



HAL
open science

Évaluations génétiques en élevage canin : étude de la dysplasie de la hanche et des qualités maternelles

Cyrielle Forge

► **To cite this version:**

Cyrielle Forge. Évaluations génétiques en élevage canin : étude de la dysplasie de la hanche et des qualités maternelles. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02967534

HAL Id: dumas-02967534

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02967534>

Submitted on 15 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

<p>Année universitaire : 2019 - 2020</p> <p>Spécialité : Sciences et Ingénieries des Productions Animales</p> <p>Spécialisation : Génétique et Génomique</p>	<p>Mémoire de fin d'études d'ingénieur de l'institut supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage</p>
--	---

Evaluations génétiques en élevage canin : Etude de la dysplasie de la hanche et des qualités maternelles

Par : Cyrielle FORGE

Soutenu à Rennes le 10/09/2020

Devant le jury composé de :

Président : Lucile Montagne

Maître de stage : André Varlet – Fleur-Marie Missant

Enseignant référent : Frédéric Lecerf

Rapporteur : Sophie Allais



NeoCare

envt école
nationale
vétérinaire
toulouse

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



SOMMAIRE

Remerciements	
Table des abréviations	
Table des figures	
Table des tableaux	
Table des annexes	
<u>Introduction</u>	<u>PAGE 1</u>
<u>I – Recherches bibliographiques</u>	<u>PAGE 4</u>
A – Qualités Maternelles	PAGE 4
1. Définition des qualités maternelles	
2. Références dans les espèces de rente	
3. Adapter ces travaux à l'élevage canin	
B – Dysplasie de la Hanche	PAGE 6
1. Définition de la maladie	
2. Mesures et caractérisations en élevage	
3. Lancement d'un projet d'indexation	
<u>II – Matériels et Méthodes</u>	<u>PAGE 8</u>
A – Qualités Maternelles	PAGE 8
B – Dysplasie de la Hanche	PAGE 8
1. Echanges d'informations avec GenEval	
2. Calculs de paramètres génétiques, Evaluations génétiques et Méthode BLUP	
3. Obtention de résultats et vérifications	
<u>III – Résultats</u>	<u>PAGE 11</u>
A – Qualités Maternelles	PAGE 11
1. Proposition d'indexations	
2. Mise en place d'un projet d'étude tripartite	
3. Logistique de récolte de performances à grande échelle	
4. Conclusions du projet	
B – Dysplasie de la Hanche	PAGE 12
1. Calculs de paramètres génétiques avec GenEval	
2. Premiers résultats d'indexations génétiques	
3. Poursuivre les indexations en routine	
4. Conclusions du projet	
<u>IV – Discussion et Perspectives</u>	<u>PAGE 16</u>
A – Fiabilité des performances enregistrées	PAGE 16
B – Communication auprès des éleveurs	PAGE 16
C – Qualités Maternelles	PAGE 17
1. Mise en place d'un projet de recherches fondamentales avec NeoCare	
2. Pour aller plus loin	
D – Dysplasie de la Hanche	PAGE 18
1. Transposer l'étude à la Dysplasie du Coude	
2. Perspectives d'études à l'international	
E – Choix des objectifs de sélection	PAGE 19
F – La génomique, complémentaire des évaluations génétiques	PAGE 19
<u>Conclusion</u>	<u>PAGE 20</u>
Références bibliographiques	PAGE 21
Annexes	

Remerciements

J'adresse tous mes remerciements à Fleur-Marie Missant, chargée de mission au pôle Santé et Ressources Génétiques de la Société Centrale Canine, qui a su me faire découvrir l'association et m'accompagner dans la réalisation de mes multiples projets. Un grand merci également à Ambre Jaraud-Courtin, qui a pu m'apporter son point de vue de vétérinaire sur les différentes études réalisées pendant mon stage.

Je tiens à remercier André Varlet, directeur de la Société Centrale Canine, et Sophie Jouannet, directrice opérationnelle, pour leur présence et leurs nombreux partages d'expériences au cours de mon stage de fin d'études.

J'exprime ma gratitude envers Nathan Benichou et Alexis Brun, responsables du Service Informatique de la Société, et qui m'ont bien aidée durant ces 6 mois.

Je remercie également l'équipe de NeoCare de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, dont Hanna Mila et Sylvie Chastant, qui ont participé activement à la mise en œuvre d'un de mes projets.

Je souhaite également remercier Romain Saintilan, pour m'avoir fait partager sa passion de la génétique et pour ses conseils relatifs à la mise en œuvre de mes différents projets en collaboration avec la société GenEval.

Je tiens à remercier chaleureusement tous les professeurs de l'Institut Agro, Agrocampus Ouest, qui m'ont accompagnée pendant ces trois années au sein de l'établissement. Un remerciement tout particulier aux professeurs de la spécialisation Sciences et Ingénieries des Productions Animales, dont Yannick Le Cozler et Sophie Allais, pour leurs enseignements. Merci également à Frédéric Lecerf pour m'avoir encadrée dans la réalisation de mon stage de fin d'études à la Société Centrale Canine.

Table des abréviations

BLUP – Best Linear Unbiased Predictor : Meilleur prédicteur linéaire non biaisé
CD – Coefficient de détermination
ED – Elbow Dysplasia – Dysplasie du coude
ENVT – Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
FACCO – Fédération des Fabricants d’Aliments pour Chiens, Chats, Oiseaux et autres animaux familiers
FCI – Fédération Cynologique Internationale
GMQ – Gain Moyen Quotidien
HD – Hip Dysplasia – Dysplasie de la hanche
IALL – Index sur l’Aptitude à l’Allaitement
ICNd – Index sur la Condition de Naissance Directe
ICNm – Index sur la Condition de Naissance Maternelle
IDELE – Institut de l’Elevage
IED – Index de Dysplasie du coude
IFER – Index de Fertilité
IFNAIS – Index de Facilité de Naissance
IHD – Index de Dysplasie de la hanche
INRAE – Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement
IPNd – Index de Poids de Naissance Direct
IPNm – Index de Poids de Naissance maternel
IPROL – Index de Proliférite
ISUR – Index de Survie
KC – Kennel Club – homologue de la SCC à l’international, exemple : Swedish Kennel Club
LOF – Livre des Origines Français
OS – Organisme de Sélection
QTL – Quantitative Trait Locus
RZE – Règlement Zootechnique Européen
SCC – Société Centrale Canine
SFTP – Secure File Transfer Protocol – Protocole de Transferts de Fichiers Sécurisés
SIA – Salon International de l’Agriculture
SNP – Single Nucleotide Polymorphism
UMR GenPhySE – Unité Mixte de Recherche – Génétique, Physiologie et Systèmes d’Elevage
VPB – Variance Phénotypique Brute
VPC – Variance Phénotypique Corrigée

Table des tableaux

- Tableau 1 : Résultats de lecture des radiographies de dépistage de la dysplasie de la hanche canine (LOF Select 2017)
- Tableau 2 : Résultats de dysplasie de la hanche canine et valeurs transformées en France, Suède et Grande-Bretagne (Wang et al. 2017)
- Tableau 3 : Correspondance des résultats de dysplasie et des valeurs de performances
- Tableau 4 : Héritabilités de la Dysplasie de la hanche chez le Golden Retriever et le Retriever du Labrador dans les différents pays étudiés (Wang et al. 2017)
- Tableau 5 : Fichier ANIMAL, Exemple du Berger Allemand
- Tableau 6 : Fichier PERFORMANCE, Exemple du Berger Allemand
- Tableau 7 : Inventaire des performances et des effets à récolter en élevage
- Tableau 8 : Inventaire des index réalisables liés à l'étude des qualités maternelles
- Tableau 9 : Tableau de résultats descriptifs des données utilisées pour le calcul des paramètres génétiques
- Tableau 10 : Tableau des statistiques descriptives brutes de la performance HD pour les différentes races considérées
- Tableau 11 : Tableau des parts de variance obtenues pour les différentes races considérées
- Tableau 12 : Exemple de tableau de résultats des indexations génétiques, par race
- Tableau 13 : Comparaison du nombre de performances HD utilisées pour l'évaluation génétique et du nombre d'indexations récupérées
- Tableau 14 : Critères de vérification des indexations génétiques
- Tableau 15.a et 15.b : Exemple des vérifications de cohérence des résultats d'indexations génétiques
- Tableau 16 : Tableau récapitulatif du nombre de races et de clubs en HD / ED suivie / indexée et des pourcentages d'indexation réalisables
- Tableau 17 : Tableau des valeurs moyennes et maximales de CD par race
- Tableau 18 : Tableau du nombre d'index obtenus par classe de CD par race et pourcentages
- Tableau 19 : Domaines d'études pour approfondir les connaissances fondamentales actuelles et améliorer la sélection en élevage en lien avec les qualités maternelles
- Tableau 20 : Résultats de lecture des radiographies de dépistage de la dysplasie du coude canine (SCC 2017a)

Table des figures

- Figure 1 : Radiographies de dépistage de la dysplasie de la hanche chez le chien (Service Chirurgie de la Clinique Alliance de Bordeaux 2013)
- Figure 2 : Radiographie des hanches chez un chien et représentation de l'angle de Norberg-Olsson (Malavas 2007)
- Figure 3 : Modèle génétique linéaire construit pour l'indexation génétique sur la dysplasie de la hanche canine en France, Suède et Grande-Bretagne (Wang et al. 2017)
- Figure 4 : Séquences de travail pour une démarche de sélection en élevage (Wang 2018, tiré de la soutenance de thèse)
- Figure 5 : Description des différentes méthodes d'indexation génétique (Allais 2019, issu du cours Amélioration génétique des animaux d'élevage, Agrocampus Ouest Centre de Rennes)
- Figure 6 : Modèle génétique linéaire d'indexation génétique HD canine en France
- Figure 7 : Formule définissant la notion d'héritabilité h^2
- Figure 8 : Exemple concernant l'index de Facilité de Naissance
- Figure 9 : Index de synthèse des qualités maternelles
- Figure 10 : Prototype des graphismes de transmission des résultats d'évaluations génétiques aux éleveurs, dans un futur espace LOF SELECT PREMIUM
- Figure 11 : Histogramme de répartition des indexations pour une race considérée

Table des annexes

Annexe 1 – Consultation aux clubs de races concernant le projet d'évaluation génétique des qualités maternelles canines

Annexe 2 – Inventaire des clubs de races intéressés par l'étude des qualités maternelles canines et races correspondantes

Annexe 3 – Article publié dans la revue Centrale Canine Magazine concernant les enjeux de l'étude des qualités maternelles en élevage canin (Forge 2020)

Annexe 4 – Dépistage radiographique officiel de la dysplasie de la hanche, du coude, du rachis ou de l'ostéochondrose de l'épaule (LOF Select 2017)

Annexe 5 – Proposition de thèse sur les qualités maternelles de la chienne par NeoCare (NeoCare ENVT 2020)

Annexe 6 – Certificat de saillie officiel de la SCC modifié pour l'enregistrement de performances en lien avec le projet d'indexation des qualités maternelles canines

Annexe 7 – Déclaration de naissance officielle de la SCC modifiée pour l'enregistrement de performances en lien avec le projet d'indexation des qualités maternelles canines

Annexe 8 – Demande officielle d'inscription de portée au Livre des Origines Français de la SCC modifiée pour l'enregistrement de performances en lien avec le projet d'indexation des qualités maternelles canines

Annexe 9 – Exemple de tableau de suivi des évaluations génétiques de routine pour la performance HD et une potentielle future session de Janvier / Juillet

Annexe 10 – Liste des prochaines races à indexer pour la dysplasie de la hanche et les nombres de performances enregistrées dans la base LOF au 04/05/2020

Annexe 11 – Liste des prochaines races à indexer pour la dysplasie du coude et les nombres de performances enregistrées dans la base LOF au 04/05/2020

Annexe 12 – Résumé concernant la réalisation du projet d'évaluation génétique HD publié dans le cadre de l'organisation des journées de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin

Annexe 13 – Poster présenté à la 2^{ème} journée de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin du 01/10/2020 concernant l'évaluation génétique sur la dysplasie de la hanche

Annexe 14 – Résumé concernant la mise en œuvre du projet qualités maternelles publié dans le cadre de l'organisation des journées de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin

– Introduction –

À l'origine, l'élevage traditionnel des animaux de rente se focalisait sur des objectifs de production tels que le lait ou la viande. Néanmoins, d'autres rôles et fonctions des animaux sont identifiés : le loisir, les animaux de compagnie, les animaux d'assistance, l'éducation ou encore la thérapie. Dans ce contexte d'évolution des vocations de l'élevage, les objectifs de sélection des animaux de rente prennent en compte de nouveaux enjeux, comme l'environnement ou encore le bien-être animal.

La sélection animale consiste alors à préciser la conduite de reproduction des animaux en élevage, dans le but d'améliorer les performances zootechniques. La génétique est une discipline qui avantage cette sélection. En combinant les apports des évaluations génétiques ou de la génomique aux différentes pratiques d'élevage, on participe à une amélioration globale des performances en élevage. Le choix des objectifs de sélection dépend des éleveurs et est également parfois influencé par les attentes sociétales actuelles. Dans ce cadre, la réalisation d'évaluations génétiques permet de caractériser les différents individus d'un élevage et de les sélectionner comme reproducteurs en fonction de ces objectifs.

Par ailleurs, suite à la mise en application, au 01 Novembre 2018, du Règlement Zootechnique Européen 2016/1012, l'INRAE, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, doit renoncer à son rôle dans les évaluations génétiques (INRAE 2019) (Parlement Européen et Conseil de l'Union Européenne 2016). Les procédures sont alors transférées à GenEval, une structure mutualisée créée par Alice et Races de France. Ces transferts de compétences ouvrent de nouvelles portes pour l'ensemble des Organismes de Sélection.

