporte autant de satisfaction que la conservation des 3 effets *lieu, mois* et *année*.

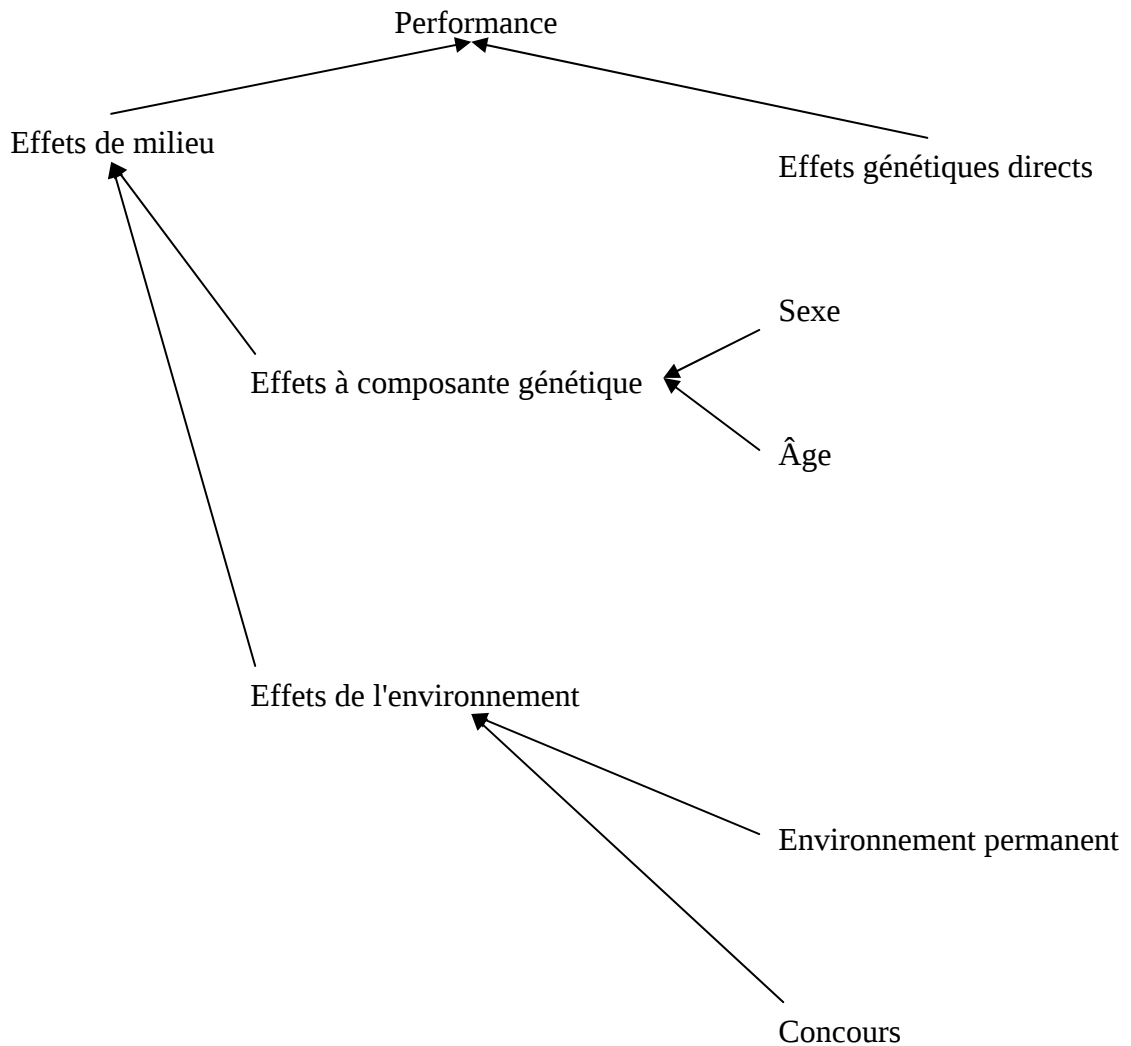
En définitive, nous choisissons de conserver le seul facteur *concours* qui présente l'avantage d'être global et de simplifier le modèle. Du point de vue des calculs, travailler avec ce facteur à 620 classes ne devrait pas être plus lourd que de prendre en compte la combinaison des cinq autres facteurs.

NB : Karjalainen *et al.* (1996) et Liinamo *et al.* (1997) montrent un effet significatif de la météorologie – respectivement facteur *pluie-vent* et facteur *neige*. Cette information n'étant pas disponible dans le cadre de notre étude, nous avons de facto écarté un facteur *météorologie*. Il faut, de toutes façons, le considérer comme inclus dans le facteur *concours*.

II.B.2.b.2 – Modèle retenu

Afin d'analyser les variables normalisées par élévation à la puissance, nous choisissons donc d'utiliser le modèle noté *modèle 3*, présenté dans la figure 21. L'équation qui lui correspond est :

Figure 21 – Modèle 3 de décomposition de la performance retenu pour l'analyse de la variable normalisée par élévation à la puissance.



$$y_{ijkl} = \mu + \text{concours}_i + \hat{\text{âge}}_j + \text{sexe}_k + a_l + p_l + e_{ijkl}$$

dans laquelle :

y_{ijkl} : note mesurant une performance du $l^{\text{ème}}$ concurrent de sexe k et d'âge j notée lors du concours i

μ : moyenne de la population étudiée à cette note

concours_i : effet fixe du $i^{\text{ème}}$ concours

$\hat{\text{âge}}_j$: effet fixe du $j^{\text{ème}}$ âge

sexe_k : effet fixe du $k^{\text{ème}}$ sexe

a_l : effet aléatoire génétique additif du $l^{\text{ème}}$ concurrent

p_l : effet aléatoire d'environnement permanent du $l^{\text{ème}}$ concurrent

e_{ijkl} : effet aléatoire résiduel

$$y_{ijkl} = \mu + \text{concours}_i + \text{âge}_j + \text{sexe}_k + a_l + p_l + e_{ijkl}$$

dans laquelle :

y_{ijkl} : note mesurant une performance du $l^{\text{ème}}$ concurrent de sexe k et d'âge j notée lors du concours i

μ : moyenne de la population étudiée à cette note

concours_i : effet fixe du $i^{\text{ème}}$ concours

âge_j : effet fixe du $j^{\text{ème}}$ âge

sexe_k : effet fixe du $k^{\text{ème}}$ sexe

a_l : effet aléatoire génétique additif du $l^{\text{ème}}$ concurrent

p_l : effet aléatoire d'environnement permanent du $l^{\text{ème}}$ concurrent

e_{ijkl} : effet aléatoire résiduel

Notre modèle comprend donc 3 effets fixes et 3 effets aléatoires réunis dans une équation mathématique représentant notre modèle animal. Ce modèle sera utilisé pour l'analyse de la note TOT217, avec et sans les notes nulles non pertinentes.

II.C – MÉTHODE D'ESTIMATION DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES ET DES EFFETS

Les méthodes de calcul que nous allons employer pour parvenir à une estimation des paramètres génétiques et des effets sont aujourd'hui bien connues, utilisées depuis une vingtaine d'années chez les espèces animales de rente et dorénavant adoptées pour les études chez le chien (Courreau, 2004).

II.C.1 – Estimation des paramètres génétiques

Afin d'estimer les paramètres génétiques du modèle animal, et ainsi en déduire les valeurs des effets dont l'index génétique – qui équivaut à l'estimation de l'effet aléatoire *valeur génétique additive* –, nous appliquerons la méthode BLUP – Best Linear Unbiased Predictor – à notre modèle animal. Cette méthode, proposée par Henderson (1963 et 1973, cités par Courreau, 2004) – et d'utilisation aujourd'hui systématique dans les laboratoires de génétique quantitative appliquée, a un certain nombre d'avantages que nous rappelle Tavernier (1990, cité par Degauchy, 1992) :

- prise en compte simultanée des effets de milieu et des effets génétiques,
- prise en compte et mise à profit de toutes les relations de parenté,
- calcul des effets sur des individus ne possédant pas de performances, sur simple estimation par les performances de la descendance.
- fiabilité et précision, d'autant plus grandes que le nombre d'information croît.

Cependant, pour pouvoir utiliser la méthode BLUP, nous devons connaître différents paramètres génétiques, dont les héritabilités estimées à partir de chacune des notes.

Afin de calculer les héritabilités, nous employons la méthode REML mise en œuvre par le logiciel VCE – Variance Component Estimation – (Groeneveld, 1997).

VCE va ainsi nous fournir les estimations des composantes aléatoires de la variance – variance génétique additive, variance d'environnement permanent et variance résiduelle.

Rappelons qu'à partir de ces estimations, on obtient facilement l'héritabilité, celle-ci étant simplement le rapport entre la variance génétique additive et la variance totale. Elle chiffre donc la part prise par les effets génétiques additifs dans la variabilité des performances.

II.C.2 – Estimation des effets et indices

Une fois les paramètres génétiques obtenus – variance génétique additive, variance d'environnement permanent et variance résiduelle –, il devient aisé d'estimer nos index génétiques, qui sont en fait les estimations de l'effet aléatoire *valeur génétique additive* sur la performance. Nous utiliserons pour cela, comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, la méthode BLUP par l'exploitation du logiciel PEST – multivariate Prediction and ESTimation – (Groeneveld, 1993), appliqué à notre modèle animal. Nous obtiendrons, à l'issue du calcul, les estimations des effets de chacun de nos facteurs, classe par classe. En particulier, l'effet de la *valeur génétique additive* sera estimé pour chacune de ses classes, soit pour chacun des chiens présents dans notre fichier, compétiteur ou non.

Notons que le logiciel PEST nous permettra également de tester la signification statistique des différences d'effets entre classes d'un même facteur.

II.C.3 – Estimation des coefficients de détermination et du degré de signification statistique des effets

Comme vu ci-dessus, le logiciel PEST nous permet d'estimer les effets des facteurs composant notre modèle opérationnel. Il nous donne aussi, pour chaque effet, l'écart-type qui lui est associé, noté ET. Celui-ci est un indicateur de la précision de l'estimation, mais il lui est généralement préféré un autre indicateur, le coefficient de détermination, noté CD, qui se déduit simplement par la formule :

$$CD = 1 - (ET^2 / \sigma_a^2)$$

dans laquelle :

CD est le coefficient de détermination

ET² est la valeur du carré de l'écart-type

σ_a^2 est la valeur de la variance génétique additive

Ce CD est un indicateur de précision de l'estimation de l'indice génétique, dont la valeur se situe entre 0 et 1 et augmente avec la précision.

La signification statistique des différences entre classes d'un facteur, elle, est évaluée par l'option *hypothesis* disponible dans le logiciel PEST. Cette option permet de juger de l'effet d'une classe par rapport à une autre.

III – RÉSULTATS

Nous présenterons les résultats dans le même ordre que nous avons présenté les méthodes employées, au chapitre précédent : dans un premier temps, estimation des paramètres génétiques, dans un second temps, estimation des effets.

III.A – ESTIMATION DES PARAMETRES GENETIQUES

Les résultats obtenus par la méthode REML sont les estimations de l'héritabilité, de l'effet d'environnement permanent et de la répétabilité des performances mesurées par les notes répertoriées dans le tableau 43.

Tous ces résultats sont présentés dans le tableau 47.

III.A.1 – Notes aux épreuves

Leur étude permet de se faire une idée de l'héritabilité des caractères, notamment à composante comportementale, s'exprimant pendant l'épreuve envisagée et de comparer les résultats entre épreuves afin de se faire une idée de celles qui peuvent être considérées comme les plus discriminantes du point de vue génétique.

Deux types de notes ont été analysées :

- Les notes normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée, suivant les modèles 1 et 2 (cf. figures 19 et 20),
- Ces mêmes notes, après suppression des notes nulles non pertinentes, suivant les mêmes modèles.

Toutes les héritabilités liées aux épreuves apparaissent faibles – c'est-à-dire inférieures à 20 % –, de 0 à 8,8 %. Les écarts-type sont du même ordre de grandeur, c'est-à-dire relativement élevés.

L'effet de l'environnement permanent de l'animal oscille pour sa part entre 11,1 et 35 %. Ces valeurs, bien que très supérieures à celles de l'héritabilité, sont elles aussi plutôt faibles.

Aussi, les valeurs de répétabilité sont-elles peu élevées : de 12,3 à 43,3 %.

Globalement, le choix du modèle 1 ou du modèle 2 n'a pas grande influence sur les résultats obtenus, lesquels ont toujours les mêmes ordres de grandeur.

III.A.2 – Notes totales

L'intérêt de leur étude est multiple, comme nous l'avons déjà évoqué au chapitre *Matériels*, de par l'appréciation globale des compétences de l'animal qu'elles représentent, et de par la volonté cynotechnique de l'AFBC de sélectionner sur un ensemble.

Trois types de notes ont été analysées :

- Les notes totales normalisées par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée, *valtot1* et *valtot2*, suivant les modèles animaux 1 et 2,
- Ces mêmes notes, après suppression des notes non pertinentes, suivant les mêmes modèles,
- La note totale 2 normalisée par élévation à la puissance 1,7 et notée *tot217*, suivant le modèle 3 (cf. figure 21).

Les héritabilités estimées sont toutes faibles, comprises entre 4 et 10,6 %, et ce quels que soient la méthode de normalisation employée et le modèle choisi. Néanmoins, on remarque qu'il y a une disparité entre les héritabilités estimées avant et après suppression des notes nulles non pertinentes, respectivement de l'ordre de 9 à 10 % et de 5 à 6 %, et ce tant

Tableau 47 – Valeurs de l'héritabilité, de l'effet d'environnement permanent et de la répétabilité estimées pour chacune des épreuves.