Le chien (*Canis lupus familiaris*) appartient à la catégorie des animaux de compagnie et présente de nombreuses utilisations dans le monde, telles que les chiens de sauvetage, les chiens guides ou encore les chiens pisteurs. En effet, le chien fait partie des espèces les plus populaires dans le monde. D'après la FACCO, la Fédération des Fabricants d'Aliments pour Chiens, Chats, Oiseaux et autres animaux familiers, près d'un foyer français sur deux possède un animal domestique (FACCO 2019). En France, en 2016, la population de chiens tend à se stabiliser et est estimée à 7,3 millions. En effet, 20,2% des foyers possèdent au moins un chien.

La FCI, Fédération Cynologique Internationale, recense, quant à elle, approximativement 6 millions de propriétaires canins en France en 2019 (FCI 2019). Par ailleurs, la Société Centrale Canine a enregistré 3,3 millions de chiens dits 'de pure race' dans le LOF, Livre des Origines Français, depuis sa création. Ces données démontrent l'importance capitale de l'élevage canin en France.

La Société Centrale Canine, association fondée en 1881 et agréée par le Ministère de l'Agriculture, a pour rôle la promotion des races de chiens en France et la protection des différentes utilisations de l'espèce dans la société. Elle est également responsable de la gestion de la base LOF, à savoir le livre généalogique canin. Pour faire une analogie avec les élevages de rente, la SCC correspond également à l'Organisme de Sélection des races de chiens en France.

Pour les 336 races de chiens reconnues par la SCC, environ 110 clubs de races existent (SCC 2020). Ces derniers sont responsables de la gestion spécifique d'une ou plusieurs races canines proches. Ils travaillent en étroite collaboration avec la SCC dont ils sont membres et ils cherchent à promouvoir leurs races en particulier, à développer leurs utilisations et encourager l'élevage, en cohérence avec le standard spécifique à la race.

Le Service Santé et Ressources Génétiques de la SCC, créé en 2015, est très récent et a pour mission d'apporter de la technicité à la sélection génétique dans l'élevage canin en France. Il développe alors de nouvelles stratégies pour proposer aux éleveurs canins des outils performants d'aide à la sélection. De nombreuses réflexions sont donc engagées pour identifier les caractères phénotypiques d'intérêt que les éleveurs souhaiteraient améliorer dans leurs races canines à l'avenir. Ainsi, différents objectifs de sélection sont déterminés. L'appartenance de la SCC à Races de France a facilité son entrée en contact avec GenEval pour le lancement de plusieurs projets d'évaluations génétiques sur l'espèce canine.

En effet, l'amélioration génétique des espèces animales s'appuie sur l'identification de caractères. Afin de modifier au cours des générations les valeurs phénotypiques moyennes des populations et d'obtenir du progrès génétique grâce à la sélection, on exploite la variabilité génétique des individus, la seule transmissible à la descendance. L'obtention de phénotypes plus intéressants passe donc par le choix des meilleurs reproducteurs, qui transmettront leurs caractères à la descendance. Les évaluations génétiques permettent alors le calcul d'index. Un index génétique est l'estimation de la valeur génétique d'un individu pour un caractère donné à un instant précis (Définition Allais et al. 2019). Ces individus caractérisés par leurs index sont classés afin de sélectionner les meilleurs comme reproducteurs de la génération suivante.

La réalisation d'indexations génétiques nécessite une actualisation régulière des performances attribuées aux différents individus. Pour déterminer la valeur génétique d'un individu, il est nécessaire de récolter des performances en élevage. En combinant ces valeurs avec les pedigrees des animaux étudiés, le recueil des différentes informations permet la réalisation de plusieurs modes d'indexation. L'évaluation massale consiste à utiliser la performance de l'individu lui-même. L'évaluation sur ascendance étudie celles des parents ; l'évaluation sur collatéraux, celles des frères ou sœurs ; et enfin l'évaluation sur descendance, les performances des descendants de l'individu considéré. Analyser conjointement les performances propres et celles des proches de l'individu en question permet de préciser sa valeur d'index.

De plus, on associe à cet index un coefficient de détermination, noté CD, qui représente la fiabilité de l'index calculé. Ce chiffre explicite le degré de confiance à accorder à l'index auquel il est associé. Au cours de la vie d'un individu, la quantité de performances enregistrées va augmenter, ce qui permettra de préciser l'index le caractérisant, et donc d'augmenter la valeur du CD associé.

Jusqu'à présent, en France, peu d'études sont initiées concernant la mise en œuvre de projets de recherche génétique canine. Dans ce contexte, deux travaux majeurs d'évaluations génétiques ont été lancés par la SCC, concernant la dysplasie et les qualités maternelles.

Dans le cadre de ce stage de fin d'études, l'objectif sera de développer une méthode d'évaluation génétique sur les qualités maternelles, en partenariat avec l'équipe NeoCare de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, en s'inspirant des travaux réalisés sur les espèces de rente.

Par ailleurs, le projet de thèse de S. Wang a conduit à la publication de plusieurs articles tels que : 'Genetic improvement of canine hip dysplasia through sire selection across countries' – Amélioration génétique de la dysplasie de la hanche canine, par la sélection des géniteurs dans plusieurs pays – ou encore 'Genetic correlations of hip dysplasia scores for Golden retrievers and Labrador retrievers in France, Sweden and the UK' – Corrélations génétiques des résultats de dysplasie de la hanche chez le Golden Retriever et le Retriever du Labrador en France, Suède et Angleterre (Wang et al. 2019) (Wang et al. 2017). Ces études ont engendré la création d'un index français sur la dysplasie de la hanche HD, dont la gestion incombe à la SCC en partenariat avec la société GenEval.

Le suivi du développement de cet index génétique sera mené à bien. Il nécessitera le calcul de paramètres génétiques ainsi que la validation des résultats fournis par GenEval, en comparaison avec ceux d'autres Kennel Clubs européens et la base de données de la Centrale Canine, et avec le concours des différents clubs de races concernés en France.

Travailler sur ces deux projets de façon conjointe permet de décrire un panorama général de la sélection génétique en élevage canin : des réflexions en amont jusqu'aux calculs d'index en passant par les défis liés à la communication auprès des éleveurs.

L'aboutissement de ces recherches conduit à poser de nombreuses problématiques. Comment identifier des critères de sélection génétique à partir d'un objectif général d'amélioration ? Comment concrétiser la réalisation d'indexations génétiques en élevage canin ? Comment communiquer sur les résultats de ces indexations auprès des éleveurs et favoriser leur utilisation ?

Dans ce mémoire, la mise en œuvre de ces deux projets sera décrite et différentes démarches seront suivies pour répondre aux problématiques et atteindre les objectifs souhaités. Par exemple, on peut citer des recherches auprès de spécialistes de l'indexation dans les élevages de rentes, des enquêtes simples auprès des clubs de races et des éleveurs, des calculs de paramètres génétiques avec la société GenEval, ou encore des vérifications des méthodes d'indexations choisies en France.

Dans un premier temps, quelques recherches bibliographiques permettent de définir plus précisément les qualités maternelles en élevage canin et la dysplasie de la hanche. Nous étudierons ensuite plus précisément les matériels et méthodes nécessaires à la réalisation des projets. Enfin, nous décrirons les résultats obtenus puis expliciterons les perspectives d'études soulevées par ces conclusions.

I – Recherches Bibliographiques

A – Qualités Maternelles

1. Définition des qualités maternelles

Le pôle Santé et Ressources Génétiques de la Société Centrale Canine et l'équipe Neocare de l'ENVT s'accordent sur une définition à donner aux qualités maternelles en élevage canin. Ainsi, il s'agit de l'aptitude d'une chienne à amener un nombre maximum de chiots jusqu'à l'âge de 8 semaines, à savoir jusqu'à la vente (cf Partie IV.C.1).

Cette définition donne un cadre général à l'étude des qualités maternelles. En effet, elle inclut aussi bien les caractéristiques intrinsèques génétiques de l'espèce que les pratiques zootechniques qui peuvent modifier les performances visibles en élevage.

Une consultation auprès des clubs de races a été menée (Annexe 1) afin de cibler les races canines les plus concernées par ces problèmes en élevage. Ses conclusions sont présentées en annexe 2. Jusqu'à présent, 13 clubs de races ont montré de l'intérêt pour cette consultation pour 16 races concernées. Ceci permettra à l'avenir d'investir pour la réalisation d'évaluations génétiques en commençant par étudier ces races.

2. Références dans les espèces de rente

Des partages d'expériences avec des responsables d'OS, Organismes de Sélection, ont été réalisés au SIA, Salon International de l'Agriculture de Paris, en bovins avec Charolais France et France Limousin Sélection, et en ovins allaitants, avec l'OS Romane. Bertrand Bouffartigue, animateur ovins de Races de France, a apporté des éléments complémentaires. Des échanges téléphoniques ultérieurs avec Valérie Loywick, responsable de projets d'évaluations génétiques en ovins allaitants à l'IDELE, et Hervé Garreau, ingénieur de recherche à l'INRAE à l'UMR GenPhySE pour les évaluations génétiques cunicoles, ont permis d'ajouter leurs expertises aux données déjà récoltées. (Communications personnelles)

L'objectif de ces échanges était d'apporter des réponses aux questions suivantes : Quels sont les différents index utilisés pour évaluer les qualités maternelles ? Quelles sont les performances enregistrées en élevage ? Comment les mesures sont-elles effectuées ? Comment s'assurer de la fiabilité des performances récoltées ? Comment choisir la population de référence ? Quels sont les différents effets pris en compte dans le calcul des index ? Quelles héritabilités sont obtenues selon les races ? Comment choisir la pondération des différents index pour pouvoir l'adapter aux différentes races ? Comment motiver les éleveurs à sélectionner sur les qualités maternelles ? Quel intérêt les éleveurs portent-ils à ces index ?

On peut donc résumer les performances caractérisant les qualités maternelles chez les espèces de rente. L'aptitude à l'allaitement des mères s'évalue par la croissance des petits, via le poids à âge fixe ou le gain de poids entre la naissance et le sevrage. La mortalité est déterminée par le nombre d'individus morts avant le sevrage, et la prolificité par le nombre d'individus nés par portée. La facilité de naissance est mesurée selon une échelle qu'il sera nécessaire d'adapter pour le chien (cf Partie III.A.1). Par analogie avec l'élevage cunicole, il semble intéressant de se pencher sur le nombre de mamelles des chiennes, corrélé avec le nombre de mamelles fonctionnelles, ainsi que sur l'homogénéité de poids au sein d'une portée. L'environnement d'élevage doit aussi être identifié.

Les index génétiques nécessitent le calcul des héritabilités de chaque performance choisie au préalable. On associe toujours les index avec leurs CD, Coefficient de Détermination, pour exprimer la fiabilité de l'index. La sélection n'est possible ultérieurement que si les héritabilités le permettent et il faut trouver un équilibre entre les critères de

sélection, pour ne pas en défavoriser, grâce aux corrélations génétiques entre caractères. Les différents effets pour le calcul des index sont aussi récoltés. Obtenir un équilibre entre l'évaluation des effets maternels et individuels est essentiel. Les effets troupeaux sont aussi décisifs et sont spécifiques à l'élevage. Ils représentent l'environnement extérieur. Un taux minimal de connexion entre élevages, via les mâles reproducteurs, évite l'obtention d'index intra-élevage, qui reflèteraient plus les pratiques zootechniques que les valeurs génétiques.

En élevage de rente, les contrôles de performances permettent la récolte des phénotypes par des techniciens sur place, ce qui assure une fiabilité notable des résultats. Néanmoins, un temps de saisie de données conséquent est nécessaire avant l'obtention de suffisamment de valeurs tangibles et la réalisation d'évaluations génétiques. Des vérifications sont à faire pour les erreurs de saisies, par exemple. On peut également utiliser des valeurs de contrôle extrêmes, telles qu'un nombre maximum de chiots par portée, et contrôler la distribution des valeurs. Il est important de sensibiliser les éleveurs à la fiabilité des données enregistrées, afin de ne pénaliser ni leur élevage, ni leur race. Toutes les valeurs qui ne sont pas mesurées précisément se retrouvent dans la résiduelle au cours des calculs d'index, et jouent sur l'héritabilité. Les résultats peuvent devenir approximatifs. Les évaluations nécessitent une motivation honnête des éleveurs ainsi qu'une démarche qualité stricte.

Les éleveurs sont généralement demandeurs de ce type d'index. Les OS proposent des bilans techniques aux élevages, contenant leurs index, des comparaisons avec les résultats de la race et les valeurs de leur élevage sur la campagne précédente. La majorité du travail de sélection dépend des pratiques de l'éleveur, mais la génétique apporte une aide à la sélection afin d'améliorer les lignées, et permet de sensibiliser les éleveurs sur leurs pratiques. Les OS ont alors un rôle de communication et de définition des choix de sélection pour leur race. Ce sont également eux qui choisissent les pondérations à accorder aux différents index selon leurs objectifs ainsi que l'utilisation d'index de synthèse, qui offrent l'assurance d'un seuil minimal de compétence pour toutes les valeurs de performances enregistrées et sont souvent plus simples d'utilisation pour les éleveurs. La population de référence choisie dépend des OS et des races. Généralement, les animaux les plus âgés n'en font pas partie.

3. Adapter ces travaux à l'élevage canin

Pour étudier les qualités maternelles chez l'espèce canine, il est nécessaire d'adapter les ressources déjà disponibles à l'objet d'étude. Certaines caractéristiques intrinsèques de l'espèce sont donc importantes à apprécier afin d'ajuster les projets de recherche en conséquence. Les données bibliographiques exposées ci-après ont conduit à la publication d'un article dans la revue Centrale Canine Magazine pour établir un panel général des connaissances déjà acquises en lien avec les qualités maternelles canines (Annexe 3).

À l'heure actuelle, des études menées par l'équipe NeoCare de l'ENVT cherchent à décrire un ensemble de données récoltées sur la reproduction et la néonatalogie canine. L'étude d'une cohorte de plus de 27 000 chiennes et 200 000 chiots en France a permis l'identification de performances liées aux qualités maternelles (Chastant-Maillard et al. 2016).

Concernant l'efficacité de reproduction, il est apparu que plusieurs des paramètres caractérisés, dont la prolificité, sont dépendants de la race considérée mais également de la catégorie de poids à laquelle elle appartient (mini < 10 kg, medium 10-25 kg, maxi 25-40 kg, géant > 40 kg à poids adulte) (Chastant-Maillard et al. 2016). Le taux de réussite des inséminations naturelles ou artificielles peut aussi être un indicateur de la fertilité.

L'importance du transfert d'immunité passive est également mise en avant. Il s'agit d'appliquer en élevage canin la règle des 3Q des élevages de rente faisant référence aux différents facteurs du transfert passif d'immunité : Quickly – rapidement, Quantity – quantité, Quality – qualité. En effet, les chiots naissent sans immunoglobulines G (IgG), principales

molécules anticorps et composantes majeures du système immunitaire. Ils acquièrent une immunité passive grâce à la prise de colostrum, dont la qualité varie selon les portées et entre les chiots d'une même portée. La durée écoulée entre la naissance et la première ingestion de colostrum est le facteur le plus important pour favoriser l'efficacité du transfert. Néanmoins, en ce qui concerne sa qualité, il apparaît que le taux d'immunoglobulines dans le colostrum diminue de 60 % entre 4 et 24 heures après la mise-bas (Chastant and Mila 2019). De plus, alors que l'absorption des anticorps par l'intestin du chiot est de 40 % après la naissance, elle n'est plus que de 20 % seulement 4 heures après la naissance et elle devient nulle après les 12 à 16 premières heures de vie (Chastant and Mila 2019). 18 % des chiots souffrent d'un mauvais transfert pendant la période néonatale (Chastant and Mila 2019). Pour favoriser l'ingestion précoce de colostrum, la SCC souhaite mettre en avant la nécessité de créer des banques de colostrum congelé en élevage pour une solution rapide en cas de besoin. Le taux de croissance des deux premiers jours de vie est un bon témoin de la réussite du transfert et donc de la production de colostrum, de sa qualité immunologique et de l'aptitude de la mère à favoriser la tétée. La pesée régulière des chiots permet donc de visualiser cette évolution.

Par ailleurs, en ce qui concerne la survie néonatale et pédiatrique en élevage canin, NeoCare démontre que le taux de mortalité totale (nombre de chiots mort-nés ou morts avant la vente sur le nombre total de chiots nés) atteint 13,4 % sur cette cohorte (Chastant-Maillard et al. 2016). De plus, 7,4 % des chiots sont mort-nés, ce qui correspond à 54,8 % de la mortalité totale observée (Chastant-Maillard et al. 2016). Une portée sur 5 présente au moins un cas de chiot mort-né tandis que 15,5 % des portées subissent au moins un décès avant la vente des chiots (Chastant-Maillard et al. 2016). De plus, 10 % des chiots nés vivants meurent entre la naissance et 21 jours d'âge (Chastant-Maillard et al. 2016). La mortalité post natale est très affectée par la nutrition et l'immunité des chiots. En effet, de faibles concentrations en immunoglobulines IgG (inférieures à 2,3 g/L de sérum sanguin) provoquent 44,4 % de mortalité néonatale, contre 4,9 % pour une valeur supérieure (Chastant and Mila 2019). Il est probable que ces chiffres, issus de données enregistrées par les éleveurs, ne reflètent pas la réalité. Le taux global de mortalité en élevage serait donc à revoir à la hausse. Pour réduire la mortalité, il est crucial d'accorder une importance équivalente aussi bien aux mort-nés qu'aux mortalités post natales, de les enregistrer et les considérer dans la démarche de sélection.

Enfin, il semble important de souligner qu'il n'existe pas de contrôle de performances en élevage canin. L'ensemble des valeurs est donc récolté selon le bon vouloir des éleveurs, ce qui peut impacter leur fiabilité, notamment du fait de la notion de prestige caractérisant chaque élevage et à laquelle ils sont particulièrement attachés.

B – Dysplasie de la Hanche

1. Définition de la maladie

La dysplasie de la hanche canine, ou dysplasie coxo-fémorale est une maladie à transmission héréditaire (SCC 2017b). Cette affection orthopédique est due à une malformation de l'articulation coxo-fémorale au cours de la croissance, ce qui provoque une instabilité articulaire et le développement d'arthrose. Bien qu'étant une maladie majoritairement à cause génétique, elle est également favorisée par certains facteurs environnementaux tels qu'une croissance rapide, une alimentation trop énergétique au cours de la croissance, un surpoids ou encore une activité excessive pendant la croissance.

Les chiens présentant un format grand ou lourd sont souvent plus impactés. On peut citer par exemple les races suivantes : Saint-Bernard, Bouvier Bernois, ou Berger Allemand. Ces races sont les plus concernées et la SCC les répertorie dans une base de données 'maladies suivies' pour pouvoir visualiser son évolution chez les chiens de races en France.

Tableau 1 : Résultats de lecture des radiographies de dépistage de la dysplasie de la hanche canine (LOF Select 2017)

HD-A	Aucun signe de dysplasie
HD-B	Stade intermédiaire de dysplasie de la hanche (Etat sensiblement normal)
HD-C	Dysplasie légère
HD-D	Dysplasie moyenne
HD-E	Dysplasie sévère

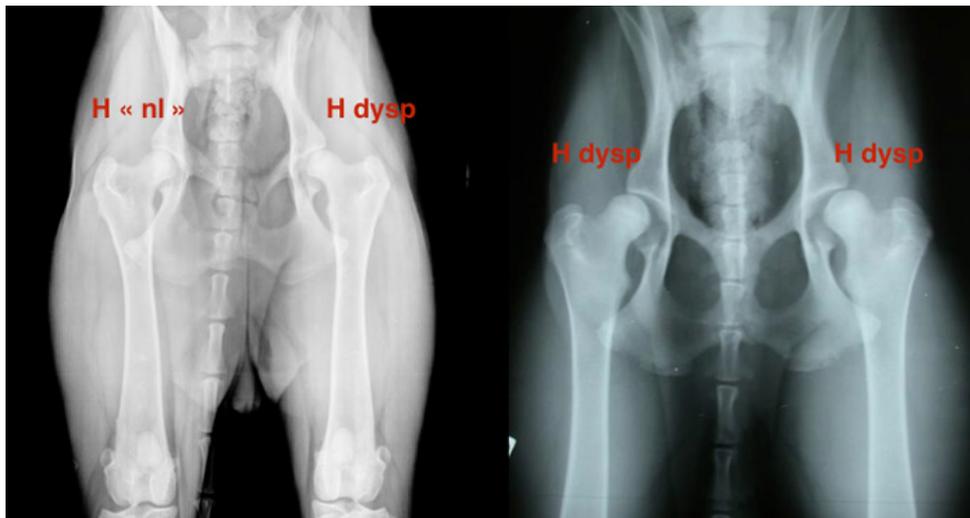


Figure 1 : Radiographies de dépistage de la dysplasie de la hanche chez le chien (Service Chirurgie de la Clinique Alliance de Bordeaux 2013)

H dysp : Hanche Dysplasique ; *H « nl »* : Hanche normale

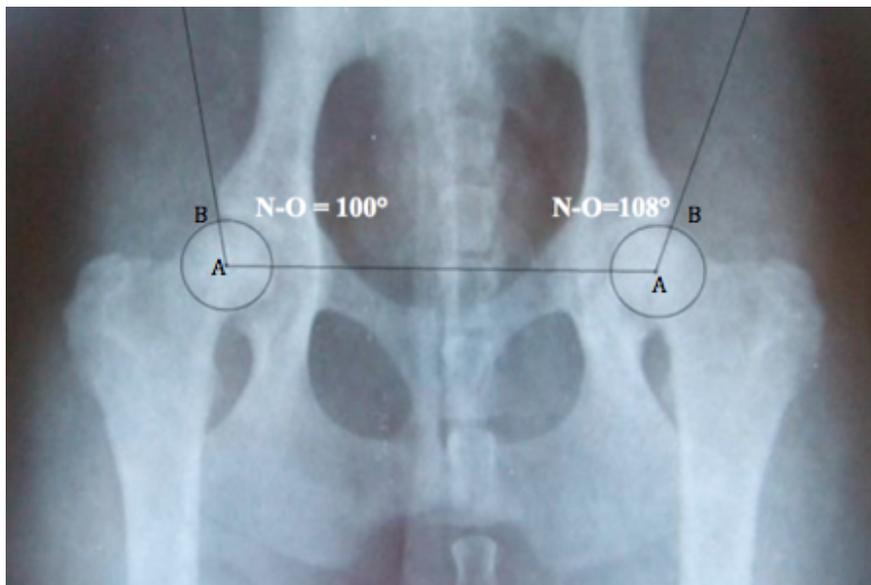


Figure 2 : Radiographie des hanches chez un chien et représentation de l'angle de Norberg-Olsson (Malavas 2007)

A : Centres de la tête fémorale ; *B* : Bords craniaux de l'acétabulum ;
N-O : Angles de Norberg-Olsson

Les signes cliniques fréquents de dépistage HD sont une boiterie post-repos, une réticence à l'effort et une démarche chaloupée. La plupart du temps, les deux hanches sont atteintes et sans traitement, on observe le développement d'une gêne majeure pour se déplacer, bien que le pronostic vital ne soit pas engagé. En France et selon le protocole de la FCI, cette dysplasie est dépistée par radiographie (cf Partie I.B.2). Le résultat de lecture des radios est donné par une lettre, qui caractérise l'état de la plus mauvaise des deux hanches (Tableau 1).

2. Mesures et caractérisations en élevage

Le dépistage par radiographie des hanches est réalisé par un vétérinaire (Figure 1). Un âge minimal de un an, ou 18 mois pour certaines races de grande taille, doit être respecté. Le vétérinaire certifie l'identité du chien et fait figurer le numéro d'identification de l'animal, sa date de naissance, et la date de l'examen (SCC 2017b). Pour ce faire, il remplit le document officiel de dépistage radiographique de la dysplasie de la hanche, du coude, du rachis ou de l'ostéochondrose de l'épaule (Annexe 4). Pour l'examen, le chien doit être allongé sur le dos sous anesthésie, maintenu au niveau du thorax, avec les membres postérieurs relâchés. On étudie ensuite la position de la tête fémorale dans la cavité acétabulaire. La mesure de l'angle de Norberg-Olsson aide à définir le degré de dysplasie (Malavas 2007). Plus l'angle est faible, plus la dysplasie est sévère : il doit être inférieur à 90° pour une dysplasie HD-E (Figure 2). Les radiographies sont déposées par le vétérinaire sur le portail myvetsxl.com à l'attention d'un des lecteurs officiels du club de races. Le résultat de la lecture est envoyé au propriétaire et transmis au club et à la SCC pour enregistrement. Les résultats sont enfin affichés sur le pedigree et permettent la réalisation de statistiques de suivis.

3. Lancement d'un projet d'indexation

La thèse de doctorat de Shizhi Wang a permis de traiter un projet conjoint entre la Société Centrale Canine, le KC – Kennel Club – anglais et le KC suédois. Plusieurs recherches ont été effectuées à ce titre, dont une évaluation génétique HD conjointe entre les 3 pays, sur le Golden Retriever et le Labrador Retriever. L'objectif de la thèse était de certifier la possibilité d'établir des programmes d'élevage internationaux, afin d'éviter d'accumuler les mariages entre chiens de lignées françaises et d'augmenter les taux de consanguinité, via une utilisation trop prononcée de certains mâles reproducteurs. Cela favoriserait ainsi davantage les échanges génétiques. Il a été prouvé qu'il était possible de superposer les bases de données internationales de pedigree afin d'améliorer les connaissances pour chaque race canine.

Les résultats HD enregistrés de différentes manières selon les pays, sont adaptés pour devenir comparables afin de réaliser l'évaluation génétique conjointe (Tableau 2). Dans la base LOF de la SCC, les résultats de dysplasie sont enregistrés (Tableau 3). Ils sont transformés en performances (Wang et al. 2017). Les résultats 'HD-Accepté' sont enregistrés selon les anciens critères, sur la base des règles de lecture fixées à l'origine par le KC Allemand. Ils correspondent à un HD-A ou HD-B actuel. On leur associe une valeur de performance de 1,5. Par ailleurs, la base LOF de la SCC contient trop peu d'enregistrements HD-D et HD-E pour qu'ils soient évalués indépendamment. Ils seront regroupés dans les calculs d'indexation pour pallier la disparité de fréquence et pour utiliser un modèle linéaire (cf Partie II.B.1). Une évaluation génétique dite 'internationale' a pu être réalisée selon le modèle présenté dans la figure 3 (Héritabilités présentées dans le tableau 4). Les corrélations génétiques déterminées ont été démontrées favorables à une évaluation génétique superposée sur plusieurs pays. Cette étude a finalement conduit au lancement du projet d'indexation génétique sur la dysplasie de la hanche canine à grande échelle en France par la Société Centrale Canine, en collaboration avec GenEval.