Note			Héritabilité		Environnement permanent		Répétabilité
			Valeur	Écart-type	Valeur	Écart-type	Valeur
valrech	Modèle 1	avec 0	0,083	0,026	0,350	0,027	0,433
		sans 0	0,077	0,026	0,325	0,027	0,402
	Modèle 2	avec 0	0,077	0,026	0,325	0,027	0,402
		sans 0	0,083	0,026	0,350	0,027	0,433
valposs	Modèle 1	avec 0	0,014	0,021	0,227	0,025	0,241
		sans 0	0,002	0,020	0,215	0,024	0,217
	Modèle 2	avec 0	0,002	0,020	0,216	0,024	0,218
		sans 0	0,015	0,021	0,226	0,026	0,241
valcond	Modèle 1	avec 0	0,050	0,023	0,230	0,024	0,280
		sans 0	0,025	0,023	0,208	0,024	0,233
	Modèle 2	avec 0	0,027	0,023	0,207	0,025	0,234
		sans 0	0,048	0,023	0,230	0,024	0,278
valtria	Modèle 1	avec 0	0,087	0,025	0,295	0,025	0,382
		sans 0	0,068	0,023	0,276	0,024	0,344
	Modèle 2	avec 0	0,068	0,023	0,276	0,024	0,344
		sans 0	0,088	0,025	0,293	0,026	0,381
valcont	Modèle 1	avec 0	0,009	0,015	0,176	0,018	0,185
		sans 0	0,000	0,002	0,123	0,013	0,123
	Modèle 2	avec 0	0,000	0,000	0,145	0,014	0,145
		sans 0	0,002	0,009	0,155	0,015	0,157
valencl	Modèle 1	avec 0	0,053	0,018	0,134	0,018	0,187
		sans 0	0,050	0,017	0,111	0,019	0,151
	Modèle 2	avec 0	0,035	0,014	0,118	0,017	0,153
		sans 0	0,066	0,021	0,119	0,021	0,185
valtot1	Modèle 1	avec 0	0,103	0,029	0,404	0,030	0,507
		sans 0	0,040	0,025	0,453	0,027	0,493
	Modèle 2	avec 0	0,089	0,028	0,391	0,029	0,480
		sans 0	0,055	0,026	0,465	0,028	0,520
valtot2	Modèle 1	avec 0	0,106	0,030	0,412	0,030	0,518
		sans 0	0,047	0,027	0,460	0,028	0,507
	Modèle 2	avec 0	0,092	0,029	0,400	0,029	0,492
		sans 0	0,062	0,028	0,471	0,029	0,533
Tot217	Modèle 3	avec 0	0,098	0,029	0,264	0,027	0,362
		sans 0	0,065	0,029	0,309	0,030	0,374

pour valtot1 que valtot2 ou tot217. Il est cependant intéressant de noter que cela n'a pas de répercussion sur la répétabilité des notes totales, contrairement aux notes d'épreuves. Pour les notes totales, la diminution de l'héritabilité est compensée par l'augmentation de l'effet d'environnement permanent.

L'effet de l'environnement permanent de l'animal est compris entre 26,4 et 47,1 %. Celle-ci est plus faible dans l'étude portant sur tot217 que dans les autres cas.

La répétabilité des notes normalisées par transformation des rangs de classement en déviation standard normalisée est bonne, puisque de l'ordre de 50 %. La répétabilité de TOT217, elle, n'est que de 37 %.

III.A.3 – Remarques sur les différences entre les estimations avant et après suppression des notes nulles non pertinentes

On constate des différences sensibles entre les héritabilités estimées, selon que l'estimation a été réalisée avant ou après suppression des notes nulles non pertinentes. Le plus souvent – dans 11 cas sur 17 – la différence est à l'avantage des estimations avant suppression des dites notes, notamment pour les épreuves où celles-ci sont en grand nombre (contention, enclos) et pour les notes totales.

Cela peut s'expliquer par le fait que ces notes nulles entraînent une fausse ressemblance entre les différentes performances de certains chiens qui en ont une proportion un peu plus forte que les autres. Ainsi l'héritabilité, lorsqu'on conserve ces notes fausses, peut-elle être surévaluée par rapport à la réalité.

III.B – ESTIMATION DES EFFETS

Les effets sont estimés par le logiciel PEST – méthode du BLUP – pour chacune des classes de chaque facteur retenu dans les modèles de décomposition de la performance, assortis de leurs écarts-types respectifs. Le premier de ces facteurs, celui qui nous intéresse le plus, est le facteur génétique additif qui compte autant de classes qu'il y a de chiens ; l'effet d'une classe est ni plus ni moins que l'indice génétique du chien. La connaissance des effets d'un facteur d'environnement est intéressante par les écarts entre les différentes classes du facteur, et le degré de signification statistique de ces écarts.

III.B.1 – Indices génétiques et coefficients de détermination

Les indices génétiques, comme nous l'avons dit, correspondent aux valeurs d'effets génétiques additifs. Ces effets sont potentiellement transmissibles à la descendance directe et peuvent donc servir de base à un programme de sélection.

Ces indices ont été calculés à partir de la note qui nous a paru la plus intéressante et la plus pertinente (nous y reviendrons au chapitre suivant). Il s'agit de la note valtot2 – note totale 2 obtenue par transformation des rangs de classement en déviation standard normalisée – après suppression des notes nulles jugées non pertinentes. Elle est la note intellectuellement la plus satisfaisante, puisque prenant en compte toutes formes de pénalités présentées au barème mais pas les notes jugées non pertinentes. Le calcul d'indices a été réalisé séparément à partir des deux modèles présentés au chapitre *Méthodes* et notés modèle 1 et modèle 2.

Selon le modèle utilisé, l'héritabilité de valtot2 est de 4,7 % – modèle 1 – ou 6,2 % – modèle 2. Les répétabilités sont respectivement de 50,7 % et 53,3 %.

Les tableaux 48 à 51 présentent les caractéristiques des indices et des coefficients de détermination selon les modèles 1 et 2. On constate un étalement des valeurs légèrement plus important dans le cas du modèle 2. Les figures 22 à 25 présentées dans ce chapitre

correspondent aux résultats obtenus avec le modèle 2 ; ceux-ci ont été retenus car leur précision est meilleure. Les figures issues de l'emploi du modèle 1 sont en annexes 1 et 2.

Les indices ont été distingués en deux groupes selon qu'ils appartiennent à des chiens ayant concouru ou à des chiens dont l'indice ne résulte que d'une estimation par collatéraux, ascendants et descendants, sans connaissance d'une performance propre. On constate que, quel que soit le modèle choisi, les moyennes des indices des concurrents sont supérieures à celles des autres. Les distributions ont, quant à elles, des allures comparables : on peut noter la très forte concentration des valeurs à proximité de la moyenne et une assez bonne symétrie de la distribution (figures 22 et 23, annexe 1).

Les coefficients de détermination varient entre 0 et 0,39 pour le modèle 1, et entre 0 et 0,45 pour le modèle 2, avec une moyenne supérieure pour le modèle 2. La variation des coefficients de détermination est liée au nombre de participations de l'individu et de ses apparentés. Grâce à de fortes participations d'apparentés, on peut arriver à de meilleures valeurs des coefficients de détermination pour des animaux n'ayant pas eux-mêmes concouru mais ayant des produits concurrents (figures 24 et 25, annexe 2). Notons que les nombreux individus auxquels on ne peut associer aucune performance, ni personnelle ni d'apparenté, sont à l'origine de la forte proportion de coefficients de détermination nuls.

Les 100 individus ayant les meilleurs indices sont présentés dans l'annexe 3, parallèlement pour les modèles 1 et 2, avec indications des coefficients de détermination.

III.B.2 – Les effets des facteurs du milieu

Les effets de milieu n'ont été étudiés que pour la note *valtot2* après suppression des notes jugées non pertinentes, avec le modèle 1 et 2.

La signification statistique de l'écart entre deux classes d'un même effet a été estimée par l'option *hypothesis* du logiciel PEST (voir *Méthodes*).

III.B.2.a – Effet sexe

Les effets des classes mâle et femelle et leurs écarts-types sont répertoriés dans le tableau 52.

Quel que soit le modèle choisi dans notre étude, l'effet du sexe apparaît clairement non significatif ($\alpha > 20\%$).

III.B.2.b – Effet âge

Le modèle 2 permet d'évaluer les effets du facteur *âge*, sans influence du niveau. Ces effets sont présentés dans le tableau 53 et sur la figure 26. On constate un fort handicap lié au jeune âge (moins de 2,5 ans), une nette progression jusqu'à 4,5 ans et un fort handicap, à nouveau, après 8 ans. L'âge ayant le meilleur effet est, selon le tableau 53, 6 ans. Les tests ont porté sur les différences entre la meilleure classe (60) et les deux classes extrêmes ; les différences sont toutes deux significatives ($\alpha < 0,1\%$ pour les classes 15 et 60, $\alpha < 5\%$ pour les classes 60 et 90).

III.B.2.c – Effet âge-niveau

Les effets de chacune des classes d'âge-niveau, calculés à partir du modèle 1, sont répertoriés dans le tableau 54 et la figure 27 présente leur distribution.

On remarque que l'effet du niveau sur la note est souvent assez fort, et non identique selon la classe de niveau. La même note ne signifie donc pas la même chose selon le niveau auquel elle a été obtenue. Ainsi, le niveau 1 a un effet handicapant par rapport au niveau 2,

lui-même légèrement handicapant par rapport au niveau 3. Il faut sans doute voir là essentiellement l'effet de la sélection, les chiens étant en moyenne meilleurs en niveau 3, puis en niveau 2.

L'effet de l'âge est évalué selon chaque classe de niveau, comme expliqué au chapitre *Méthodes*.

Au niveau 1, la différence n'est significative qu'entre les classes 115 et 120 ($\alpha < 5\%$).

Au niveau 2, aucune différence significative n'est mise en évidence entre les classes d'âge.

Au niveau 3, enfin, on constate sur la courbe de distribution un plateau entre 4,5 et 8 ans. Il existe des différences significatives entre les classes 330 et 345 ($\alpha < 5\%$), ainsi qu'entre les classes 380 et 390 ($\alpha < 5\%$).

Tableau 48 – Caractéristiques des indices génétiques (modèle 1)

Indice	Moyenne	Déviati on standard	Minimum	Maximum
Tous chiens	0,017	0,052	-0,170	0,238
Concurrents	0,023	0,049	-0,102	0,236
Non concurrents	0,016	0,053	-0,170	0,238

Tableau 49 – Caractéristiques des coefficients de détermination des indices génétiques (modèle 1)

CD	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Tous chiens	0,049	0,052	0	0,390
Concurrents	0,030	0,046	0	0,321
Non concurrents	0,053	0,052	0	0,390

Tableau 50 – Caractéristiques des indices génétiques (modèle 2)

Indice	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Tous chiens	0,023	0,069	-0,223	0,313
Concurrents	0,030	0,064	-0,149	0,312
Non concurrents	0,021	0,070	-0,223	0,313

Tableau 51 – Caractéristiques des coefficients de détermination des indices génétiques (modèle 2)

CD	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Tous chiens	0,060	0,063	0	0,452
Concurrents	0,037	0,056	0	0,378
Non concurrents	0,066	0,063	0	0,452

Figure 22 – Distribution des indices (concurrents) (modèle 2)

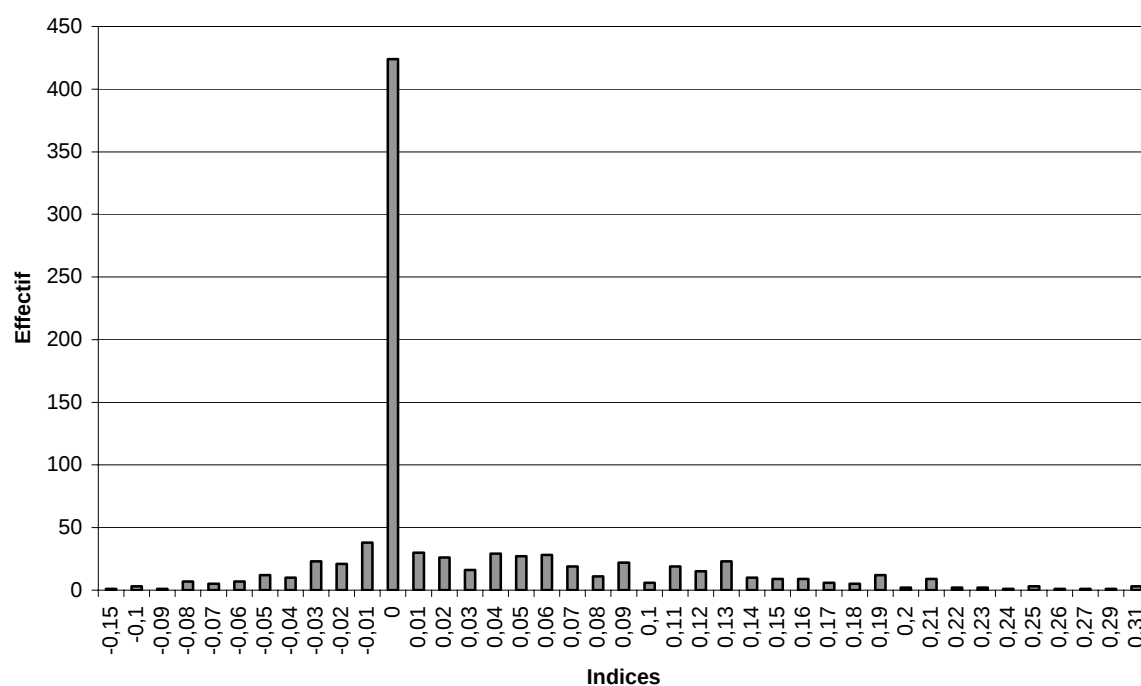


Figure 23 – Distribution des indices (non concurrents) (modèle 2)