Tableau 2 : Résultats de dysplasie de la hanche canine et valeurs transformées en France, Suède et Grande-Bretagne (Wang et al. 2017)

Country : Pays ; HD grade : Note (Résultats) de Dysplasie ;
After transformation : Après la transformation

Country	HD grade	After transformation
France	A, B, C, D, E	1, 2, 3, 4, 5
Sweden	Normal, Grade I, Grade II, Grade II, Grade IV (Until 1999)	1.3, 2.6, 3.1, 3.6, 4.5
	A, B, C, D, E (Since 2000)	1.0, 2.0, 2.5, 3.0, 3.7
UK	0 - 106 for each dog (0 – 53 for each leg)	0 - 4.67

Tableau 3 : Correspondance des résultats de dysplasie et des valeurs de performances

Résultats de Dysplasie	Valeur de la Performance Enregistrée	
HD-A	1	
HD-Accepté	1,5	
HD-B	2	
HD-C	3	
HD-D	4	Regroupés dans les Evaluations Génétiques
HD-E	5	

Tableau 4 : Héritabilités de la Dysplasie de la hanche chez le Golden Retriever et le Retriever du Labrador dans les différents pays étudiés (Wang et al. 2017)

L'erreur standard est fournie entre parenthèses.

Trait	Heritability of Golden retriever	Heritability of Labrador retriever
FR	0.28 (0.03)	0.15 (0.02)
SE	0.28 (0.01)	0.29 (0.01)
UK	0.41 (0.01)	0.34 (0.01)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}_{FR} \\ \mathbf{y}_{SE} \\ \mathbf{y}_{UK} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{FR} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_{SE} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{X}_{UK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{FR} \\ \mathbf{b}_{SE} \\ \mathbf{b}_{UK} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{FR} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{Z}_{SE} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{Z}_{UK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{FR} \\ \mathbf{a}_{SE} \\ \mathbf{a}_{UK} \end{bmatrix} \\
 + \begin{bmatrix} \mathbf{W}_{FR} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{W}_{SE} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{W}_{UK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{l}_{FR} \\ \mathbf{l}_{SE} \\ \mathbf{l}_{UK} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{cy}_{SE} + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{FR} \\ \mathbf{e}_{SE} \\ \mathbf{e}_{UK} \end{bmatrix}$$

Figure 3 : Modèle génétique linéaire construit pour l'indexation génétique sur la dysplasie de la hanche canine en France, Suède et Grande-Bretagne (Wang et al. 2017)

- Y , vecteur des valeurs phénotypiques pour le pays i ;
- $X(b)$, matrice incidente (vecteur solution) des effets fixes (Variables selon les pays) ;
- $Z(a)$, matrice incidente (vecteur solution) des effets génétiques additifs ;
- $W(l)$, matrice incidente (vecteur solution) des effets de portée ;
- $U(cy)$, matrice incidente (vecteur solution) des effets d'année clinique (Suède) ;
- e , vecteur résiduel

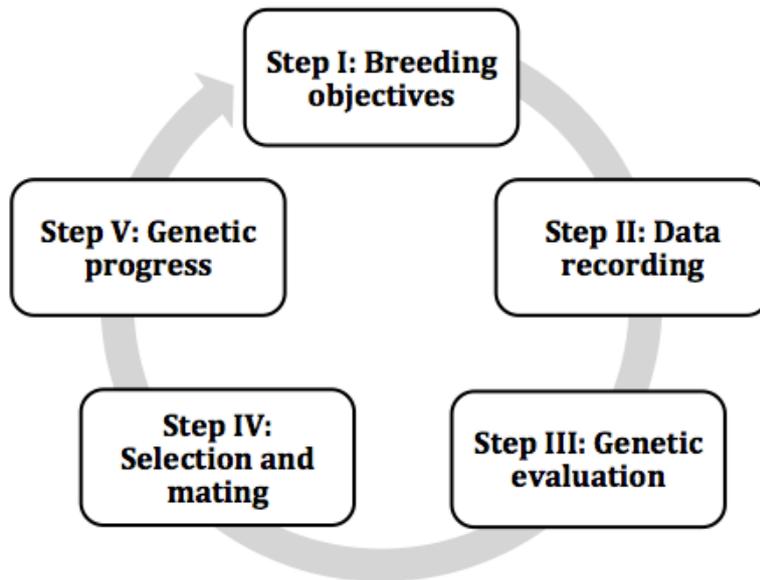


Figure 4 : Séquences de travail pour une démarche de sélection en élevage
(Wang 2018, tiré de la soutenance de thèse)

*Step : Etape ; Breeding objectives : Objectifs de sélection ;
Data recording : Enregistrement de données ; Genetic evaluation : Evaluation génétique ;
Selection and mating : Sélection et reproduction ; Genetic progress : Progrès génétique*

II – Matériels et Méthodes

Pour réaliser des indexations génétiques, les informations suivantes sont nécessaires : des performances précises récoltées en élevage, une bonne connaissance de l'environnement dans lequel elles sont mesurées, les pedigrees établissant les relations entre individus et les paramètres génétiques de la population tels que l'héritabilité des critères de sélection évalués.

Dans le cadre de cette étude, la Société Centrale Canine se focalise sur les chiens de races enregistrés dans la base LOF de la société, dont on possède les pedigrees sur plusieurs générations. Cela signifie que les indexations réalisées ne s'adressent qu'aux éleveurs de chiens de races et ne peuvent caractériser que ces chiens en particulier, recensés par la SCC. Chaque chien enregistré dans la base de la SCC est un chien LOF : il dispose d'un certificat de naissance officiel qui assure la conformité de ses parents par rapport au standard de la race.

A – Qualités Maternelles

Outre des échanges d'informations avec différents responsables d'OS au SIA et plusieurs spécialistes de l'indexation en espèce de rente, comme exposé dans la partie I.A.2, la consultation des clubs de races est apparue nécessaire pour définir le cadre de l'étude. Par ailleurs, plusieurs étapes de réflexion en équipe ont conduit à monter un projet d'analyse fondamentale sur les qualités maternelles, projet qui a abouti à une proposition de doctorat et sera encadré par l'équipe NeoCare de l'ENVT, conjointement avec la SCC (Annexe 5).

Enfin, le projet d'évaluation génétique sur les qualités maternelles a été construit en suivant une démarche classique d'amélioration génétique des animaux d'élevage (Figure 4). Après avoir défini l'objectif de sélection, des performances zootechniques, ou critères de sélection, ont été identifiées. Afin d'évaluer les performances des individus, différents index sont alors proposés, selon différentes méthodes d'indexation. La collaboration au projet de l'équipe NeoCare ainsi que de l'entreprise Royal Canin permettra un partage de données d'élevage. Selon les critères à disposition, on pourra alors procéder à des calculs de paramètres génétiques sous forme de béta-tests avec la société GenEval. Ces résultats permettront à nouveau de trier les performances à récolter. L'objectif final du projet aboutit donc à la proposition d'un moyen efficace pour récolter les performances nécessaires aux calculs des index directement en élevage à grande échelle. Une évaluation génétique de routine sera enfin créée pour permettre une sélection des reproducteurs et un gain de progrès génétique au cours du temps, sur le même principe que la dysplasie de la hanche.

B – Dysplasie de la Hanche

Pour ce projet, les calculs de paramètres génétiques et d'indexations génétiques ont été réalisés avec la société GenEval. Il s'agit d'évaluer la valeur génétique d'un grand nombre d'individus pour un caractère, la dysplasie de la hanche. Ainsi, les géniteurs de la prochaine génération pourront être classés afin d'en repérer les meilleurs et de les sélectionner.

1. Echanges d'informations avec GenEval

Les échanges de fichiers de données sur les évaluations se font via le SFTP, Secure File Transfer Protocol de GenEval. Les fichiers à exploiter sont construits à partir de la base LOF de la SCC, constituent l'infocentre DATA et comprennent les généalogies et performances des animaux à évaluer. La population de référence est choisie comme pour l'indexation HD suédoise, selon un intervalle de 4 ans. Il s'agira donc de tous les chiens nés entre N-6 et N-2, avec N l'année d'évaluation génétique, mâles et femelles compris.

Tableau 5 : Fichier ANIMAL, Exemple du Berger Allemand
(Race 166 selon la nomenclature FCI)

Numéro de l'Individu	Race	Sexe	Numéro du Père	Numéro de la Mère
89189	166	M	127517	128526
89190	166	F	137506	117124
89191	166	M	129814	130954
89192	166	M	136838	123463

Variété de la Race	Date de Naissance	Numéro d'élevage de naissance	Portée de Naissance	Pays d'Origine
1	26/01/1978	108417	198130248	FRA
1	19/06/1978	121622	198210967	FRA
1	27/08/1978	19393	198217373	FRA
1	22/06/1978	170092	198218928	FRA

Tableau 6 : Fichier PERFORMANCE, Exemple du Berger Allemand
(Race 166 selon la nomenclature FCI)

Les dates de réalisation enregistrées par défaut en 1970 sont masquées.

Numéro de l'Individu	Nom de la Performance	Date de réalisation de la Mesure	Valeur de la Mesure
4805642	HD	06/04/2010	1
4805639	HD	06/04/2010	1
4801408	HD	09/12/2010	1
4801403	HD	09/03/2010	1
4784266	HD		1
4784271	HD	02/03/2010	3
4786705	HD	09/04/2010	1
4778786	HD	26/07/2012	3

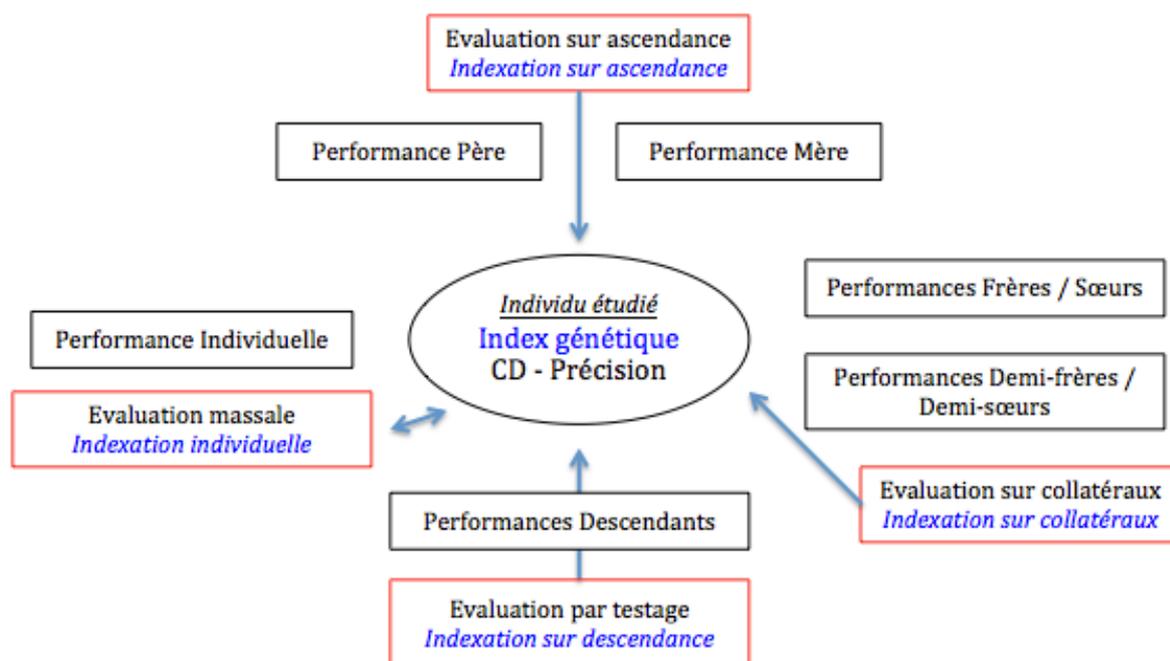


Figure 5 : Description des différentes méthodes d'indexation génétique
(Allais 2019, issu du cours Amélioration génétique des animaux d'élevage,
Agrocampus Ouest Centre de Rennes)

Le fichier ANIMAL recense les informations d'état civil et de généalogies des animaux de toutes les races concernées. Ce fichier contient également des éléments nécessaires à l'évaluation comme la portée de naissance (Tableau 5). Les numéros des individus correspondent aux numéros d'enregistrement dans la base LOF. Les numéros associés aux races sont les numéros officiels de la nomenclature de la FCI.

Le fichier PERFORMANCES répertorie les données de performances pour les animaux dépistés dans chaque race concernée (Tableau 6). Les valeurs de performances sont déterminées comme présenté dans la partie I.B.3, tableau 3. Certaines dates de mesures sont enregistrées par défaut en 1970. Dans ce cas, la donnée est masquée puis remplacée ultérieurement par une date d'un an après la date de naissance du chien en question, ce qui correspond au moment approximatif de réalisation des radiographies de dépistage de la dysplasie. Dans la base de donnée LOF, les résultats HD-D et HD-E sont en trop faible effectif pour être évalués séparément.

Le fichier COMMANDE associé aux deux précédents fait l'inventaire des chiens pour lesquels les index seront effectivement fournis par GenEval. Pour HD, il s'agit de tous les chiens nés entre le 01/01/2014 et le 31/12/2019 et deux générations au-dessus.

2. Calculs de paramètres génétiques, choix du modèle d'évaluations génétiques et Méthode BLUP

La collaboration au projet, de la société GenEval, a permis d'approfondir les méthodes calculatoires et mathématiques des évaluations génétiques. L'obtention de données intermédiaires est nécessaire pour réaliser les évaluations génétiques. Un premier fichier contient les informations de généalogie des animaux et associe donc un individu à ses parents. Un second fichier comprend les valeurs des performances et des effets nécessaires à l'évaluation des animaux de la race considérée pour la performance qu'on souhaite évaluer. On peut ainsi lancer les calculs des paramètres génétiques sur chacun des individus.