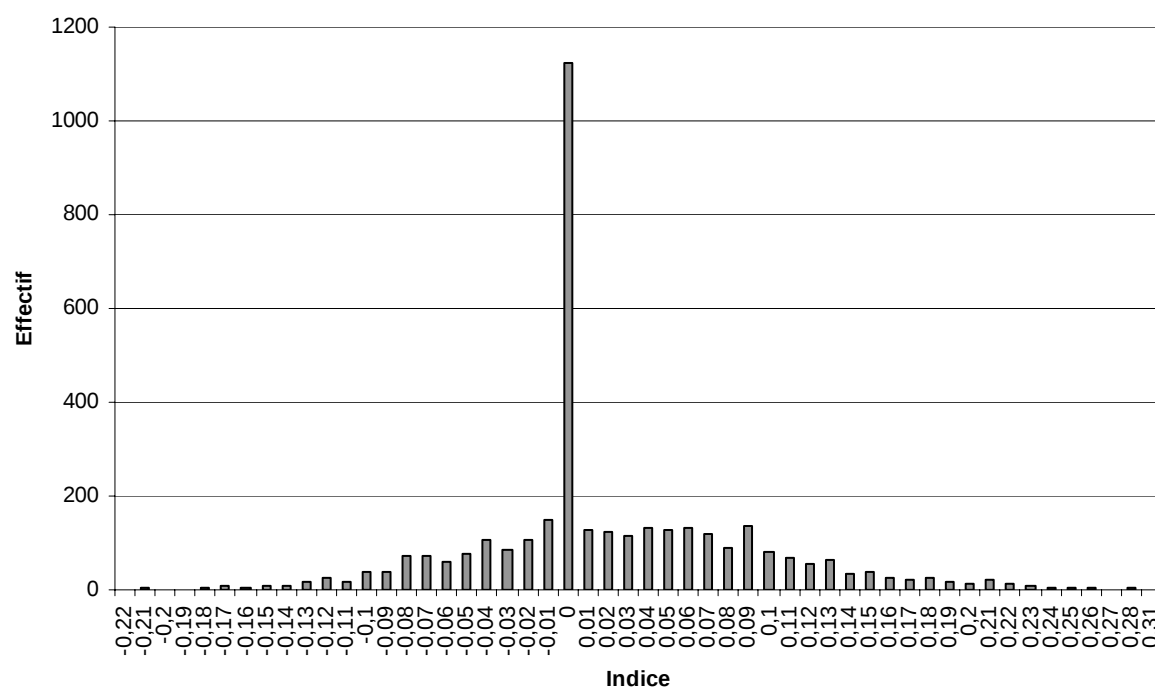


Figure 24 – Distribution des coefficients de détermination (concurrents) (modèle 2)

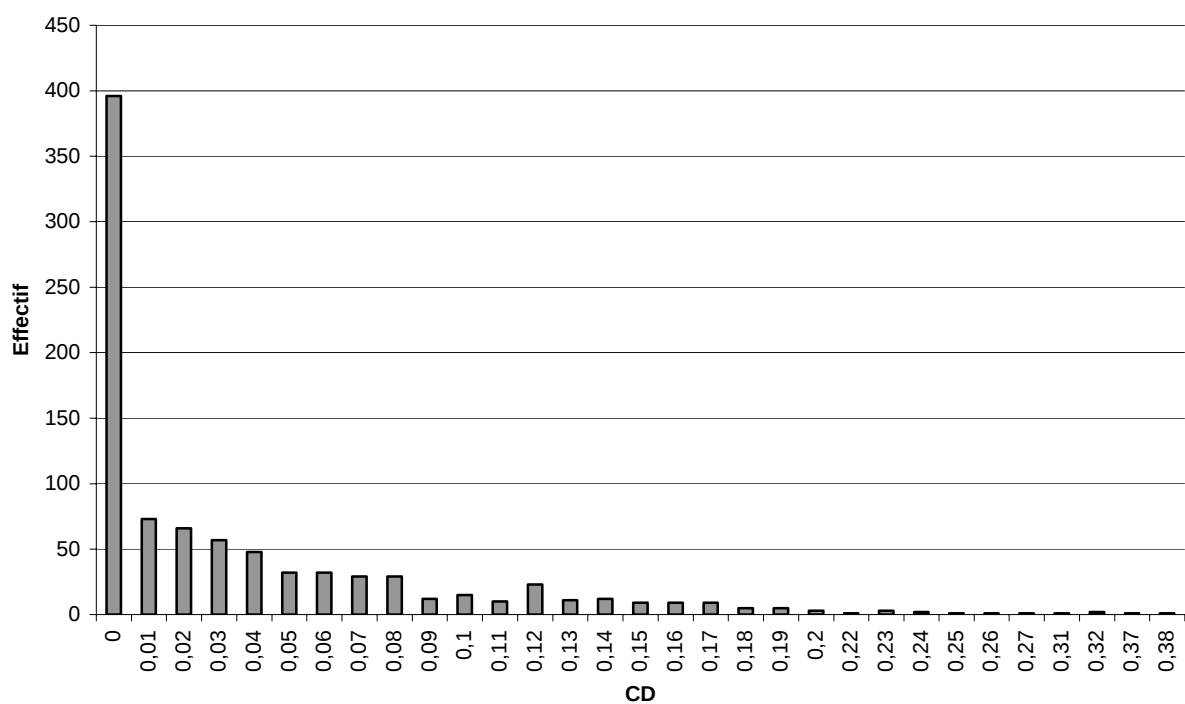


Figure 25 – Distribution des coefficients de détermination (non concurrents) (modèle 2)

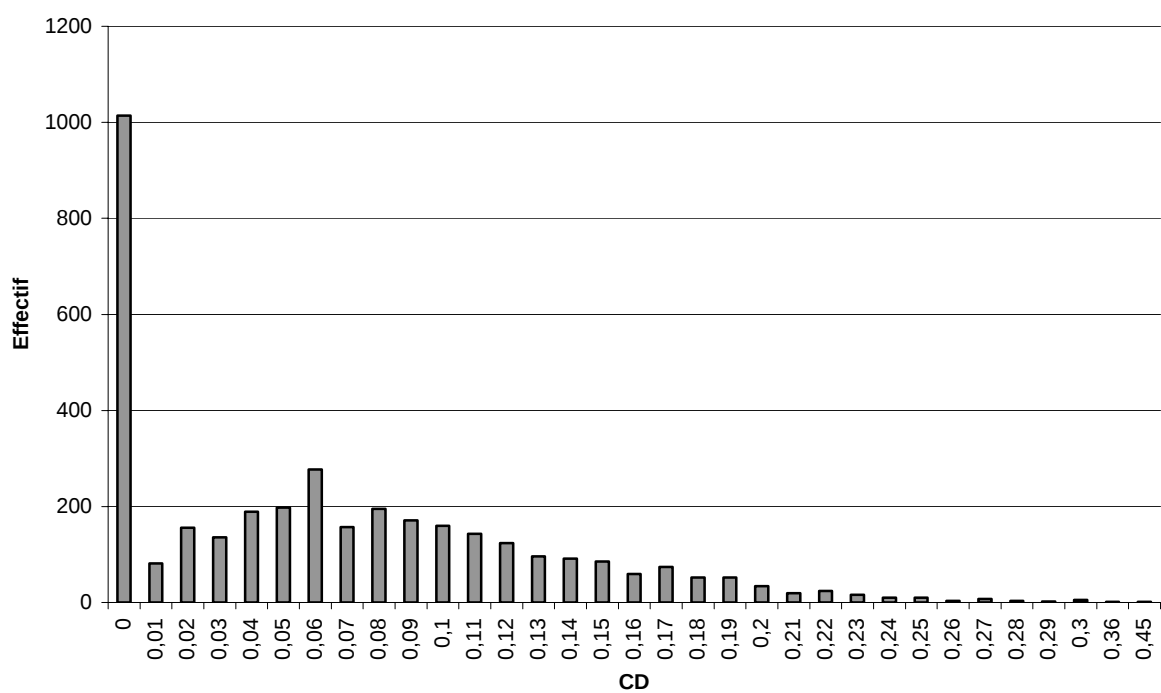


Tableau 52 – Effet des classes de sexe

	Selon le modèle 1		Selon le modèle 2	
Classe	Effet	Écart-type	Effet	Écart-type
Mâle	- 0,546	0,081	-0,509	0,067
Femelle	-0,528	0,079	-0,492	0,064

Tableau 53 – Effet des classes d'âge (modèle 2)

Classe	Âge (années)	Effet	Écart-type
0	Inconnu	-0,311	0,124
15	< 1,5	-0,183	0,067
20	1,6 – 2	0,000	0,000
25	2,1 – 2,5	0,011	0,056
30	2,6 – 3	0,055	0,055
35	3,1 – 3,5	0,095	0,059
40	3,6 – 4	0,055	0,058
45	4,1 – 4,5	0,232	0,067
50	4,6 – 5	0,197	0,065
55	5,1 – 5,5	0,252	0,069
60	5,6 – 6	0,282	0,080
70	6,1 – 7	0,264	0,065
80	7,1 – 8	0,275	0,074
90	8,1 – 9	0,074	0,086
99	> 9	0,034	0,067

Figure 26 – Effets des classes d'âge (modèle 2)

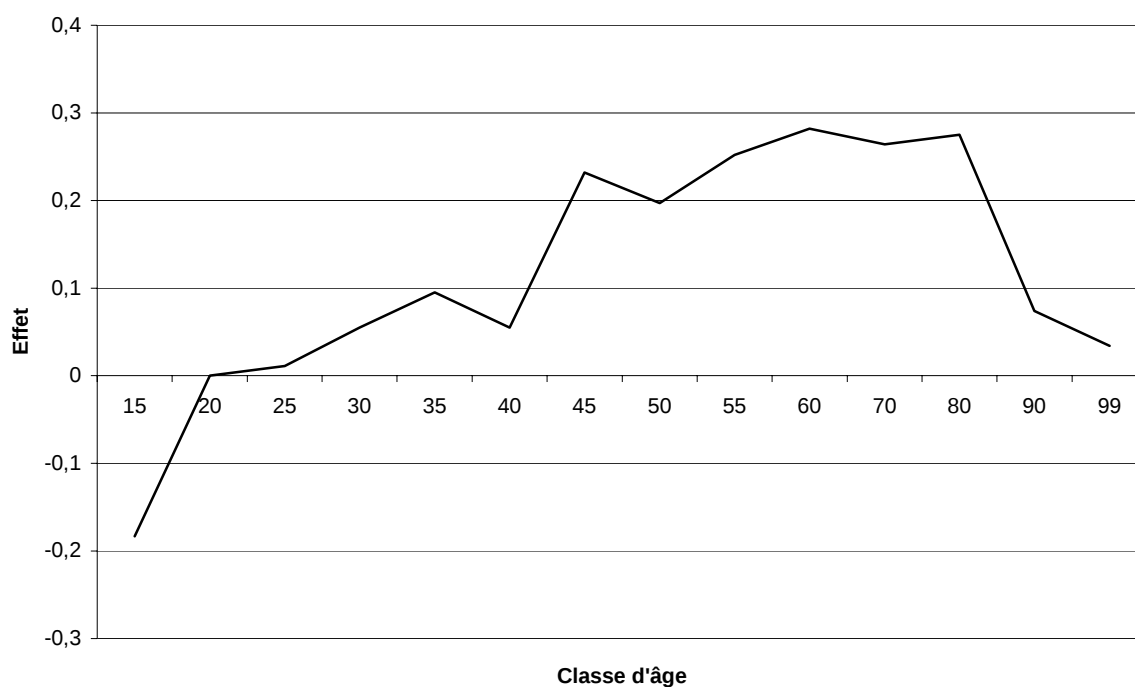
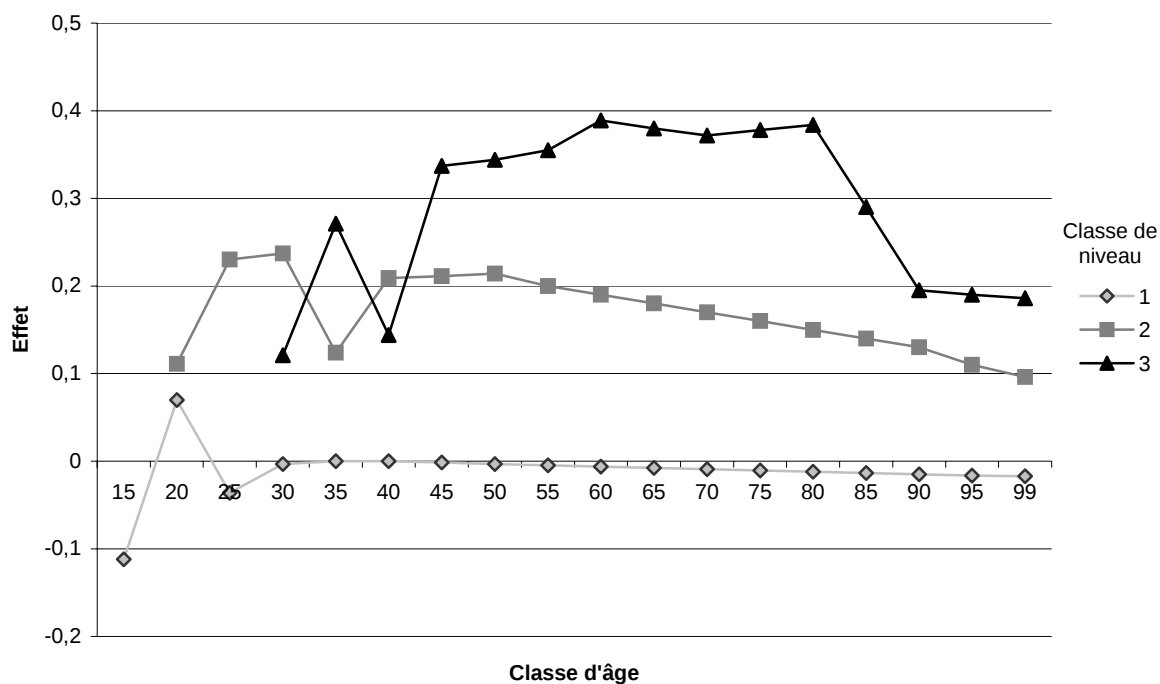


Tableau 54 – Effet des classes d'âge-niveau (modèle 1)

Classe	Âge (années)	Effet	Écart-type
0,1	Inconnu	-0,271	0,130
115	< 1,5	-0,112	0,088
120	1,6 – 2	0,070	0,088
125	2,1 – 2,5	-0,036	0,093
130	2,6 – 3	-0,003	0,093
140	3,1 – 4	0,000	0,000
199	> 4	-0,017	0,100
220	< 2	0,111	0,100
225	2,1 – 2,5	0,230	0,092
230	2,6 – 3	0,237	0,092
235	3,1 – 3,5	0,124	0,088
240	3,6 – 4	0,209	0,098
250	4,1 – 5	0,214	0,093
299	> 5	0,096	0,105
330	< 3	0,121	0,110
335	3,1 – 3,5	0,271	0,098
340	3,6 – 4	0,144	0,101
345	4,1 – 4,5	0,337	0,089
350	4,6 – 5	0,344	0,100
355	5,1 – 5,5	0,355	0,089
360	5,6 – 6	0,389	0,099
370	6,1 – 7	0,372	0,087
380	7,1 – 8	0,384	0,093
390	8,1 – 9	0,195	0,104
399	> 9	0,186	0,110

Figure 27 – Effet des classes d'âge-niveau (modèle 1)



IV – DISCUSSION

L'objectif principal de cette étude était de s'assurer que les performances enregistrées lors des participations de Border Collies à des concours sur ovins tels qu'organisés par l'AFBC sont, en partie au moins, régies par un déterminisme génétique additif, donc transmissibles à la descendance et aptes à être sélectionnées. Les valeurs d'héritabilités présentées au chapitre *Résultats* attestent de l'existence de ce déterminisme génétique, mais leurs valeurs demandent qu'un certain nombre de questions soient discutées.

Avant de s'intéresser aux résultats de notre étude, il convient de revenir sur certaines difficultés qui ont pu apparaître au cours de celle-ci, en rapport avec les données disponibles ou les méthodes employées.

Qualité de l'organisation des concours et de l'évaluation des performances.

Le terme de *qualité* recouvre ici le sens que lui admet Courreau (2004), à savoir l'aptitude des concours et des évaluations à fournir des mesures répétables dans le temps et l'espace et convenablement dispersées sur une échelle de valeurs. Cela rend alors possible l'utilisation de méthodes statistiques adaptées à la génétique quantitative.

Le concours Border Collie sur ovins est un concours pouvant, par son déroulement et le type d'épreuves qui le composent, être comparé préférentiellement à d'autres concours sur troupeau, ou à certains concours de chasse de type *field-trials*, et moins aux études portant sur les concours en Ring ou sur les courses de lévriers – se référer au chapitre *Bibliographie*. Rappelons qu'on reconnaît au Border Collie des traits comme cette allure et ces postures si particulières, parfois qualifiées de *furtives*, qui témoignent de l'existence d'ancêtres Setters dans les lignées de Border Collies.

L'organisation d'un concours Border Collie suit des règles strictes qui ont pour but de standardiser le déroulement de l'épreuve. On y retrouve notamment, comme défini par l'AFBC (2003) :

- Diverses recommandations afférentes à la préparation du terrain, le descriptif précis du type de matériels – claies, portes, etc. – et de brebis à utiliser
- La nécessité d'isoler le parcours de la venue d'animaux ou individus pouvant interférer avec le travail du concurrent,
- Le recours à un juge qualifié, répondant aux exigences de l'AFBC,
- La délimitation stricte des pouvoirs et responsabilités du juge,
- La définition précise des niveaux de concours, ce qui inclut des normes de distance et d'espacement, des durées, la présence ou non de certains matériels et des restrictions à la participation de certains concurrents et/ou conducteurs – en fonction de leur âge et de leur niveau d'expérience,
- La définition précise de chaque épreuve, du barème et des différentes fautes pouvant être commises.

Néanmoins, comme souvent dans ce genre de manifestations, on ne peut s'affranchir d'un certain nombre de déficiences dans la standardisation de l'épreuve, en rapport avec la préparation du concurrent, la compétence du conducteur/dresseur et l'organisation en milieu extérieur et en conditions réelles de travail. Ces conditions réelles de travail tiennent beaucoup à cœur aux organisateurs, à juste titre, mais posent les problèmes suivants :

- les concurrents n'ont pas tous subi le même apprentissage et n'expriment donc peut-être pas tous leur potentiel au même niveau et de la même façon – cela est à mettre en rapport avec l'importante part prise par l'effet d'environnement permanent, lequel inclut l'effet *dresseur/conducteur*, comme vu au chapitre *Méthodes* ;

- certaines fautes pénalisant l'animal restent, au moins en partie, imputables au conducteur et non aux compétences du concurrent ;
- en dépit d'une volonté de standardisation des concours, la pratique en extérieur influe fortement sur la qualité de la performance – problèmes météorologiques tels que mis en évidence par Karjalainen *et al.* (1996) et Liinamo *et al.* (1997), mais aussi qualité et comportement des brebis, nature du terrain, concurrent perturbé par un long voyage ou non peu de temps avant l'épreuve ;
- non utilisation de la totalité du barème.

L'organisation en milieu extérieur est certainement le problème majeur. Nous ne prétendons pas que cela soit une mauvaise méthode d'organisation, car il faut avant tout garder à l'esprit que ce genre de concours se veut une évaluation en conditions réelles des aptitudes du concurrent, une reproduction standardisée du travail réel. Toutefois, il faut également garder à l'esprit les biais qu'entraîne une organisation en milieu extérieur. Karjalainen *et al.* (1994, 1996) et Liinamo *et al.* (1997), dans leurs études sur les aptitudes chasseresses du Spitz Finnois, ont montré une forte incidence de l'environnement – lieu et météorologie – sur l'estimation des performances, et ont également montré les limites d'une correction a posteriori de ces variations. Brenoe *et al.* (2002) prennent également en compte le facteur *type de terrain* dans leur étude, afin de corriger les performances de chasse de ses sujets d'étude.

Concernant la standardisation de la préparation du concurrent – dressage, conduite aux ordres –, on ne peut que la souhaiter d'un point de vue théorique, sans pour autant pouvoir fournir de solutions pour sa réalisation pratique. Il paraît bien difficile de standardiser la façon dont le dresseur va développer les aptitudes du chien, ou la façon dont le concurrent va être guidé sur le terrain. Vangen et Klemetsdal (1988) vont même plus loin en concluant qu'il est difficile, dans ce genre d'études, de séparer convenablement les compétences liées à l'animal de celles liées à l'homme l'ayant dressé et le conduisant – les Anglais eux-mêmes prétendent qu'une performance bergère de Border Collie s'explique par *fifty percent man, fifty percent dog*, que l'on retrouve dans le nom du célèbre championnat *One man and his dog*. Seules quelques études à l'organisation fastidieuse sur les aptitudes à devenir chien guide d'aveugle – Goddard et Beilharz (1982, 1983) – ou sur le dépistage précoce de certains traits comportementaux – Wilsson et Sundgren (1997a, 1997b, 1998) – s'approchent de cette standardisation qui permettrait de réduire l'impact difficilement contrôlable et corrigable de l'environnement extérieur et permanent du concurrent.

Revenons maintenant sur la notation, même si nous l'avons déjà évoquée au chapitre *Matériels*.

Les notes jugées non pertinentes ont finalement été supprimées, afin de mieux rendre compte de la réalité des compétences des concurrents. Cela n'a eu d'impact que sur les valeurs d'héritabilité estimées dans les épreuves fortement concernées par ce type de notes, à savoir la Contention, l'Enclos et les notes totales. Si cette suppression a conduit à une diminution de l'héritabilité, elle ne doit cependant pas être remise en cause. Les notes nulles que nous avons supprimées n'avaient en effet aucun sens puisqu'elles correspondaient à des non participations aux épreuves. Vangen et Klemetsdal (1988) et Courreau (2004) ont eu plus de difficulté pour trancher car les zéros étaient dus tantôt au chien, tantôt au conducteur.

La distribution non gaussienne de certaines notes, notamment des notes aux épreuves, est révélatrice d'une gestion imparfaite du barème et des difficultés. En effet, lorsqu'un barème est convenablement exploité, la distribution des notes est centrée sur une note médiane, couvre la totalité de l'échelle de notation et revêt la forme d'une courbe *en cloche*. Ce n'est pas ici le cas, les épreuves étant, pour certaines, trop simples – décalant ainsi la majorité des notes vers le haut – et pour d'autres trop binaires – le barème n'est en fait exploité

que dans une optique *réussite* ou *échec*, et n'utilise quasiment que ses valeurs maximale et minimale.

Le barème est établi selon un certain nombre de fautes qui semblent assez représentatives des qualités du concurrent (cf. tableau 38). Il est relativement simple et clair, et donc a priori adapté à une bonne évaluation des performances – ce qui satisfait l'idée émise par Willis (1989) suite aux travaux de Reuterwall et Ryman (1973), idée selon laquelle un barème trop compliqué ne permet pas aux chiens de correctement se distinguer. En revanche, un barème trop simple et trop *scolaire* peut devenir un limitant à l'évaluation, ne prenant pas en compte certains aspects dits d'allure générale. Peut-être serait-il intéressant d'intégrer au barème, pour chaque épreuve, une composante *allure générale*, plus proche du système d'évaluation anglais, plus pragmatique mais aussi plus subjective. Courreau a néanmoins remarqué que les notes d'allure générale, dans le cadre des concours en Ring, n'étaient pas satisfaisantes car elles n'étaient qu'un simple pourcentage de la note totale. Il ne faudrait évidemment pas tomber dans ce travers. Il serait peut-être aussi judicieux de s'intéresser directement à l'allure générale du chien lors de son parcours qu'à celle des brebis, comme c'est le cas à l'heure actuelle (AFBC, 2003) : *c'est le cheminement des brebis qui est jugé*. La subjectivité d'une note d'allure générale peut, de plus, éventuellement être compensée par une formation plus spécifique et plus poussée des juges, lesquels restent un biais pour la notation ; l'AFBC (2003) notifie elle-même qu'il sera toujours difficile d'obtenir une harmonisation complète, chaque juge ayant son propre standard de jugement.

La difficulté des épreuves n'est pas toujours adaptées à une bonne discrimination entre *bons* et *excellents* chiens. Tous les chiens ayant réussi se retrouvent ainsi avec la note maximale, alors qu'ils devraient obtenir la note médiane, réservant la note maximale aux chiens excellant dans le domaine. Sans cet effort de discrimination qui passe par une difficulté accrue et/ou un recentrage des notes sur la médiane, la discrimination entre individus de qualités différentes restera difficile, voire illusoire, et ne permettra pas une sélection rigoureuse des *meilleurs des meilleurs* dans telle ou telle épreuve.

Par *difficulté*, nous n'entendons pas forcément une augmentation de la difficulté de l'épreuve. Les épreuves telles qu'existantes semblent convenables, et en changer la nature conduirait à une incompatibilité des nouvelles évaluations avec les anciennes. Nous proposons plutôt une redistribution des notes pour les recentrer sur la valeur médiane du barème – la conversion pouvant éventuellement être appliquée aux anciennes notes. Cela peut se faire par une translation de la valeur de référence, ou par une augmentation de la valeur de certaines pénalités, comme le propose Courreau (2004). Celui-ci précise à cette occasion qu'une épreuve d'évaluation génétique n'a pas les mêmes impératifs qu'une épreuve d'aptitude. Un test d'aptitude fait intervenir un seuil de réussite au-delà duquel tous les chiens se voient attribuer la même note, maximale, alors que pour une évaluation génétique, le système de notation doit être centré sur une note médiane correspondant à la performance moyenne d'un individu représentatif de sa population, les meilleurs obtenant alors des notes supérieures à cette moyenne. C'est vers ce système-là qu'il faudrait tendre afin de mieux discriminer les grands champions, même s'il est frustrant, pour certains, de ne donner que la moyenne à un chien qui a correctement réussi son exercice, mais sans démontrer de talent particulier.