L'objectif est donc de prédire la valeur génétique de chaque individu à un instant précis pour la performance HD, à partir des mesures phénotypiques du caractère. Pour ce faire, les bases de données intermédiaires permettent la construction de pedigrees complets nécessaires à l'obtention des valeurs de performances des individus ayant une génétique commune avec l'animal à indexer. Ainsi, on récolte un maximum d'informations, aussi bien sur l'individu, que sur ses parents, ses collatéraux ou ses descendants (Figure 5). Plus on enregistre de données, plus la valeur de l'index se précise, ce qui implique une augmentation du CD au cours de la vie de l'individu concerné.

Pour prédire les effets cumulés des différents allèles des gènes gouvernant le caractère HD chez l'individu, on utilise une méthode d'indexation polygénique. Il s'agit de la méthode de calcul du BLUP, Best Linear Unbiased Predictor, qui estime conjointement les effets génétiques aléatoires et les effets fixes du milieu. Les résultats des premiers tests convergeant, on retient alors le modèle mathématique présenté en figure 6. Cette évaluation prend en compte un effet aléatoire de portée ainsi qu'un effet fixe correspondant à la combinaison année / mois de naissance. Ce dernier permet de considérer l'effet sur la performance d'un mois particulier dans une année particulière. De plus, les interactions entre les effets sont négligées. Enfin, après avoir été testés non significatifs comme effets aléatoires, l'année de mesure de la performance HD et l'effet sexe ont été écartés du modèle.

$$Y = X \cdot b + Z \cdot a + W \cdot i + e$$

Figure 6 : Modèle génétique linéaire d'indexation génétique HD canine en France

Y, vecteur des valeurs phénotypiques ;
X (*b*), matrice incidente (vecteur solution) des effets fixes,
à savoir année de naissance * mois de naissance ;
Z (*a*), matrice incidente (vecteur solution) des effets génétiques additifs,
influence du patrimoine génétique de l'animal sur sa performance ;
W (*I*), matrice incidente (vecteur solution) des effets de portée ;
e, vecteur résiduel

$$h^2 = \frac{V(G)}{V(P)}$$

Figure 7 : Formule définissant la notion d'héritabilité h^2

V(G), variation de la valeur génétique ; *V(P)*, variation de la valeur phénotypique

3. Obtention de résultats et vérifications

Les résultats d'indexation obtenus constituent l'infocentre RESULT et sont récupérés par la SCC via le SFTP de GenEval. Les index obtenus sont en base 100, donc exprimés par rapport à une valeur de référence de 100 pour chacun des individus de la population évaluée. L'index 100 est déterminé comme étant la moyenne des résultats obtenus par les individus de la population de standardisation (cf Partie II.B.1). Cela signifie que les animaux ayant un index supérieur à 100 sont améliorateurs de la race (cf Partie III.B.2). De plus, les résultats fournis sont caractérisés par le fait que 10 points d'index correspondent à un écart-type génétique. Dans le cadre de l'étude sur la dysplasie de la hanche, plus un index est grand, moins un individu est susceptible de transmettre la dysplasie à ces descendants. A noter qu'il faut également prendre en compte les CD associés à ces index.

Des fichiers explicatifs accompagnent les résultats d'index et de CD obtenus. On obtient donc notamment un fichier explicitant les paramètres génétiques de l'évaluation, incluant les valeurs d'héritabilité. Celle-ci permet de quantifier la part de variabilité génétique dans la variabilité phénotypique corrigée du caractère (Figure 7). Comprise entre 0 et 1, elle a une importance majeure quant aux modalités de transmission du caractère. Plus un caractère est héritable, plus la performance mesurée proviendra de la variabilité génétique et non de la variabilité environnementale.

On possède alors une vision globale des valeurs génétiques estimées pour les individus commandés. Après une mise en routine des indexations, les évaluations génétiques sont amenées à être actualisées tous les 6 mois à l'avenir. Ainsi, la SCC aura la possibilité d'obtenir des fichiers de comparaison entre les traitements à chaque nouvelle évaluation pour suivre les évolutions d'index des animaux choisis. Les variations sont identifiées de manière à faciliter la compréhension du progrès génétique identifié.

En suivant le protocole établi précédemment, il a donc été possible de calculer les paramètres génétiques et de déterminer les index des individus des races suivantes (Code Race FCI) : Setter Anglais (002), Berger Allemand (166), Boxer (144), Golden Retriever (111), Retriever du Labrador (122) et Chien de Berger Belge (015). Les résultats obtenus pour ces six premières races doivent donc par la suite être vérifiés. Après une brève comparaison entre les résultats d'index et les performances de dysplasie enregistrées sur la base LOF, les résultats seront envoyés aux responsables des clubs de races correspondants, afin de recueillir leur avis sur les indexations calculées. Cela permettra une prise en compte du ressenti des éleveurs qui connaissent bien leurs chiens, particulièrement en ce qui concerne la transmission d'une maladie aussi suivie que la dysplasie de la hanche. Par ailleurs, une comparaison avec les valeurs d'indexation évaluées à l'international sera possible, afin de confirmer cette méthode de travail et de la pérenniser.

Les résultats de ces évaluations génétiques permettront de classer les individus indexés de la population afin d'identifier les meilleurs index génétiques pour l'amélioration des performances HD. Ces informations communiquées aux éleveurs aideront à la sélection des reproducteurs des futures générations.

Tableau 7 : Inventaire des performances et des effets à récolter en élevage

Il n'est pas nécessaire de récolter l'ensemble des performances décrites dans le tableau ci-après pour avoir suffisamment d'informations pour créer des index relatifs aux qualités maternelles. Cette liste non exhaustive donne une base des performances nécessaires à la création de tels index. Les effets recensés ne seront pas significatifs pour chaque performance.

Catégorie de performances	Performances à récolter
Taille de portée	Nombre de chiots nés vivants par portée
	Nombre de chiots sevrés
	Nombre de chiots vendus
Condition de naissance	Facilité de mise-bas de la mère*
Mortalités	Nombre de chiots nés vivants par portée
	Nombre de chiots sevrés
	Nombre de chiots mort-nés
	Nombre de chiots morts dans les deux premiers jours
	Nombre de chiots morts avant le sevrage
Reproduction / Fertilité	Nombre de saillies avant gestation
	Nombre de saillies naturelles ou Nombre d'inséminations artificielles
	Durées de gestation
Poids et Croissance	Poids de naissance
	Poids à 2 jours
	Poids à 21 jours
	Poids de sevrage

*Attribution d'une note selon la difficulté de la naissance

- 1 : « Sans aide » : Aucune aide de la part de l'éleveur
- 2 : « Avec aide facile » : Assistance d'une seule personne, sans aide mécanique
- 3 : « Avec aide difficile » : Assistance de plus d'une personne ou recours à des moyens mécaniques
- 4 : Césarienne

Critères environnementaux pour les effets à prendre en compte pour un individu
Date de naissance du père
Date de naissance de la mère
Date de naissance de la portée
Date de sevrage de la portée (durée de gestation)
Date de chaque pesée
Dates de saillies
Sexe de l'individu
Confirmations de gestations
Elevage des chiots par leur mère
Adoption des chiots par une mère nourrice
Elevage des chiots par l'éleveur (biberonnage, etc)
Date de confirmation de gestation

III – Résultats

A – Qualités Maternelles

1. Proposition d'indexations

Après avoir déterminé l'objectif d'amélioration des qualités maternelles, on cherche à identifier quels critères retenir pour créer une évaluation génétique en cohérence avec cet objectif de sélection. L'enjeu est de réussir à anticiper et trouver quelles performances pourraient représenter un intérêt et être facilement enregistrées en élevage. Il faut également imaginer les index élémentaires à construire à partir de ces performances.

Le tableau 7 résume un ensemble de performances et de critères environnementaux que la SCC pourrait récolter directement en élevage pour créer des index en lien avec l'étude des qualités maternelles. Le tableau 8 liste les différents index simples créés à partir de ces performances. Par exemple, l'index d'aptitude à l'allaitement prendrait en compte le GMQ, gain moyen quotidien, calculé à partir des poids de naissance et sevrage. Celui-ci modéliserait les effets génétiques des animaux ainsi que les effets de portée. Les effets maternels doivent également être considérés pour l'obtention des index. L'index de mortalité pourrait prendre en compte le nombre de chiots mort-nés et morts avant sevrage. La figure 8 détaille un exemple de construction de l'index de facilité de naissance. Ainsi, en corrigeant chacun des index simples de la manière la plus juste possible, on estime au mieux quelle part de la valeur génétique est due à la génétique propre de l'individu, à la génétique de ses parents, à l'environnement de contrôle, ou à la résiduelle.

Enfin, à partir de l'ensemble des index simples construits, il est possible de créer un index de synthèse caractérisant les qualités maternelles, IQM (Figure 9). Pour le calcul de celui-ci, les différentes pondérations seraient déterminées par la SCC et les clubs de races, selon la race canine considérée. L'avantage d'utiliser un tel index est de pouvoir assurer un seuil de sélection minimal pour l'ensemble des index simples inclus dans son calcul.

2. Mise en place d'un projet d'étude tripartite

Afin de pouvoir mettre en œuvre un projet d'étude complet des qualités maternelles canines, la SCC souhaite s'associer avec l'entreprise Royal Canin et l'unité de recherche NeoCare sur la reproduction et la pédiatrie féline et canine de l'ENVV. De plus, la société GenEval aurait également un rôle à jouer dans ce projet en tant que responsable des calculs pour l'obtention des premiers résultats.

Une telle collaboration permettrait de récolter suffisamment de performances pour la réalisation de béta-tests d'évaluations génétiques, basés sur la proposition d'indexation exposée en partie III.A.1. Dans un premier temps, une consultation aux clubs de races a permis d'identifier l'intérêt porté au projet par les différents clubs de France (cf Partie I.A.1). Leur rôle serait alors de motiver un maximum d'éleveurs pour l'obtention d'un minimum de 200 performances par races pour chaque critère considéré, seuil admis en collaboration avec GenEval. Dans un second temps, l'entreprise Royal Canin pourrait mettre à disposition les données enregistrées sur leur logiciel technique d'élevage Royal Start (breeder.royalcanin.com). Enfin, l'équipe NeoCare stocke un grand nombre d'informations concernant les qualités maternelles depuis de nombreuses années. Ils fourniront à l'avenir les quantités de performances par critère et par race qu'ils ont à disposition et dont ils pourraient partager les données avec la SCC pour la concrétisation de ce projet d'étude.

Tableau 8 : Inventaire des index réalisables liés à l'étude des qualités maternelles

Acronyme	Nom
IFNAIS	Index de Facilité de Naissance
IALL	Index sur l'Aptitude à l'Allaitement
ISUR	Index sur la Survie
IPROL	Index de Prolificité
IFER	Index de Fertilité

Utilisation des performances de conditions de naissance et de poids de naissance.
Modèle multicaractère avec génétique directe et génétique maternelle.

Un index élémentaire sur la condition de naissance

Index ICNd ; Index ICNm

$$y_1 = \mu_1 + a_1 + m_1 + p_1 + f_1 + e_1$$

Un index élémentaire sur le poids de naissance

Index IPNd ; Index IPNm

$$y_2 = \mu_2 + a_2 + m_2 + p_2 + f_2 + e_2$$

y, valeurs phénotypiques ; μ , moyenne ;

a, valeurs génétiques directes ;

m, valeurs génétiques maternelles ;

p, effets aléatoires de portée ;

f, effets fixes ; e, résiduelle

Pour améliorer les capacités des individus, on va vouloir sélectionner sur les valeurs génétiques directes des poids de naissance et conditions de naissance.

IFNAIS est un index de synthèse intermédiaire d'IQM.

$$\text{IFNAIS} = \alpha\% \text{ ICNd} + \beta\% \text{ IPNd}$$

NB – L'aptitude d'une chienne à la mise-bas pourrait être calculée à partir d'ICNm.

Exemple avec des pourcentages fictifs :

Les pourcentages réels seront choisis en collaboration avec les clubs de races

$$\text{IFNAIS} = 80\% \text{ ICNd} + 20\% \text{ IPNd}$$

Figure 8 : Exemple concernant l'index de Facilité de Naissance

$$\text{IQM} = \alpha\% \text{ IFNAIS} + \beta\% \text{ IALL} + \gamma\% \text{ ISUR} + \delta\% \text{ IPROL} + \varepsilon\% \text{ IFER}$$

Exemple avec des pourcentages fictifs :

Les pourcentages réels seront choisis en collaboration avec les clubs de races

$$\text{IQM} = 25\% \text{ IFNAIS} + 25\% \text{ IALL} + 20\% \text{ ISUR} + 20\% \text{ IPROL} + 10\% \text{ IFER}$$

Figure 9 : Index de synthèse des qualités maternelles

A noter que NeoCare possède certaines données de chiens non LOF. La réalisation d'indexations génétiques nécessitant d'être capable de reproduire les arbres généalogiques des individus, seuls les chiens LOF des bases de données de NeoCare seront étudiés, puisque ce sont les seuls pour lesquels la SCC enregistre les pedigrees. Ainsi, un inventaire des races à étudier sera fait en fonction des valeurs à disposition de NeoCare et des clubs de races intéressés. Par exemple, les Bullmastiff et Mastiff seront sans doute retenus car particulièrement concernés par les enjeux des qualités maternelles en élevage canin et en effectif relativement important en France (cf Annexe 2). Les clubs de races concernés ont assuré leur soutien à la SCC, ce qui permettra sans doute de récolter davantage de performances, ainsi qu'un contact direct avec les éleveurs.