Adéquation de la population étudiée avec les besoins classiques d'une estimation des paramètres génétiques

En théorie, une estimation génétique de cette envergure demande l'étude d'une population très importante et dont beaucoup de membres se sont soumis à un enregistrement de performances, pour des raisons de précision. Cela est d'autant plus vrai lorsque le modèle de décomposition des performances se complique et que le nombre de classes de certains facteurs augmentent.

Rappelons toutefois que nous travaillons sur l'espèce canine, dont les effectifs et les prises de performances sont sans commune mesure avec certaines espèces de rente aujourd'hui habituées à la collecte de données et à l'évaluation génétique. Nous avons donc choisi de ne comparer la population que nous avons étudiée qu'avec d'autres populations canines étudiées précédemment.

Dans notre étude, la population est, rappelons-le, composée de 4544 chiens, dont 899 sont concurrents et ont permis l'enregistrement de 5455 performances. Cela peut sembler peu, mais l'on sait que Courreau (2004) a travaillé sur 2427 compétiteurs Bergers Belges – soit 15772 performances –, Karjalainen *et al.* (1994 et 1996) sur 1683 compétiteurs Spitz Finnois – soit 12432 performances –, Poncet (1992) sur 926 compétiteurs Whippets – soit 2092 performances – et Vangen et Klemetsdal (1988) sur 968 compétiteurs Setters Anglais – soit 5285 performances.

On peut en conclure que notre étude porte sur une population de taille similaire à celle des autres études traitant d'estimation des paramètres génétiques dans l'espèce canine.

On constate un nombre de performances par concurrent, en moyenne, assez élevé – 6,07 performances en moyenne par concurrent. On a également, dans le chapitre *Matériels*, mis en évidence le fait que nombre de chiens étaient apparentés entre eux, et que près de 41 % des concurrents avaient des produits ayant eux-mêmes concouru. Les parents ont, en moyenne et selon qu'ils sont mâles ou femelles, respectivement 5,90 et 3,55 enfants dont on connaît au moins une performance. Tout cela contribue à une estimation d'indices génétiques de qualité correcte dont les coefficients de détermination peuvent dépasser 0,30.

Enfin, nos modèles d'étude sont relativement simples, ne comportant chacun que 2 à 3 facteurs fixes. Ces facteurs ont de plus un nombre de classes limitées, à l'exception du facteur *concours*, ce qui permet une plus grande précision de l'estimation de chaque effet. On peut donc considérer nos modèles comme assez précis, même s'ils ne sont pas exhaustifs, et suffisamment simples pour la faible population canine exploitée par cette étude.

En conclusion, on peut dire que notre population canine respecte les besoins d'une étude comme la nôtre. Bien peu de races canines d'utilité, et particulièrement de troupeau, disposent comme le Border Collie d'une population de pareille taille et de pareille composition.

Comparaison des techniques utilisées pour la normalisation des distributions de variables.

Deux techniques de normalisation des distributions de variables ont été utilisées lors de notre étude – se référer au chapitre *Méthodes* :

- normalisation par élévation des notes brutes à la puissance ; ici, élévation à la puissance 1,7 ;
- normalisation par transformation des rangs de classement en déviation standard normalisée.

Si la seconde a permis de normaliser l'ensemble des distributions, la première n'a été appliquée qu'à la note totale 2 – cette technique ne pouvant normaliser que des notes de distributions déjà proches de celle régie par la loi normale. Nous n'appuierons donc notre comparatif que sur les résultats obtenus pour la note totale 2, normalisée selon chacune des 2 techniques.

Deux différences peuvent être mises en évidence entre les 2 techniques de normalisation utilisées :

- La normalisation par élévation des notes brutes à la puissance reste directement liée aux notes brutes, selon le barème prévu par le règlement des concours ; la

normalisation par transformation du rang de classement en déviation standard normalisée, elle, se dissocie des notes brutes pour ne garder, comme son nom l'indique, que le rang de classement des concurrents.

- La normalisation par élévation des notes brutes à la puissance et celle par transformation des rangs de classement sont corrigées différemment pour l'effet *concours*.

Pour la note tot217, l'effet *concours* est estimé par le modèle de décomposition. L'effet est donc calculé par une équation faisant appel à la moyenne des notes obtenues au concours, ce qui signifie qu'un concours pour lequel les notes sont faibles est estimé d'effet néfaste.

Pour la note valtot2, en revanche, l'effet *concours* est corrigé par la méthode de normalisation, par estimation d'un paramètre *concours correcteur*, lequel n'est pas inféodé aux notes obtenues audit concours, mais à la qualité des concurrents présents à ce concours – cette qualité est elle-même estimée par rapport aux classements obtenus par les concurrents lors de leurs autres participations à des concours.

Malgré ces différences, les résultats obtenus par les 2 techniques sont tout à fait comparables, à condition évidemment d'utiliser à chaque fois le modèle de décomposition adapté. Intellectuellement, l'une et l'autre des démarches sont aussi satisfaisantes, et le principal critère de choix sera d'ordre pratique.

En effet, la technique de normalisation par élévation à la puissance demande une recherche fastidieuse de la puissance optimale, via les procédures *glm* et *univariate* du logiciel SAS. Il est envisageable, toutefois, de simplifier légèrement cette démarche par l'utilisation de la macro *boxcoxar* du même logiciel – que nous n'avons pu employer lors de notre étude pour des raisons techniques.

La technique de normalisation par transformation des rangs de classement, quant à elle, est très simple de mise en œuvre, particulièrement grâce au logiciel NAG. L'utilisation de cette technique allège de plus le modèle du facteur *concours*, lequel possède un grand nombre de classes et est difficile à corriger par les autres outils statistiques à notre disposition, comme le font remarquer Karjalainen *et al.* (1994, 1996) et Liinamo *et al.* (1997). Des *biais* environnementaux, en quelque sorte, dont celui du juge que signale l'AFBC (2003) : *Il sera toujours difficile d'obtenir une harmonisation complète, chaque juge ayant son propre standard de jugement*. En cela, le rang de classement semble plus fiable que la note brute.

En conclusion, il paraît plus pertinent de conserver les résultats obtenus à partir des données normalisées par transformation du rang de classement plutôt que ceux obtenus par élévation à la puissance. C'est pour cela que nous avons choisi de ne pas présenter, au chapitre *Résultats*, les effets génétiques et environnementaux estimables à partir de tot217 et du modèle 3.

Comparaison des modèles de décomposition utilisés

Au cours de notre étude, nous avons envisagé successivement 3 modèles de décomposition des performances – se référer au chapitre *Méthodes*. Afin de simplifier leur étude comparative, nous nous limiterons ici à leur application à la note totale 2. Les 3 modèles sont :

- le modèle 1, applicable à valtot2, dont les effets fixes sont *âge-niveau* et *sexe*,
- le modèle 2, applicable à valtot2, dont les effets fixes sont *âge* et *sexe*,
- le modèle 3, applicable à tot217, dont les effets fixes sont *sexe*, *âge* et *concours*.

Nous avons déjà évoqué certaines faiblesses du modèle 3, notamment par les caractéristiques de tot217 et par la présence d'un facteur *concours* comptant un grand nombre de classes et difficile à estimer (Karjalainen *et al.*, 1994, 1996 ; Liinamo *et al.*, 1997). Les

répétabilités présentées dans le tableau 47 montrent de plus que ce modèle explique moins parfaitement les performances que les modèles 1 et 2 – répétabilité de 35 % pour le modèle 3, de 50 % pour les modèles 1 ou 2. Nous nous concentrerons donc sur la comparaison entre les modèles 1 et 2.

La seule différence entre les modèles 1 et 2 est le facteur *âge-niveau*, présent dans le modèle 1 et remplacé dans le modèle 2 par le facteur *âge*.

Le facteur *âge* est souvent considéré comme pertinent dans les études de génétique quantitative dans l'espèce canine (Degauchy, 1992 ; Goddard et Beilharz, 1982 ; Karjalainen *et al.*, 1996 ; Liinamo *et al.*, 1997 ; Pfaffenberger et Scott, 1959, cités par Goddard et Beilharz, 1982 ; Pfleiderer-Hogner, 1979, cité par Ruefenacht *et al.*, 2002 ; Poncet, 1992 ; Ruefenacht *et al.*, 2002 ; Wilsson et Sundgren, 1997a et 1997b). Ses effets sont tantôt trouvés significatifs, tantôt non.

Courreau (2004), quant à lui, choisit l'alternative du facteur *âge-niveau*, qu'il juge plus satisfaisant intellectuellement et qui lui permet de diminuer dans son modèle le nombre de facteur et de classes des facteurs. Il trouve ce facteur significatif pour plusieurs de ses classes.

Cependant, on ne peut éviter de penser qu'il y a sans doute une certaine redondance entre le facteur *âge-niveau* et le facteur *concours* (cf. chapitre *Méthodes*). D'un point de vue pratique, il est en outre plus simple de conserver dans le modèle de décomposition un facteur *âge*, à la compréhension évidente et au calcul simple – à la différence du facteur *âge-niveau* qui demande un travail de mise en forme et dont la compréhension n'est pas forcément intuitive. En cela, le modèle 2 nous semble préférable au modèle 1, ne prenant en compte que le facteur *âge* et non *âge-niveau*.

En conclusion, il paraît plus pertinent de conserver le modèle 2 et ses résultats plutôt que ceux issus du modèle 1.

Comparaison des valeurs d'héritabilités estimées avec les résultats d'autres études.

Il est difficile, dans ce genre d'études, de trouver des points de comparaison suffisamment nombreux pour pouvoir mettre en parallèle des travaux d'auteurs différents. Le type d'épreuve, de travail, de notation, de modélisation ou encore de méthodes statistiques sont autant de freins à la comparaison.

Kelley (1949) n'a lui-même pas réalisé de calculs d'héritabilités, ayant une approche plus cynophile – et cynotechnique – que génétique de la sélection du Border Collie.

Comme nous l'avons déjà évoqué, le type de travail que l'on peut considérer comme se rapprochant le plus de la conduite sur troupeau est le *field-trial*, et plus généralement le travail de chasse. Karjalainen *et al.* (1994 et 1996) ont évalué des héritabilités allant de 0 à 14 %, puis de 4 à 17 % ; Vangen et Klemetsdal (1988) font état de valeurs d'héritabilités entre 9 et 22 % ; Brenoe *et al.* (2002), enfin, ont estimé des héritabilités variant entre 4 et 28 %. Nous avons donc affaire avec des héritabilités faibles à moyennes, dont les ordres de grandeur sont tout à fait compatibles avec nos résultats – 0 à 10 % dans notre cas.

Dans d'autres types d'études, on trouve également des héritabilités faibles dans la majorité des cas. Ruefenacht *et al.* (2002) ont réalisé un tableau de synthèse reprenant l'ensemble des valeurs d'héritabilités évaluées par nombre de publications. On peut y observer des héritabilités variant entre 0 et 58 %, pour une héritabilité moyenne de 17 % sur l'ensemble des estimations faites.

Il semble donc difficile d'estimer de fortes héritabilités dans l'espèce canine dans le cas de performances de travail. Selon Courreau (2004), *ces valeurs semblent caractéristiques des*

performances s'exprimant dans des milieux variés fortement soumis aux influences de l'environnement.

Les épreuves pour lesquelles nous avons pu estimer les valeurs les plus élevées d'héritabilité sont les plus discriminantes, mettant davantage en évidence les différences génétiques interindividuelles. À ce titre, les notes les plus importantes à considérer dans le cadre d'une sélection génétique sont celles associées aux épreuves de Recherche et Conduite, ainsi que les notes totales. Les autres épreuves, dont certaines rappellent pourtant par nature la Recherche ou la Conduite ont des héritabilités plus faibles et sont donc moins discriminantes, moins utiles pour la sélection ; il est étonnant de voir comment ces résultats et leur interprétation peuvent être mis en rapport avec l'appréciation empirique et raisonnée selon laquelle ces épreuves laissent une trop grande place à l'homme au détriment du potentiel du chien (cf. paragraphe C.1 de notre étude génétique).

Les héritabilités estimées dans cette étude sont donc comparables aux résultats publiés antérieurement sur le chien d'utilité, même si elles sont dans le bas de la fourchette des valeurs. De plus, elles semblent compatibles avec certaines intuitions et hypothèses d'amateurs du Border Collie.

Informations déductibles des valeurs des effets de milieu

L'effet du sexe, quel que soit le modèle de décomposition envisagé, apparaît non significatif. Cela paraît cohérent avec les publications antérieures, qui font le distinguo entre épreuves où interviennent majoritairement la puissance physique et la combativité, réputés comme attributs du mâle, et épreuves réclamant d'autres compétences spécifiques ayant plus rapport à certains traits comportementaux qu'à la simple puissance physique.

Ainsi, les concours en Ring montrent en général une supériorité du mâle sur la femelle, couramment admise par les utilisateurs et vérifiée par Degauchy (1992) et Courreau (2004). C'est également le cas pour des épreuves aussi physiques que la course de lévriers, comme le montre Poncet (1992). Ruefenacht *et al.* (2002), eux, délaissent l'hypothèse selon laquelle la différence entre sexes est liée à la puissance physique pour se concentrer sur une explication sociale, liée d'une part à un comportement social différent selon le sexe, et d'autre part à la plus grande attention que le dresseur porte au mâle.

Pour des performances plus proches, par nature, de celles que nous étudions, la significativité de l'effet sexe est bien moins évidente, notamment pour Goddard et Beilharz (1983), dans le cadre d'études sur les aptitudes des chiens guides d'aveugle, et pour Karjalainen *et al.* (1994 et 1996) et Liinamo *et al.* (1997) dans leurs études portant sur le Spitz Finnois. Dans la majorité des cas, lorsque l'épreuve envisagée ne fait pas directement appel à la puissance physique et/ou à la combativité du chien, les effets liés au sexe sont estimés peu ou non significatifs. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer comment, de manière empirique, les conducteurs ont su apprécier cela : en Ring, peu de femelles sont menées en concours car on les dit *moins bonnes*, alors qu'en concours Border Collie, les proportions de mâles et de femelles sont sensiblement les mêmes (cf. chapitre *Matériels*).

L'effet *âge* a une influence indéniable sur la performance. Nombre de travaux rapportent les effets imputables à l'âge (cf. chapitre *Méthodes*) et Courreau (2004) a montré dans son étude que l'effet du facteur *âge-niveau* était significatif.

Concernant les niveaux, on constate que le niveau qui apparaît comme étant le plus *difficile*, à savoir le plus handicapant pour la notation, est le niveau 1. Cette évolution de niveau à niveau correspond en fait non pas à une difficulté plus grande au niveau 1, mais à une moins grande expérience du concurrent lors de sa participation à un tel niveau. La

similitude apparente de difficulté entre les niveaux 2 et 3 montre bien que le concurrent *s'habitue* au type d'épreuves qu'il va rencontrer en concours, que par conséquent ses participations en niveau 2 et 3 sont moins laborieuses que ses participations en niveau 1. On peut également relever pour le niveau 1 qu'il est un niveau ouvert à tous types d'animaux, dont les notes sont par conséquent moins élevées car reflétant des compétences globalement faibles, à la différence des niveaux suivants pour lesquels une sélection a déjà été réalisée (Courreau, 2004 ; Degauchy, 1992).

Au niveau 1, l'écart significatif entre les chiens ayant moins de 1,5 ans et ceux ayant entre 1,5 et 2 ans reflète probablement une immaturité des concurrents présentés trop jeunes, lesquels peuvent à la fois être handicapés par un manque d'entraînement et d'expérience, mais aussi par une certaine immaturité physiologique. L'âge le plus propice pour une première participation en concours semble donc être 2 ans. Notons également que la lente diminution de l'effet *âge* au niveau 1 n'est a priori pas liée à la sénescence. En effet, les chiens qui sont plusieurs fois présentés en niveau 1, notamment à des âges assez avancés, sont souvent ceux dont les propriétaires sont peu motivés, ou dont les qualités sont médiocres.

Au niveau 2, malgré une courbe laissant penser que l'âge le plus indiqué pour une participation en concours va de 2,5 ans à 3 ans, aucun écart significatif n'a pu être mis en évidence entre les différentes classes d'âge.

Au niveau 3, enfin, on constate une courbe à peu près classique d'évolution des effets de l'âge. Les animaux ayant moins de 4 ans sont défavorisés par leur manque d'expérience face à une épreuve de niveau élevé, puis on constate un plateau indiquant que les concurrents les mieux préparés et les plus aptes à accomplir les épreuves de niveau 3 ont entre 4,5 et 8 ans. Passé 8 ans, les chiens sont à nouveau désavantagés, par la sénescence cette fois.

Il est intéressant de noter que, en estimant les effets de l'âge indépendamment du niveau, suivant le modèle 2, on arrive sensiblement aux mêmes conclusions : immaturité de l'animal avant 2 ans handicapant le concurrent, pleine maturité entre 4,5 et 8 ans.

Pour conclure, on pourrait simplement dire qu'il existe un âge – et donc un degré de préparation physique et psychique – idéal pour chaque niveau, et un âge absolu, une période *dorée* durant laquelle le chien est à l'optimum de sa forme et de sa préparation pour le genre d'épreuves que prévoient les concours. Le sexe, en revanche, reste sans importance

Possibilité d'utilisation des indices génétiques pour sélectionner les Border Collies.

Nos indices sont-ils pertinents et précis ? Dépendent-ils d'une héritabilité permettant une bonne discrimination des animaux ? Peut-on envisager de les utiliser dans le cadre d'un programme de sélection ?

L'héritabilité obtenue pour la note totale 2 transformée par déviation standard normalisée, la plus pertinente pour sélectionner les Border Collies, suivant le modèle 2 et après suppression des notes non pertinentes, est de valeur faible (6,2 %) mais comparable à l'héritabilité de certains caractères qui, dans d'autres espèces, font déjà l'objet de programmes de sélection. Cette note est donc tout à fait convenable et permet une discrimination correcte des individus de compétences et de valeurs génétiques différentes. Le progrès génétique devrait être lent, mais certain. Un tel progrès génétique a été permis chez le Spitz Finnois, pour des héritabilités et avec l'utilisation d'indices d'un style tout à fait comparables aux nôtres, comme le montre Liinamo (2004).

La précision des indices est faible, avec une moyenne de l'ordre de 6 %. Les coefficients de détermination sont néanmoins très disparates. Courreau (2004) présente des coefficients de détermination d'une meilleure précision.

La répétabilité est, en revanche, satisfaisante – légèrement supérieure à 0,50 – et permettrait un coefficient de détermination maximal théorique – calculé par h^2 divisée par répétabilité – de 0,12 environ.

Les coefficients de détermination actuels, et par là même la précision de nos indices, doivent donc être améliorés, principalement par l'évaluation systématique des performances de tous les Border Collies de la population, au moins une fois dans leur vie, et la multiplication des évaluations pour les sujets de concours. Ainsi, chacun disposerait d'au moins une évaluation sur performances individuelles, et bénéficierait de l'évaluation de tous ses apparentés – frères, sœurs, parents et enfants, voire cousins – dans le calcul de son propre indice qui en serait affiné, précisé.

Une sélection génétique basée sur nos indices, à partir du modèle 2 et après suppression des notes non pertinentes, est donc possible mais encore imprécise. Notons néanmoins que plus l'héritabilité est faible, ce qui est le cas ici, plus il est important de mettre en place ce genre de sélection, la sélection phénotypique – sur la performance et non sur la valeur génétique – atteignant rapidement un plafond. De plus, nous pouvons remarquer que, si la majorité de nos indices ont une précision faible, les coefficients de détermination des indices des meilleurs individus du classement sont, eux, largement au-dessus de la moyenne et rendent donc l'estimation relativement fiable pour ceux-ci.

CONCLUSION

Nos travaux ont permis de montrer que lors de l'évaluation, au cours d'un concours, des aptitudes du Border Collie à conduire un troupeau, on met en évidence au sein de la population une variabilité génétique faible mais non nulle. Les concours, tels qu'organisés par l'AFBC, semblent un cadre favorable à l'estimation génétique, exploitable et perfectible ; il est important de se rappeler, lors de leur organisation, que ce ne sont pas des concours d'agrément, et que leur but avoué de sélection impose de s'astreindre à une certaine rigueur. La discrimination des individus est, à l'heure actuelle, encore imparfaite, ce qui est peut-être à mettre en rapport avec une population de petit effectif, assez homogène pour les critères étudiés et présélectionnée par les dresseurs et les conducteurs. Enfin, les méthodes de calcul employées, déjà éprouvées par nos prédécesseurs et considérées comme des méthodes de référence, ont permis de tirer profit au maximum des données disponibles.

Si les concours demeurent perfectibles, ils n'en restent pas moins pertinents. Il est difficile, pour ne pas dire illusoire, de créer pour le Border Collie des évaluations standardisées, alors même que les concours recouvrent des caractères sélectifs, sportifs et festifs. Il sera donc toujours difficile de s'affranchir de ces nombreux facteurs environnementaux que l'on sait difficiles à corriger a posteriori par des méthodes statistiques, et donc de réaliser des comparaisons fiables avec d'autres études.

L'héritabilité faible – comprise, selon les épreuves et le modèle, entre 0,002 et 0,106, pour une héritabilité utilisée pour l'indexation de 0,062 – peut être liée à une population de petite taille (4544 chiens pour 5455 performances) et/ou peu variable génétiquement, laissant alors la part belle au talent du conducteur. Elle peut également être expliquée par la qualité des épreuves, parfois peu discriminantes et faisant intervenir l'homme. Diminuer les effets de l'environnement peut être une avancée, ou encore revoir le barème pour mieux prendre en considération les aptitudes intrinsèques de l'animal, la génétique et non le dressage, davantage se fier à des critères d'allure générale, s'éloigner d'un barème trop rigide, mais aussi mieux standardiser la formation des juges et leur appréciation de chaque performance...

Mettre en place un système de sélection génétique sur indices ? La faible héritabilité semble indiquer que cela est plus que nécessaire si l'on souhaite continuer à progresser. Une étude récente montre de plus qu'un tel programme de sélection fonctionne dans l'espèce canine (Liinamo, 2004). La précision est pour l'instant faible – comprise entre 0 et 0,45, pour une moyenne de 0,06 –, mais une augmentation du nombre de données ne pourra qu'améliorer celle-ci, d'année en année.

Un tel programme reste de longue haleine, mais faisable. En effet, la faisabilité matérielle est acquise, comme nous l'avons vu ; d'un point de vue humain, en revanche, un tel projet demande un investissement de chacun, une bonne compréhension des utilisateurs, un lourd travail de récolte des données et une coordination par un organisme central. Autant de points qui devraient, dans le cadre de l'AFBC, ne pas poser de problèmes majeurs – celle-ci ayant à cœur l'amélioration de la race dans une démarche volontaire.

Reste l'aspect financier, lequel demeure abordable : une mise à jour annuelle des indices génétiques pour l'ensemble de la population de Border Collies français, hors saisie des données, coûterait dans les 150 euros (devis réalisé à l'INRA de Jouy-en-Josas).

L'issue de notre travail est donc telle que nous l'espérons, et telle que l'espérait probablement l'AFBC en nous le proposant : un plan de sélection génétique par indexation est possible, mieux, souhaitable, et toutes les conditions sont favorables à sa mise en place.

BIBLIOGRAPHIE

Association Française du Border Collie (1996 et 1999). *Annuaire Border Collie*. AFBC, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12.

Association Française du Border Collie (2001 à 2003). *Bulletin*, n°41 à 46. AFBC, 9 rue des rochettes, 87300 Bellac.

Association Française du Border Collie (2003). *Concours Border Collie sur ovins, édition 2003*. AFBC, 9 rue des rochettes, 87300 Bellac.

BELHAJYAHIA T., BLOUIN C., LANGLOIS B., HARZALLA H. (2003). *Breeding evaluation of Arab horses from their racing results in Tunisia by a BLUP with Animal model approach*. *Animal Research*, **52**, 481-488.

BRADSHAW J.W.S., GOODWIN D., LEA A.M. et WHITEHEAD S.L. (1996). *A survey of the behavioural characteristics of pure-bred dogs in the United Kingdom*. *The Veterinary Record*, **138**, 465-468.

BRENOE U.T., LARSGARD A.G., JOHANNESSEN K.R. et ULDAL S.H. (2002). *Estimates of genetic parameters for hunting performance traits in three breeds of gun hunting dogs in Norway*. *Applied Animal Behaviour Science*, **77**, 209-215.

COURREAU J.F. (1991). *Les perspectives en sélection du chien de sport*. *Recueil de Médecine Vétérinaire*, **167**, 667-672.

COURREAU J.F. (1994). *L'évaluation génétique aujourd'hui. L'espèce canine est-elle concernée ?* *Bulletin technique de l'Élevage canin*, **6**, 2-12.

COURREAU J.F. (2004). *Étude génétique des qualités de travail dans l'espèce canine. Application des méthodes basées sur les modèles linéaires aux épreuves de concours de chiens de défense en race Berger Belge*. Thèse de Doctorat en sciences, Université Paris XI Orsay, 303 p.

COURREAU J.F., LANGLOIS B. (2004). *Genetic parameters and environmental effects which characterise the defence ability of the Belgian shepherd dog*. *Applied Animal Behaviour Science* (à paraître).

DEGAUCHY J.M. (1992). *Le Malinois en ring. Etude génétique des performances en concours en ring du Berger Belge Malinois*. Thèse de Médecine Vétérinaire, Alfort ; n°57, 127 p.

DEMILLE M.M.C. et WALL C.D. (1996, modifiée en 2003). *Heritability of herding-related traits*. In : *Sheepdog health and genetics*. [en-ligne], [<http://www.sheepdog.com/health.html>], (consulté le 8 Janvier 2004).

DENIS B. (1997). *Génétique et sélection chez le chien*. PMCAC, Paris et SSNOF, Nantes, 232 p.

FAMULA T.R. (2001). *Genetics of quantitative traits and improvement of dog breeds*. In: RUVINSKY A. et SAMPSON J., *The genetics of the dog*, CAB international, Wallingford, Oxon, UK, 487-503.

Fédération Cynologique Internationale (1988). *Border Collie*. Standard FCI n° 297 du 24 Août 1988. Traduction française de R. TRIQUET.

GODDARD M.E. et BEILHARZ R.G. (1982). *Genetics and environmental factors affecting the suitability of dogs as guide-dogs for the blind*. Theoretical and Applied Genetics, **62**, 97-102.

GODDARD M.E. et BEILHARZ R.G. (1983) *Genetics of traits which determine the suitability of dogs as guide-dogs for the blind*. Applied Animal Ethology, **9**, 299-315.