L'utilisation de l'ensemble de ces performances favoriserait alors la réalisation des béta-tests de calculs de paramètres génétiques par races. Ainsi, les modèles d'évaluations pourraient être choisis et les effets significatifs conservés pour l'obtention de premiers résultats d'index génétiques et de CD, avec pour objectif d'identifier quelles informations (performances comme index) conserver pour améliorer la sélection en élevage.

3. Logistique de récolte de performances à grande échelle

Suite à la réalisation de béta-tests validés par les différents acteurs du projet, une récolte de performances globalisée directement en élevage devra être mise en place pour généraliser ce projet d'indexation sur les qualités maternelles. A l'heure actuelle, il existe trois documents officiels demandés aux éleveurs par la SCC qui pourraient être modifiés pour permettre un tel enregistrement de performances. Il s'agit du Certificat de Saillie, de la Déclaration de Naissance, et de la Demande d'inscription de portée au Livre des Origines Français. Environ 80% des déclarations se font aujourd'hui en ligne et 20% sur papier, transmises par courrier à la SCC, qui s'occupe de retranscrire les informations dans les bases de données du LOF. Une modification conjointe des déclarations papier et numérique, comme présenté en annexe 6, 7 et 8, permettrait la réalisation d'évaluations génétiques sur les qualités maternelles canines à grande échelle.

4. Conclusions du projet

Le projet d'évaluation génétique sur les qualités maternelles est apparu très prometteur et soutenu aussi bien par les clubs des différentes races de France, représentants des éleveurs qui souhaitent s'impliquer pour sa mise en œuvre, que par les différents acteurs directement liés à sa construction. De nombreuses démarches administratives à venir seront donc nécessaires pour poursuivre ce projet encore très jeune. L'objectif final sera alors la collecte des performances en élevage et la valorisation des meilleurs phénotypes via la transmission d'index de synthèse aux éleveurs permettant un suivi régulier et une meilleure sélection des reproducteurs des générations futures.

B – Dysplasie de la Hanche

1. Calculs de paramètres génétiques avec GenEval

Le choix du modèle explicité en partie II.B.2 a permis l'obtention de premiers résultats descriptifs et statistiques fournis dans les tableaux 9, 10 et 11, concernant les six races étudiées pour le lancement des indexations HD.

Tableau 9 : Tableau de résultats descriptifs des données utilisées pour le calcul des paramètres génétiques

Nom race	Code Race	Nombre d'animaux avec performances	Nombre de portées (effet aléatoire)	Nombre de niveau année de naissance * mois de naissance (effet fixe)	Nombre d'animaux dans le pedigree	Nombre d'animaux avec performances par portée
Berger Allemand	166	9953	7117	195	17090	1,40
Chien de Berger Belge	015	1595	1259	145	6300	1,27
Boxer	144	2334	1618	158	4652	1,44
Golden Retriever	111	3656	2766	173	7897	1,32
Retriever du Labrador	122	2584	2041	160	6382	1,27
Setter Anglais	002	4032	2564	169	8907	1,57

Tableau 10 : Tableau des statistiques descriptives brutes de la performance HD pour les différentes races considérées

Nom race	Code Race	Moyenne du score HD	Écart-type score HD	Min score HD	Max score HD	Variance Phénotypique brute
Berger Allemand	166	1,50	0,82	1,00	5,00	0,67
Chien de Berger Belge	015	1,34	0,68	1,00	5,00	0,46
Boxer	144	1,99	0,90	1,00	5,00	0,81
Golden Retriever	111	1,79	0,88	1,00	5,00	0,77
Retriever du Labrador	122	1,63	0,84	1,00	5,00	0,71
Setter Anglais	002	1,77	0,75	1,00	5,00	0,56

Tableau 11 : Tableau des parts de variance obtenues pour les différentes races considérées

Nom race	Code Race	Variance génétique	h² (erreur standard)	Variance portée	c² (erreur standard)	Variance Résiduelle	Variance Phénotypique corrigée
Berger Allemand	166	0,12	0,17 (0,02)	0,04	0,06 (0,02)	0,52	0,68
Chien de Berger Belge	015	0,14	0,31 (0,07)	0,06	0,13 (0,06)	0,26	0,46
Boxer	144	0,37	0,45 (0,05)	0,07	0,09 (0,03)	0,39	0,83
Golden Retriever	111	0,23	0,29 (0,04)	0,12	0,15 (0,03)	0,43	0,77
Retriever du Labrador	122	0,14	0,20 (0,04)	0,09	0,13 (0,04)	0,46	0,70
Setter Anglais	002	0,11	0,20 (0,04)	0,09	0,16 (0,03)	0,36	0,56

En ce qui concerne la description des données utilisées, le tableau 9 met notamment en évidence le nombre de niveaux d'effet aléatoire et fixe. Pour le nombre de portées, on utilise les informations de pedigree : deux chiens nés d'une même mère ayant la même date de naissance appartiennent ainsi à la même portée. Prendre en compte cet effet aléatoire permet de distinguer une portée d'une autre quand on considère la même chienne : les chiots nés ensemble d'une même mère, au sein de la même portée sont estimés comme subissant le même effet d'environnement maternel. Ainsi, on retient le fait qu'une mère puisse avoir un comportement différent d'une portée à l'autre, ce qui aurait une influence sur les valeurs phénotypiques de dysplasie. En ce qui concerne la combinaison année de naissance / mois de naissance, si on prend l'exemple du Berger Allemand, on voit qu'on a 195 niveaux différents. Cela signifie que certains chiens auront par exemple la modalité 03/2015 et d'autres, 06/2017. On peut être étonné par les résultats du nombre d'animaux avec performances par portée mais il est utile de rappeler que généralement les particuliers ne cherchent pas à dépister leurs animaux de compagnie et que souvent, seuls les éleveurs y sont très attachés. Ainsi, peu de chiens vont être caractérisés par une performance HD au sein d'une même portée.

Le tableau 10 recense les statistiques descriptives brutes de la performance HD : les valeurs moyennes, écarts-types, minimum et maximum. Les variances phénotypiques brutes reflètent la variabilité au sein des races pour les chiens avec performance, par rapport à la moyenne et sans correction d'effet fixe.

Enfin, le tableau 11 explicite les parts de variance obtenues pour chacune des races étudiées. Chaque variance correspond à une variabilité. Chacun des paramètres sont exprimés par rapport à la variance phénotypique corrigée, qui est souvent plus faible que la variance phénotypique brute car la correction diminue les valeurs enregistrées. A partir de celle-ci, la prise en compte des effets fixes et aléatoires permet l'obtention de la variance phénotypique corrigée sur laquelle on applique la méthode d'estimation des paramètres corrigés. Aux arrondis près, la variance phénotypique corrigée correspond donc à la somme des variances génétiques, des variances des effets aléatoires (effet de portée) et des variances résiduelles. Rarement, la variance phénotypique corrigée est légèrement supérieure à la variance phénotypique brute. Ici, c'est le cas pour le Boxer (VPC 0,83 contre VPB de 0,81). Cela peut être dû à une répartition particulière des effets fixes dont la correction plus ou moins importante peut artificiellement recréer de la variabilité.

Le tableau 11 démontre également l'intérêt d'avoir implémenter dans le modèle l'effet aléatoire de portée. On cherche à estimer la part de variabilité due à cet effet dans la variance du caractère HD. La variance de portée reflète donc la part de variabilité attribuée au fait de naître au sein d'une portée spécifique d'une même mère sur l'expression du caractère dans la vie de l'animal. Par exemple, des problèmes d'écrasement peuvent survenir à la naissance et provoquer des problèmes de dysplasie de la hanche. Les résultats obtenus prouvent que, selon les races, entre 6 et 16% de variabilité phénotypique est expliquée par l'effet de portée. Enfin, la variance résiduelle décrit tout ce que l'on ne peut pas prendre en compte, à savoir certains effets d'environnement et / ou certains effets génétiques. Par exemple, des effets maternels peuvent être écartés si, comme ici, les quantités d'informations à disposition sont insuffisantes.

En ce qui concerne les valeurs d'héritabilités, elles varient de 0,17 à 0,45 selon les races étudiées. Ces résultats démontrent la part relativement importante de causalité génétique dans la prévalence de la maladie de dysplasie de la hanche chez certaines races canines. Ils prouvent également qu'une sélection génétique en élevage pour l'amélioration de ce caractère est tout à fait possible. Par ailleurs, on peut supposer que l'héritabilité du Berger Allemand (0,17) est inférieure à l'héritabilité du Chien de Berger Belge (0,31) car cette race présente un taux de consanguinité moyen supérieur (2,62 en 2019 pour le Chien de Berger Belge contre 1,72 pour le Berger Allemand).

Tableau 12 : Exemple de tableau de résultats des indexations génétiques, par race

Nom Race	Code SCC Animal	Nom de la Performance	Date de la Mesure	Score Performance	Code Race	Sexe	Code SCC père	Code SCC mère
Setter Anglais	3408134	HD	08/06/2013	1	2	M	1345325	1343884
Chien de Berger Belge	210817	HD	19/10/2004	1	15	M	208131	210134
Golden Retriever	3572628	HD	19/04/2005	2	111	F	1467600	1468213
Retriever du Labrador	3538403	HD	29/12/2008	1	122	F	1450247	1441379
Boxer	4194409	HD	09/04/2008	3	144	M	447882	450231
Berger Allemand	194543	HD	25/10/2010	1	166	F	1975467	187837

Code Variété	Date de naissance	Numéro élevage	Numéro de portée	Origine	Index	CD
328	21/06/2005	55155	200516648	FRA	102,443	0,283
491	22/06/2003	20528	200326278	FRA	103,491	0,367
338	28/02/2003	113662	200302339	FRA	104,136	0,208
337	19/02/2005	197667	200501970	FRA	104,937	0,249
69	21/05/2006	51212	2006017391	FRA	86,429	0,506
1	20/06/2002	105544	200221168	FRA	100,390	0,285

Tableau 13 : Comparaison du nombre de performances HD utilisées pour l'évaluation génétique et du nombre d'indexations récupérées

Nom race	Code Race	Nombre d'animaux avec performances	Nombre d'animaux indexés	Date de naissance minimale indexée	Date de naissance maximale indexée
Berger Allemand	166	9953	8845	26/04/1994	07/01/2019
Chien de Berger Belge	015	1595	4015	12/01/1991	31/12/2018
Boxer	144	2334	2332	07/06/1998	03/01/2019
Golden Retriever	111	3656	4959	21/10/1982	16/05/2019
Retriever du Labrador	122	2584	3771	29/05/1994	27/04/2019
Setter Anglais	002	4032	5143	23/11/1993	09/05/2019

De plus, la faible valeur d'héritabilité du Berger Allemand (0,17) peut s'expliquer du fait d'un nombre relativement important de lecteurs officiels des résultats de radiographies HD, supérieur à ceux des autres races du fait de l'enregistrement des performances de nombreux mâles reproducteurs étrangers.

2. Premiers résultats d'indexations génétiques

À partir des informations de pedigree, de performances et grâce aux paramètres génétiques précédemment calculés, il est possible d'obtenir les indexations génétiques des différents individus. Le tableau 12 présente un exemple pour chaque race de la forme des résultats récupérés. On peut donc comparer les scores de performances aux index génétiques associés à leurs CD. Généralement, on considère qu'un CD compris entre 0,3 et 0,7 donne une précision correcte de l'index. En deçà, celui-ci n'est pas forcément fiable tandis qu'au-delà, l'estimation est considérée très bonne.

Le tableau 13 recense le nombre de valeurs d'indexations à disposition par race, selon la commande demandée à GenEval (cf Partie II.B.1) et le nombre de score HD enregistrés. Par comparaison avec le tableau 9, on peut ainsi voir que le nombre de résultats d'indexations génétiques obtenus est supérieur au nombre d'animaux avec performances pour certaines races. En effet, il n'est pas nécessaire qu'ils aient une performance propre pour être caractérisés par un index, du fait de l'enregistrement des performances d'individus qui leurs sont liés généalogiquement. Ainsi, certains chiens sont caractérisés par un index sans avoir de score HD enregistré. Néanmoins, le Berger Allemand et le Boxer présentent moins d'animaux indexés que de performances enregistrées. Cela s'explique du fait du nombre de performances enregistrées dans la base de données de la SCC sur des chiens trop âgés pour appartenir au fichier de commande adressé à GenEval. Ces informations ont néanmoins été utiles, via les informations de pedigree, pour le calcul des index récupérés.

Suite à l'obtention de ces résultats, une étape de vérification est nécessaire. Dans un premier temps, les résultats d'indexations génétiques seront comparés avec les scores HD enregistrés dans la base LOF des individus et de leurs proches. Pour ce faire, on décide arbitrairement de contrôler les résultats de 30 chiens choisis dans la base de données de résultats pour chacune des races évaluées selon les critères présentés dans le tableau 14. Cette étape a été concluante et les résultats apparaissent logiques par rapport aux performances de la SCC (Tableau 15.a et 15.b). Dans un second temps, les résultats ont été transmis aux clubs des races concernés afin de recueillir leur avis. En effet, les éleveurs connaissent bien leurs chiens et sont capables d'identifier lesquels sont les plus à même d'avoir un bon index en fonction de leurs performances et des résultats obtenus sur leur descendance. Aucun club n'a exprimé d'incohérence dans les résultats obtenus jusqu'à présent. Enfin, certains des chiens indexés étaient des reproducteurs venant de l'étranger, ce qui a rendu possible une comparaison de quelques résultats avec les bases de données internationales.

3. Poursuivre les indexations en routine

À partir de ces premiers résultats, l'objectif est de réussir à poursuivre les évaluations génétiques de ces races de façon régulière, ainsi que d'ajouter au processus de nouvelles races concernées par les indexations. Un accord est conclu entre la SCC et GenEval pour mettre à jour les évaluations tous les 6 mois pour les races pour lesquelles la dysplasie de la hanche est une maladie suivie (cf Partie I.B.1) et pour lesquelles la SCC posséderait plus de 200 enregistrements de performances, à savoir le minimum requis pour l'obtention de résultats intéressants.