GROENEVELD E. (1993). *PEST user's manual*. Institute of animal husbandry and animal behaviour, federal agricultural research centre (FAL), W 3057 Neustadt 1, Germany, 77 p.

GROENEVELD E. (1997). *VCE4 user's guide and reference manual*. Institute of animal husbandry and animal behaviour, federal agricultural research centre (FAL), W 3057 Neustadt 1, Germany, 77 p.

HART B.L. et MILLER M.F. (1985). *Behavioral profiles of dog breeds*. Journal of American Veterinary Medical Association, **186**, 1175-1180.

HOUPPT K.A. et WILLIS M.B. (2001). Genetics of behaviour. In: RUVINSKY A. et SAMPSON J., *The genetics of the dog*, CAB international, Wallingford, Oxon, UK, 371-400.

JONES H.G. et COLLINS B.C. (1987). *A way of life. Sheepdog training, handling and trialling*. Farming Press Limited, Wharfedale road, Ipswich, Suffolk, 178 p.

KARJALAINEN L., OJALA M. et VILVA V. (1996). *Environmental effects and genetic parameters for measurements of hunting performance in the Finnish Spitz*. Journal of Animal Breeding and Genetics, **113**, 525-534.

KARJALAINEN L., OJALA M. et VILVA V. (1994). Estimates of heritabilities for measures of hunting performance in the Finnish spitz. In: *Proceedings of the 5th World congress on Genetics applied to livestock production*, Guelph, Canada, **20**, 165-168.

KELLEY R.B. (1949). *Sheep dogs*. Halstead Press, Sydney, 169 p.

LEGATTE P. (1994). *Le Border Collie*. Editions De Vecchi SA, Paris, 214 p.

LIINAMO A.E., KARJALAINEN L., OJALA M. et VILVA V. (1997). *Estimates of genetic parameters and environmental effects for measures of hunting performance in Finnish Hounds*. Journal of Animal Science, **75**, 622-629.

LINAMO A.E. (2004). *Genetic trends in hunting behaviour in the Finnish Hound*. 55th Annual Meeting of EAAP, Bled, 5-9 septembre 2004.

MACKENZIE S.A., OLTENACU E.A.B. et HOUPPT K.A. (1985). *Heritability estimate for temperament scores in German Shepherd dogs and its genetic correlation with hip dysplasia*. Behaviour Genetics, **15**, 475-482.

MACKENZIE S.A., OLTENACU E.A.B. et HOUPPT K.A. (1986). *Canine behavioural genetics. A review*. Applied Animal Behaviour Science, **15**, 365-393.

McCONNELL P.B. et BAYLIS J.R. (1985). *Interspecific communication in cooperative herding : acoustic and visual signals from human shepherds and herding dogs*. Zeitschrift für Tierpsychologie, **67**, 302-328.

NOTT H.M.R. (1997). Behavioural development of the dog. In: THORNE C., *The Waltham book of dog and cat behaviour*, BPC Wheatons Ltd, Exeter, UK, 65-78.

PIACENTINO J. (1994). *Le Border Collie*. AFBC et Acta Reprographie, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12, 249 p.

De PLANHOL X. (1969). *Le chien de berger ; développement et signification géographique d'une technique pastorale*. Bulletin de l'Association des Géographes Français, **370**, 355-368.

PONCET F. (1992). *Contribution à l'étude des possibilités d'indexation génétique des lévriers de course – étude du Whippet -*. Thèse de Médecine Vétérinaire, Alfort ; n°67, 92 p.

REUTERWALL C. et RYMAN N. (1973). *An estimate of the magnitude of additive genetic variation of some mental characters in Alsatian dogs*. Hereditas, **73**, 277-284.

RUEFENACHT S., GEBHARDT-HENRICH S., MIYAKE T. et GAILLARD C. (2002). *A behaviour test on German shepherd dogs: heritability of seven different traits*. Applied Animal Behaviour Science, **79**, 113-132.

SAS Institute Inc. (1999). *SAS/STAT® User's Guide, Version 8*. Cary, NC : SAS Institute Inc.

SCHMUTZ S.M. et SCHMUTZ J.K. (1998). *Heritability estimates of behaviors associated with hunting in dogs*. Journal of Heredity, **89**, 233-237.

SCOTT J.P. et FULLER J.L. (1965). *Genetics and the social behavior of the dog*. University of Chicago press, 468 p.

SERCLERAT-PELLEGRINO M. (2002). *A la découverte du Border Collie*. Éditions Bornemann et Philippe Gérard Éditions, 95 p.

SERPELL J.A. (1987). *The influence of inheritance and environment on canine behaviour: myth and fact*. Journal of Small Animal Practice, **28**, 949-956.

Société Centrale Canine (2004). *Livre des Origines Français, agréé par le Ministère français de l'Agriculture, section Border Collie*.

STEIN E. et NADELMAN H. (1994, modifié le 28 juin 2003). *The genetics of behavior*. In: *All about Border Collies* [en-ligne]. United States Border Collie Club [<http://www.bordercollie.org/kpbehav.html>], (consulté le 7 Janvier 2004).

STUR I. (1987). *Genetic aspects of temperament and behaviour in dogs*. Journal of Small Animal Practice, **28**, 957-964.

SVARTBERG K. et FORKMAN B. (2002). *Personality traits in the domestic dog (Canis familiaris)*. Applied Animal Behaviour Science, **79**, 133-155.

VANGEN O. et KLEMETSDAL G. (1988). Genetic studies of Finnish and Norwegian tests results in two breeds of hunting dogs. In: *Proceedings of the sixth World conference on Animal Production*. Helsinki, Finland, p. 496.

WILLIS M.B. (1989) *Genetics of the dog*. HF & G Witherby Ltd, London, UK, 417 p.

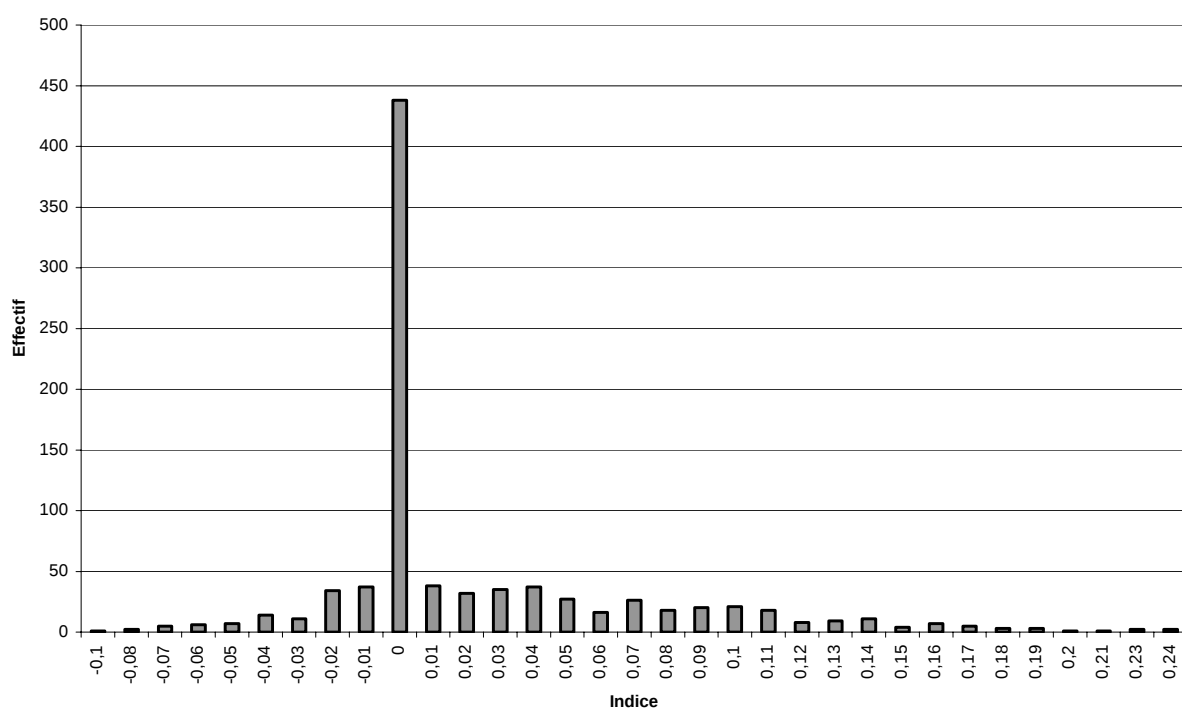
WILSSON E. et SUNDGREN P.E. (1997a). *The use of a behaviour test for the selection of dogs for service and breeding. I: Method of testing and evaluating test results in the adult dog, demands on different kinds of service dogs, sex and breed differences*. Applied Animal Behaviour Science, **53**, 279-295.

WILSSON E. et SUNDGREN P.E. (1997b). *The use of a behaviour test for the selection of dogs for service and breeding. II: Heritability for tested parameters and effects of selection based on service dog characteristics*. Applied Animal Behaviour Science, **54**, 233-239.

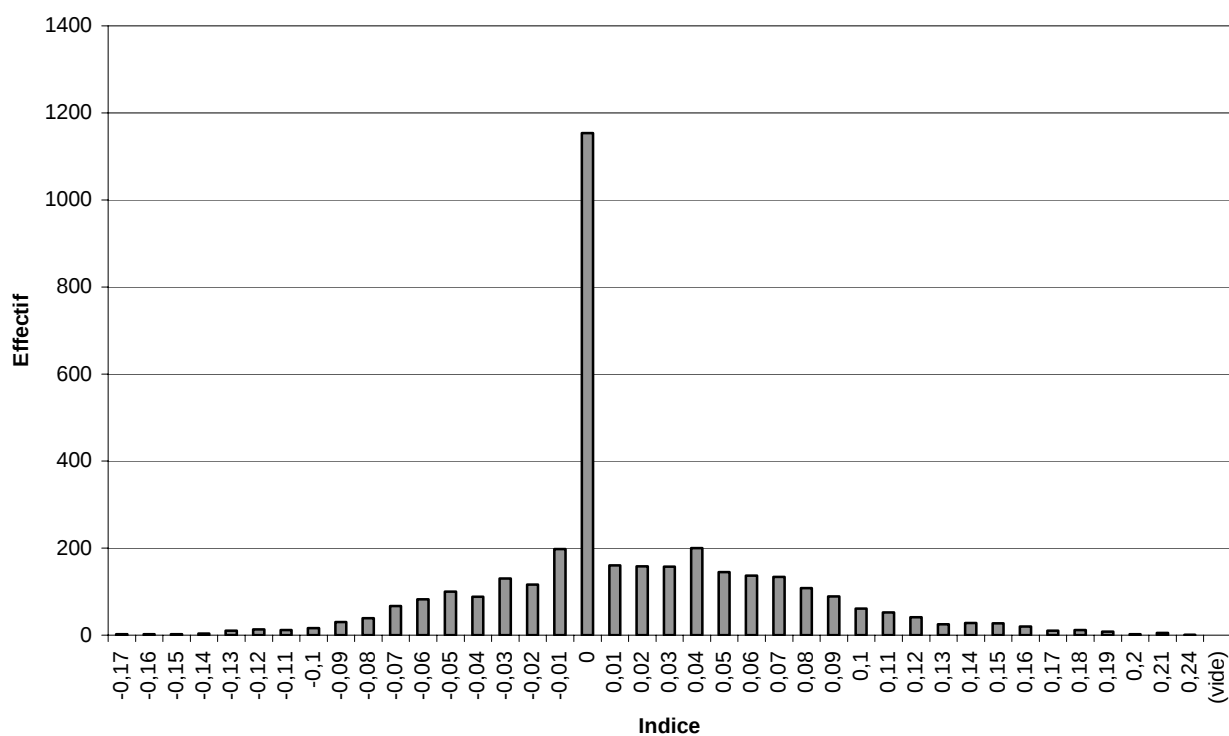
WILSSON E. et SUNDGREN P.E. (1998). *Behaviour test for eight-week old puppies. Heritabilities of tested behaviour traits and its correspondence to later behaviour*. Applied Animal Behaviour Science, **58**, 151-162.