Tableau 14 : Critères de vérification des indexations génétiques

Date de Naissance	Entre le 01/01/1990 et le 31/12/1999		Entre le 01/01/2000 et le 31/12/2009		Entre le 01/01/2010 et le 31/12/2019	
	Inférieur à 100	Supérieur à 100	Inférieur à 100	Supérieur à 100	Inférieur à 100	Supérieur à 100
Nombre de Berger Allemand vérifiés (166)	5	5	5	5	5	5
Nombre de Chien de Berger Belge vérifiés (015)	5	4	5	5	5	6
Nombre de Setter Anglais vérifiés (002)	5	5	5	5	5	5
Nombre de Boxer vérifiés (144)	0	0	7	8	8	7
Nombre de Golden Retriever vérifiés (111)	5	4	5	6	5	5
Nombre de Labrador du Retriever vérifiés (122)	5	5	5	5	5	5

RACE / CD	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	TOTAL
Setter Anglais	0	3	3	6	3	8	6	1	30
Pourcentage	0	10	10	20	10	26,7	20	3,3	100
Berger Allemand	6	0	1	1	2	5	13	2	30
Pourcentage	20	0	3,3	3,3	6,7	16,7	43,3	6,7	100
Berger Belge	7	7	2	10	4	0	0	0	30
Pourcentage	23,3	23,3	6,7	33,3	13,3	0	0	0	100
Golden Retriever	4	4	2	3	0	13	3	1	30
Pourcentage	13,3	13,3	6,7	10	0	43,3	10	3,3	100
Retriever du Labrador	5	5	6	10	3	1	0	0	30
Pourcentage	16,7	16,7	20	33,3	10	3,3	0	0	100
Boxer	0	0	2	0	0	16	11	1	30
Pourcentage	0	0	6,7	0	0	53,3	36,7	3,3	100
Total	22	19	16	30	12	43	33	5	180
Pourcentage	12,2	10,6	8,9	16,7	6,7	23,9	18,3	2,8	100

Tableau 15.a : Exemple des vérifications de cohérence des résultats d'indexations génétiques
NULL = Information non disponible

Numéro FCI Race	Numéro Puce	Numéro Tatouage	Date de la Mesure	Résultat de l'Individu
166	250268710079847	NULL	01/10/12	HDA
15	250269802135658	NULL	01/08/14	HDA
111	NULL	2CHH602	NULL	HDA
122	NULL	151SAG	25/11/15	HDB
144	250268710139965	NULL	25/01/13	HDA
2	250269604543561	2GSB795	29/07/11	HDA

Score associé	Sexe	Date de Naissance	Index	CD
1	M	01/10/11	93,03824	0,776827768
1	F	12/12/12	106,1220784	0,445203854
1	M	20/07/02	115,9703354	0,706730951
2	M	04/10/14	90,80796216	0,400234054
1	M	23/01/12	112,6351508	0,710956744
1	M	29/05/10	96,74494849	0,690217705

En routine, le rendu des évaluations de GenEval est plus élaboré. Davantage d'informations sont fournies concernant la population de centrage ; des statistiques de comparaison sont réalisées d'un traitement à l'autre ; des explications sont fournies quant aux raisons d'exclusion des indexations de certains individus dont les résultats seraient illogiques. Ainsi, GenEval deviendrait prestataire de services d'évaluations génétiques pour la SCC. Tous les résultats à l'origine de l'obtention des index seraient transmis à la société qui devrait par la suite choisir un mode de communication. L'utilisation technique interne à la SCC ainsi que les modalités de diffusion publique resteront à définir (cf Partie IV.B).

Afin de faciliter les communications futures avec GenEval, des documents de suivi Excel sont construits pour les indexations HD (et ED par extension, cf Partie IV.D.1). Un inventaire des races pour lesquelles les maladies sont suivies est réalisé, précisant le nombre de performances disponibles au 04/05/2020, ce qui permet d'identifier les races concernées par les futures évaluations génétiques. Ces données seront à mettre à jour au fur et à mesure dans deux cas : une race pour laquelle HD passerait en maladie suivie et / ou une race pour laquelle le nombre de performances enregistrées deviendrait supérieur à 200.

Deux autres documents HD et ED permettent le suivi annuel des évaluations génétiques. Afin d'avoir un suivi régulier des indexations réalisées, se référer à ces tableaux permet de mettre à jour les dates de transmission de données à GenEval, de récupération des index et de diffusion aux éleveurs. Ainsi, on assure cohérence et fiabilité pour l'ensemble des données exploitées. Un exemple concernant la maladie HD pour l'indexation de Janvier / Juillet est présentée dans l'annexe 9.

Les actualisations des données de la base LOF permettent d'obtenir des informations concernant le nombre de races et de clubs concernés par les indexations HD et ED. Celles-ci sont résumées dans le tableau 16. Par ailleurs, il s'avère que les prochaines évaluations génétiques lancées se focaliseront sur les races pour lesquelles plus de 1000 performances sont aujourd'hui disponibles dans la base, à savoir 34 races pour la dysplasie de la hanche et 9 races pour la dysplasie du coude (Annexe 10 et 11).

4. Conclusions du projet

Le projet de création d'un index génétique français caractérisant la dysplasie de la hanche a donc pu être mené à bien. L'objectif final consiste alors à poursuivre les évaluations en routine en pérennisant le partenariat conclut entre la SCC et la société GenEval ainsi qu'à ajouter dans les processus de nouvelles races suivies pour la maladie HD selon le nombre de performances à disposition. Le nouvel enjeu du projet devient alors de transmettre les données aux éleveurs pour favoriser leur utilisation directement en élevage. Pour ce faire, la communication est essentielle, que ce soit sur le site internet et l'espace LOF SELECT ou lors des réunions régulières des différentes commissions (cf Partie IV.B). Différents types de partage des informations peuvent être envisagés et sont propices à la discussion (cf Partie IV.B). Cela permettra de souligner l'utilité de faire usage des index génétiques pour l'amélioration de la dysplasie de la hanche en élevage canin.

Pour conclure, l'organisation de la 2^{ème} Journée de la Recherche Canine Christian Eymar-Dauphin, sponsorisée par la compagnie d'assurance pour animaux Agria, a été l'occasion de présenter un poster et un résumé sur les tenants et aboutissants du projet dysplasie de la hanche (Annexe 12 et 13). De plus, une proposition de projet concernant l'étude des qualités maternelles a également été rédigée et diffusée (Annexe 14).

Tableau 15.b : Exemple des vérifications de cohérence des résultats d'indexations génétiques
 NULL = Information non disponible

Lien LOF SELECT	Taux de Consanguinité	Résultat Père	Résultat Mère	Résultats des grands-parents
https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chien/ws/5384077	0,2	Père HDA	Mère HDA	3 HDA, 1 HDB
https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chien/hera-des-empereurs-de-salem-5651443	0	Père HDA	Mère HDA	1 HDA
https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chien/ws/1470613	5,08	Père HDB	NULL	NULL
https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chien/jacky-brown-misty-dreams-6078155	1,37	Père HDB	Mère HDB	2 HDA
https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chien/ws/5426473	0,59	Père HDA	Mère HDA	2 HDA, 1 HDB
https://www.centrale-canine.fr/lofselect/chien/filou-du-mas-deyraud-5042055	10,16	Père HDA	Mère HDA	2 HDA, 2 HDB

Résultats des collatéraux	Pourcentage de résultats des descendants	Nombre de chiots et de chiots testés	Remarques	Conclusion
1 HDA	28 (13%) HDA, 14 (7%) HDB, 11 (5%) HDC, 4 (2%) HDD	213 chiots, 57 testés	Nombreux chiots testés augmentent le CD, index bas pour les résultats HDB, C, D	VALIDE
1 HDA	6 (17%) HDA	35 chiots, 6 testés	CD correct, logique pour le nombre de testés ; c'est logique pour une femelle, l'index est cohérent	VALIDE
2 HDA	43 (17%) HDA, 7 (3%) HDB, 1 (0%) HDC	247 chiots, 51 testés	Le nombre d'HDA obtenus dans la descendance augmente l'index de l'individu	VALIDE
NULL	1 (2%) HDA, 3 (7%) HDB	44 chiots, 4 testés	Plus de résultats HDB que de résultats HDA (lui même), pas d'informations sur les collatéraux, cohérent	VALIDE
2 HDA	8 (22%) HDA, 3 (8%) HDB	36 chiots, 11 testés	Bon résultats HDA des chiots et des apparentés expliquent l'index	VALIDE
3 HDA, 1 HDB	7 (2%) HDA, 33 (11%) HDB, 4 (1%) HDC, 1 (0%) HDE	295 chiots, 45 testés	Le haut nombre de chiots testés augmente le CD, l'index est lié au nombre de résultats HDB, C, E	VALIDE

Tableau 16 : Tableau récapitulatif du nombre de races et de clubs en HD / ED suivie / indexée et des pourcentages d'indexation réalisables

	Suivi HD	Indexation HD	Suivi ED	Indexation ED
Nombre de races	219	95	94	27
Nombre de clubs	96	68	54	23
<i>Actuellement,</i>	1 mois à 15 races indexées 5 mois à 16 races indexées		3 mois à 4 races indexées 3 mois à 5 races indexées	
	Pourcentage d'indexation HD réalisables actuellement		Pourcentage d'indexation ED réalisables actuellement	
Par rapport au nombre de races en maladie suivie, selon le nombre de performances disponibles	43,38%		28,72%	
Par rapport au nombre de clubs dont les races sont en maladie suivie, selon le nombre de performances disponibles	70,83%		42,59%	

IV – Discussion et Perspectives

L'évaluation génétique canine en général ainsi que les projets menés en particulier conduisent à de nombreuses perspectives et questionnements propices à la discussion.

A – Fiabilité des performances enregistrées

La fiabilité des performances est essentielle pour construire des projets d'indexations génétiques tangibles et pérennes. Pour que les index soient recevables dans une race donnée, il est nécessaire dans un premier temps d'avoir une parfaite identification des animaux et connaissances de leur filiation à l'échelle nationale ainsi que des déclarations de saillies et de naissances réalisées par les éleveurs auprès d'organismes agréés. La SCC se charge de ces déclarations (cf Partie III.A.3) et enregistre toutes les données dans la base LOF.

Néanmoins, le contrôle de performance observé en élevage de rente n'existe pas en élevage canin. Il n'y a pas de techniciens agréés, tels que ceux du contrôle laitier en élevage bovin, qui puissent mesurer des critères de sélection sur place. Il est également moins évident d'identifier les facteurs de milieu qui auraient un effet sur les caractères d'intérêt, autres que, par exemple, les dates de mesures des valeurs ou l'identification de l'élevage ou de la portée étudiée. Ces facteurs sont essentiels car il faut pouvoir estimer leurs impacts afin de corriger les performances sélectionnées, pour les rendre comparables lors de l'indexation.

La fiabilité des performances repose donc majoritairement sur le bon vouloir des éleveurs. Certaines valeurs, telles que des scores de maladies comme HD, nécessitent des dépistages réalisés par des vétérinaires et des lectures officielles à l'échelle nationale, assurant une récolte de résultats plus stricte. Malheureusement, il ne s'agit pas là de la majorité des critères qui seraient à enregistrer pour la création d'index. Les évaluations génétiques ne sont donc possibles que si les éleveurs sont vraiment motivés par les objectifs de sélection étudiés.

Les éleveurs canins ont généralement l'habitude de conserver des registres d'élevage, contenant souvent des informations essentielles pour la réalisation d'indexations. Certains utilisent également des logiciels adaptés pour la conduite d'élevage, tels que l'assistant numérique Royal Start développé par le fabricant français et fournisseur mondial d'aliments pour chiens, Royal Canin (breeder.royalcanin.com). Néanmoins, ces données sont bien conservées par les éleveurs, qui les considèrent souvent comme précieuses mais personnelles.

En effet, l'élevage canin est dans un sens comparable à l'équin en ce qui concerne une certaine notion de 'prestige'. Les éleveurs sont très attachés à leur race et à leur travail et n'accepte aucun 'jugement' de leurs compétences quel qu'il soit. Certains sujets peuvent être considérés comme tabous, tels que les taux de mortalité importants (cf Partie I.A.3) qui représentent de sérieuses pertes économiques et sont difficiles à assumer au sein des élevages.

Il est donc nécessaire de motiver les éleveurs, en explicitant les objectifs d'amélioration de l'élevage et des races grâce à la sélection, pour pouvoir compléter leur travail et ajouter à leurs compétences. La communication joue donc un rôle essentiel pour démontrer aux professionnels la nécessité d'enregistrement d'informations précises sans biais.