ANNEXES

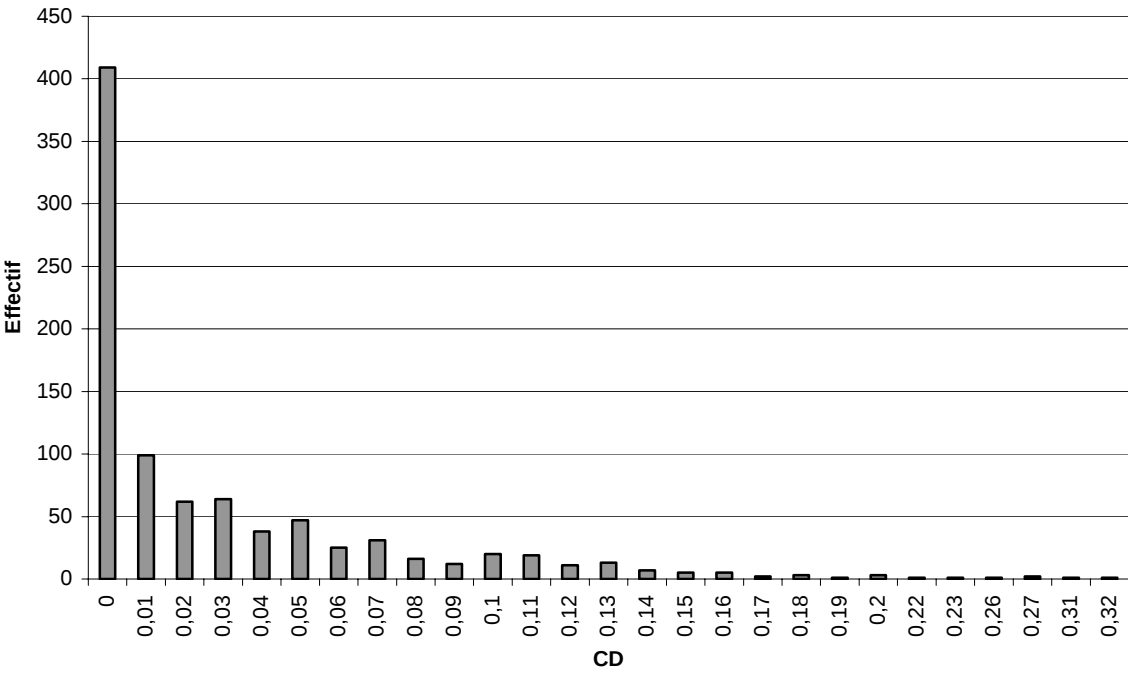
Annexe 1a – Distribution des indices (concurrents) (modèle 1)



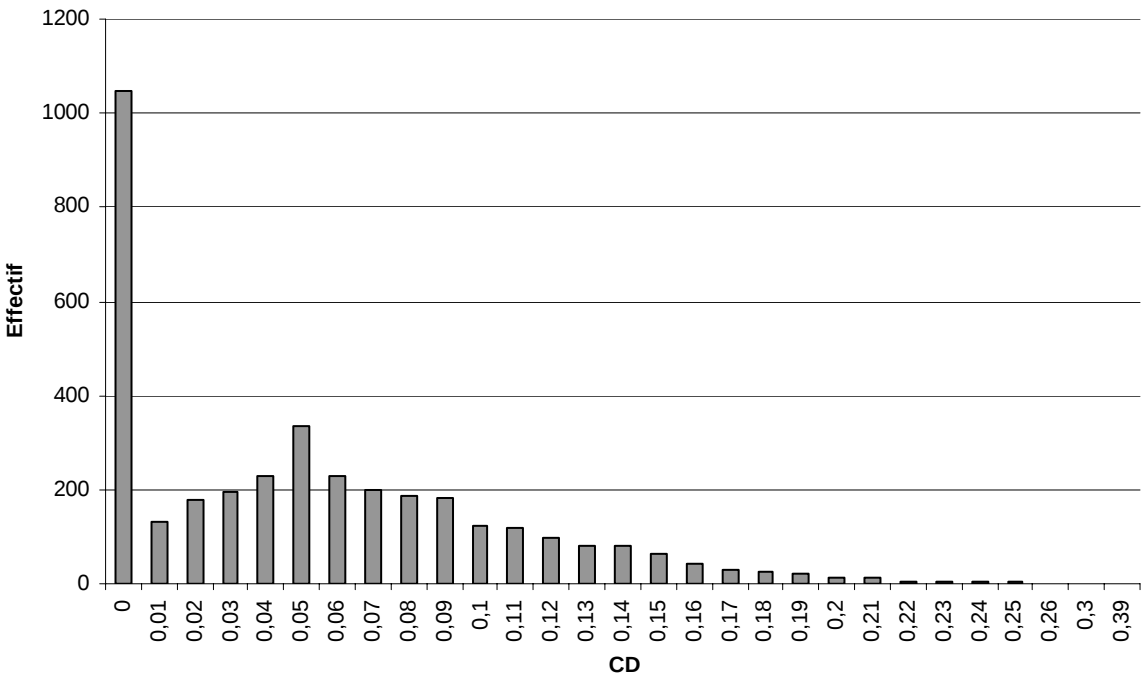
Annexe 1b – Distribution des indices (non concurrents) (modèle 1)



Annexe 2a – Distribution des coefficients de détermination (concurrents) (modèle 1)



Annexe 2b – Distribution des coefficients de détermination (non concurrents) (modèle 1)



Annexe 3 – Présentation des 100 meilleurs indices génétiques et coefficients de détermination calculés pour la note VALTOT2 sans les notes nulles jugées non pertinentes, selon le modèle 1 et le modèle 2.

Place	Selon le modèle 1			Selon le modèle 2		
	Identité LOF	Indice	CD	Identité LOF	Indice	CD
1	3610	0,238	0,23	3610	0,313	0,27
2	1038	0,236	0,14	2325	0,312	0,32
3	2325	0,235	0,27	1452	0,306	0,17
4	1452	0,235	0,13	1038	0,306	0,18
5	000536	0,227	0,15	000536	0,292	0,18
6	5529	0,212	0,15	5562	0,281	0,23
7	3427	0,209	0,19	5529	0,279	0,19
8	3601	0,207	0,25	3601	0,276	0,30
9	1453	0,206	0,13	6643	0,275	0,21
10	5562	0,206	0,19	3427	0,275	0,23
11	6643	0,206	0,17	1453	0,267	0,16
12	3537	0,198	0,15	9861	0,266	0,18
13	2524	0,198	0,26	7166	0,264	0,08
14	7166	0,196	0,05	3537	0,261	0,19
15	6642	0,193	0,12	2524	0,259	0,31
16	6645	0,193	0,12	6466	0,258	0,24
17	9861	0,193	0,15	6642	0,256	0,14
18	1451	0,192	0,14	6645	0,256	0,14
19	1955	0,189	0,22	1955	0,253	0,26
20	10597	0,187	0,14	5563	0,252	0,24
21	6466	0,187	0,20	1451	0,251	0,17
22	7162	0,186	0,06	7162	0,251	0,09
23	4279	0,186	0,19	10597	0,249	0,17
24	3131	0,186	0,14	3131	0,249	0,17
25	1649	0,185	0,15	1403	0,247	0,19
26	5563	0,185	0,20	4279	0,247	0,22
27	1403	0,184	0,16	5856	0,244	0,17
28	5856	0,184	0,13	1649	0,243	0,17
29	2937	0,183	0,19	2937	0,239	0,23
30	6952	0,180	0,09	6952	0,237	0,11
31	6598	0,179	0,21	3682	0,236	0,18
32	6683	0,178	0,15	4063	0,235	0,12
33	4063	0,178	0,09	4314	0,234	0,23
34	4713	0,176	0,13	5527	0,232	0,11
35	4314	0,176	0,19	004774	0,232	0,15
36	004774	0,176	0,12	9862	0,231	0,11
37	3682	0,176	0,14	6683	0,230	0,18
38	813	0,176	0,08	6546	0,230	0,18
39	1450	0,176	0,08	6598	0,229	0,25

Annexe 3 – Présentation des 100 meilleurs indices génétiques et coefficients de détermination calculés pour la note VALTOT2 sans les notes nulles jugées non pertinentes, selon le modèle 1 et le modèle 2 (suite 1).

Place	Selon le modèle 1			Selon le modèle 2		
	Identité LOF	Indice	CD	Identité LOF	Indice	CD
40	5527	0,175	0,08	3994	0,229	0,20
41	6546	0,173	0,15	10594	0,228	0,11
42	2936	0,172	0,19	813	0,228	0,10
43	3994	0,171	0,16	1450	0,228	0,10
44	9862	0,169	0,09	6551	0,226	0,15
45	10594	0,169	0,08	4713	0,225	0,16
46	6551	0,169	0,12	4311	0,225	0,28
47	2760	0,168	0,16	1916	0,224	0,23
48	4284	0,167	0,20	2936	0,222	0,23
49	4766	0,167	0,19	2760	0,222	0,19
50	4311	0,166	0,23	4766	0,221	0,23
51	640	0,166	0,07	6470	0,220	0,17
52	641	0,166	0,07	4280	0,220	0,25
53	642	0,166	0,07	004360	0,216	0,13
54	1916	0,166	0,18	5923	0,216	0,11
55	4280	0,165	0,21	5925	0,216	0,11
56	3424	0,165	0,14	5926	0,216	0,11
57	3426	0,165	0,14	6680	0,216	0,11
58	815	0,164	0,12	6681	0,216	0,11
59	3422	0,164	0,17	4284	0,215	0,24
60	5923	0,164	0,09	003471	0,214	0,22
61	5925	0,164	0,09	640	0,214	0,09
62	5926	0,164	0,09	641	0,214	0,09
63	6680	0,164	0,09	642	0,214	0,09
64	6681	0,164	0,09	3424	0,214	0,17
65	3603	0,163	0,21	3426	0,214	0,17
66	3425	0,162	0,15	384	0,214	0,16
67	7971	0,162	0,07	1771	0,213	0,14
68	1771	0,160	0,11	815	0,212	0,15
69	4277	0,160	0,15	6679	0,212	0,19
70	4278	0,160	0,15	5565	0,212	0,17
71	2341	0,160	0,23	5566	0,212	0,17
72	6470	0,159	0,14	8357	0,212	0,17
73	384	0,159	0,13	8360	0,212	0,17
74	10279	0,159	0,07	7971	0,212	0,09
75	11197	0,159	0,07	3603	0,211	0,25
76	11198	0,159	0,07	2341	0,211	0,27
77	6679	0,159	0,15	3422	0,210	0,21
78	004360	0,159	0,11	3425	0,208	0,18
79	6549	0,158	0,17	3420	0,208	0,18

Annexe 3 – Présentation des 100 meilleurs indices génétiques et coefficients de détermination calculés pour la note VALTOT2 sans les notes nulles jugées non pertinentes, selon le modèle 1 et le modèle 2 (suite 2).

Place	Selon le modèle 1			Selon le modèle 2		
	Identité LOF	Indice	CD	Identité LOF	Indice	CD
80	1650	0,157	0,10	10279	0,208	0,09
81	001863	0,156	0,11	11197	0,208	0,09
82	2764	0,156	0,11	11198	0,208	0,09
83	003471	0,155	0,18	4277	0,208	0,17
84	4787	0,155	0,16	4278	0,208	0,17
85	4717	0,155	0,08	001863	0,207	0,14
86	5565	0,154	0,14	4787	0,206	0,20
87	5566	0,154	0,14	592	0,206	0,13
88	8357	0,154	0,14	6549	0,205	0,20
89	8360	0,154	0,14	2764	0,204	0,14
90	3605	0,153	0,19	6464	0,203	0,27
91	592	0,152	0,11	1650	0,202	0,12
92	005198	0,151	0,18	4717	0,201	0,09
93	1651	0,151	0,12	6465	0,201	0,25
94	3420	0,151	0,14	4309	0,201	0,18
95	6597	0,151	0,21	5853	0,201	0,20
96	4309	0,150	0,15	005198	0,200	0,22
97	5862	0,149	0,13	5862	0,200	0,16
98	4282	0,149	0,17	3605	0,199	0,22
99	4342	0,149	0,16	3604	0,197	0,16
100	3604	0,148	0,14	3607	0,197	0,16

ÉTUDE DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES DES QUALITÉS DE TRAVAIL DU BORDER COLLIE, CHIEN DE TROUPEAU

NOM et Prénom : ISNARD Jérôme

RÉSUMÉ : En France, la sélection du Border Collie est axée principalement sur ses aptitudes bergères. Celles-ci sont évaluées par l'intermédiaire de concours comportant 6 épreuves représentatives des situations réelles de travail sur troupeau. À l'aide des résultats enregistrés sur ces concours entre 1995 et 2003, les paramètres génétiques relatifs aux aptitudes bergères du Border Collie ont été estimés à l'aide d'un modèle animal et d'une analyse REML. Les héritabilités estimées varient entre 0,002 et 0,106. Les répétabilités varient entre 0,123 et 0,533. Les index génétiques calculés, quoique peu précis pour l'instant, permettent d'envisager une sélection par indexation génétique, laquelle est conseillée compte tenu des faibles héritabilités estimées.

Mots-clés : Border Collie, Chien de berger, Génétique comportementale, Génétique quantitative, Héritabilité, Index génétique, Sélection.

JURY :

Président Pr.

Directeur Pr. COURREAU Jean-François

Assesseur Pr. DEPUTTE Bertrand

Invité M. LANGLOIS Bertrand

Adresse de l'auteur :

M. ISNARD Jérôme,

Mas neuf de Beauvezet,

BP 90018

13113 LAMANON

GENETIC PARAMETERS ESTIMATES OF BORDER COLLIES' SHEEPDOG ABILITIES

SURNAME : ISNARD

Given name: Jérôme

SUMMARY : French Border Collies' selection is primarily concerned with shepherding abilities. These ones are evaluated through trials containing 6 exercises representing real situations of sheepdog working. Based on 1995 to 2003 trial registrations, genetic parameters concerning Border Collies' sheepdog working were estimated using an animal model and REML-analysis. The estimated heritabilities varied from 0,002 to 0,106. Repeatabilities varied from 0,123 to 0,533. Calculated genetic indexes appear suitable for selecting using genetic indexation, whereas a lack of indexes' precision. Selecting using genetic indexation is besides desirable, on account that heritabilities estimated are low.

Key words : Behavioural genetics, Border Collie, Genetic index, Heritability, Quantitative genetics, Selection, Sheep dog.

JURY :

President Pr.

Director Pr. COURREAU Jean-François

Assessor Pr. DEPUTTE Bertrand

Guest Mr. LANGLOIS Bertrand

Author's address :

Mr. ISNARD Jérôme,
Mas neuf de Beauvezet,
BP 90018
13113 LAMANON