B – Communication auprès des éleveurs

Afin de diffuser les résultats d'indexation aux éleveurs, il est nécessaire d'identifier des stratégies de communication efficaces, qui permettraient d'assurer une utilisation propice des index directement en élevage tout en aidant au financement des évaluations. Ainsi, la SCC souhaite lancer une version premium du LOF SELECT. Actuellement le LOF SELECT donne accès aux informations de pedigree, d'expositions, d'utilisations, de tests ADN et de santé d'un individu. Proposer un abonnement annuel LOF SELECT PREMIUM, facultatif et

Tableau 17 : Tableau des valeurs moyennes et maximales de CD par race

	SETTER ANGLAIS 002	CHIEN DE BERGER BELGE 015	GOLDEN RETRIEVER 111	RETRIEVER DU LABRADOR 122	BOXER 144	BERGER ALLEMAND 166
CD MOYEN	0,2589	0,2007	0,3325	0,2162	0,4652	0,3177
CD MAXIMAL	0,8320	0,5905	0,8594	0,6222	0,8105	0,8840

Tableau 18 : Tableau du nombre d'index obtenus par classe de CD par race et pourcentages

CD SETTER ANGLAIS 002	Nombre d'individus	Pourcentage cumulé	CD CHIEN DE BERGER BELGE 015	Nombre d'individus	Pourcentage cumulé
CD>0,9	0	0	CD>0,9	0	0
CD>0,8	1	0,0194	CD>0,8	0	0
CD>0,7	7	0,1361	CD>0,7	0	0
CD>0,6	21	0,4083	CD>0,6	0	0
CD>0,5	50	0,9721	CD>0,5	8	0,1992
CD>0,4	270	5,2498	CD>0,4	154	3,8356
CD>0,3	2144	41,6877	CD>0,3	1258	31,3325
CD>0,2	3779	73,4785	CD>0,2	1886	46,9738
CD>0,1	4510	87,6920	CD>0,1	2846	70,8841
CD>0	5097	99,1055	CD>0	3898	97,0859
CD>=0	5143	100	CD>=0	4015	100
CD GOLDEN RETRIEVER 111	Nombre d'individus	Pourcentage cumulé	CD RETRIEVER DU LABRADOR 122	Nombre d'individus	Pourcentage cumulé
CD>0,9	0	0	CD>0,9	0	0
CD>0,8	1	0,0201	CD>0,8	0	0
CD>0,7	6	0,1209	CD>0,7	0	0
CD>0,6	28	0,5646	CD>0,6	2	0,0530
CD>0,5	214	4,3153	CD>0,5	12	0,3182
CD>0,4	1827	36,8421	CD>0,4	66	1,7501
CD>0,3	3322	66,9893	CD>0,3	891	23,6276
CD>0,2	3996	80,5807	CD>0,2	2341	62,0790
CD>0,1	4677	94,3133	CD>0,1	3067	81,3312
CD>0	4949	99,7983	CD>0	3700	98,1172
CD>=0	4959	100	CD>=0	3771	100
CD BOXER 144	Nombre d'individus	Pourcentage cumulé	CD BERGER ALLEMAND 166	Nombre d'individus	Pourcentage cumulé
CD>0,9	0	0	CD>0,9	0	0
CD>0,8	1	0,0428	CD>0,8	2	0,0226
CD>0,7	13	0,5574	CD>0,7	17	0,1921
CD>0,6	110	4,7169	CD>0,6	56	0,6331
CD>0,5	1298	55,6603	CD>0,5	173	1,9559
CD>0,4	1844	79,0737	CD>0,4	1075	12,1537
CD>0,3	2009	86,1492	CD>0,3	5734	64,8275
CD>0,2	2192	93,9965	CD>0,2	8009	90,5483
CD>0,1	2299	98,5849	CD>0,1	8689	98,2362
CD>0	2329	99,8713	CD>0	8841	99,9547
CD>=0	2332	100	CD>=0	8845	100

résiliable à tout moment, justifierait la création d'un onglet de diffusion des index et CD. Le tarif de l'abonnement reste à définir avec les différentes commissions de la SCC et les clubs. Un éleveur abonné accéderait alors aux index et CD de tous les individus indexés pour chaque critère concerné, quel que soit le sexe, la race et l'élevage d'origine de l'individu. Cette opportunité de partage d'informations financerait le calcul des index et aurait un intérêt scientifique pour favoriser l'obtention de résultats plus fiables et la connexion entre élevages.

Par ailleurs, transmettre les résultats est nécessaire mais est insuffisant pour une bonne stratégie de communication. Il faudrait publier des articles sur le site internet expliquant l'intérêt et la démarche des évaluations pour favoriser leur utilisation. Des explications claires et techniques mais vulgarisées aboutiront à une amélioration génétique optimisée via un choix averti des reproducteurs. Néanmoins, il est également important de diffuser des informations dont la fiabilité est à minima valable. Ainsi, la SCC, en concertation avec les clubs, devra choisir un CD minimal comme seuil de diffusion des résultats, à partir des tableaux 17 et 18 : 0,3 constituerait *a priori* un seuil acceptable. Enfin, il est important de prendre en compte les graphismes associés à la communication des index aux éleveurs : un visuel clair aidera à la compréhension des résultats et permettra aux éleveurs de faire les bons choix (cf Figure 10). Ainsi, on peut choisir de diffuser des informations qui seraient mises à jour sur les graphiques à chaque nouvelle évaluation. De plus les clubs de races pourraient également avoir accès à des histogrammes de répartition des indexations des chiens de leurs races (Figure 11).

C – Qualités Maternelles

1. Mise en place d'un projet de recherches fondamentales avec NeoCare

Le lancement de l'IQM a conduit à la création d'un projet d'étude impliquant différents acteurs (cf Partie III.A.2). Parmi ces acteurs, le service NeoCare de Néonatalogie des Carnivores de l'ENVT participe aux partages de performances pour construire les différents index élémentaires identifiés. Ils sont aussi à l'origine d'une proposition de thèse universitaire conjointe sur l'étude des qualités maternelles canines (cf Annexe 5). L'objectif est d'arriver à monter un projet pour approfondir les connaissances fondamentales actuelles. L'obtention d'informations théoriques viendra compléter le projet appliqué d'évaluation génétique dont les résultats seront diffusés en élevage. Ainsi, cette thèse de trois ans évaluera l'intérêt des éleveurs pour le sujet et recensera l'ensemble des enjeux auxquels ils font face et les conséquences en élevage. L'étude de la sélection phénotypique, de la sélection génétique et de l'analyse génomique permettra d'identifier des outils fiables et utilisables par les éleveurs pour une sélection des chiennes sur leurs qualités maternelles.

2. Pour aller plus loin

Pour améliorer les qualités maternelles, d'autres critères pourraient être approfondis (Tableau 19). Certaines indexations seraient sans doute réalisables à partir d'autres critères. Néanmoins, il serait compliqué de les étudier aujourd'hui pour différentes raisons exposées dans ce tableau. Ces informations ne sont que très rarement enregistrées en élevage, et ne pourraient pas être considérées fiables. On rappellera de plus que, le contrôle de performances n'existant pas en élevage canin, il est nécessaire de s'adapter pour réaliser des évaluations ce qui implique certains choix inévitables pour les objectifs de sélection (cf Partie IV.A et IV.E).

Par ailleurs, certaines caractéristiques spécifiques à l'élevage canin ne permettent pas ou complexifient particulièrement les méthodes d'études de certaines performances. Par exemple, il est presque impossible d'étudier l'intervalle entre deux saillies fécondantes pour l'espèce. En effet, la réalisation courante de doubles saillies compliquerait les modèles.

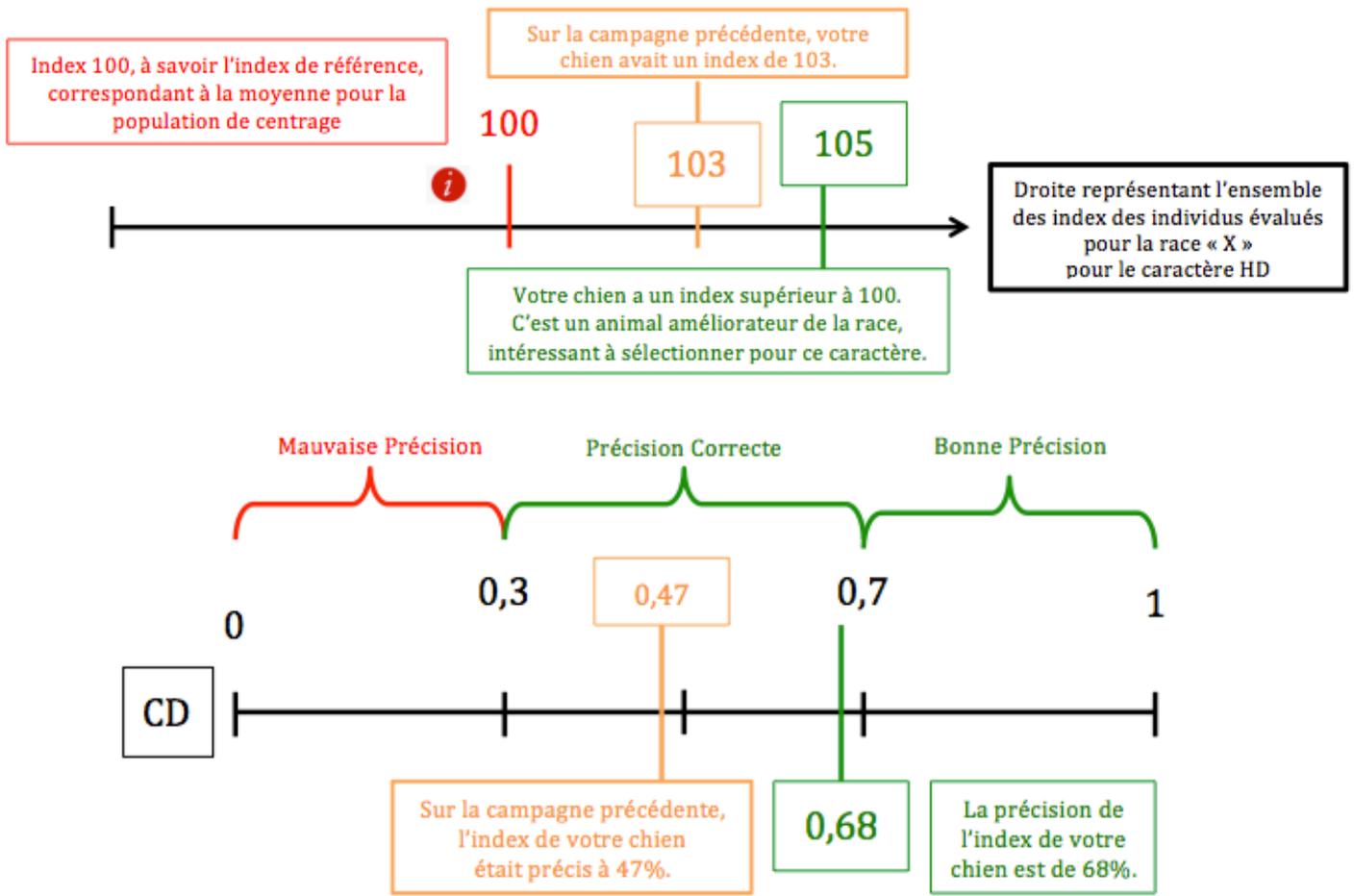


Figure 10 : Prototype des graphismes de transmission des résultats d'évaluations génétiques aux éleveurs, dans un futur espace LOF SELECT PREMIUM (Exemple arbitraire)

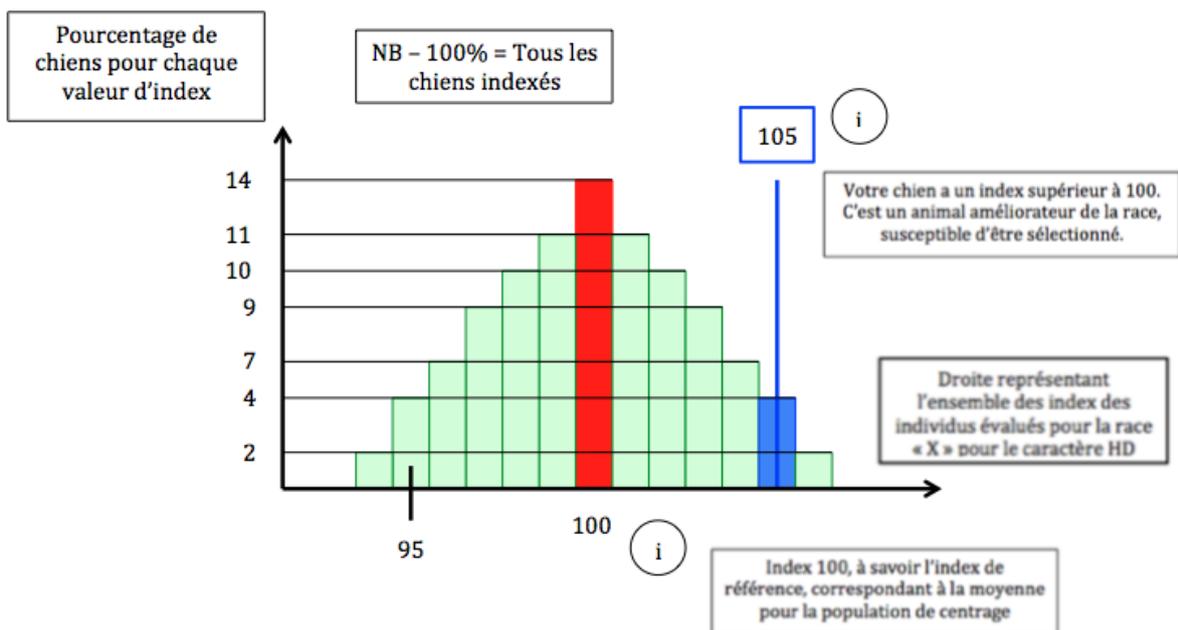


Figure 11 : Histogramme de répartition des indexations pour une race considérée

Cela signifie que la femelle, saillie ou inséminée par deux mâles différents à quelques jours d'intervalle, donnera des chiots issus d'un des deux, ou bien des deux étalons en question. Les chiots sont alors testés ADN à la naissance pour valider la paternité des étalons (SCC 2019). Il arrive donc parfois qu'une naissance soit liée à deux saillies fécondantes.

D – Dysplasie de la Hanche

Le projet conduit et présenté dans ce mémoire a permis la création d'un index HD français. Une nouvelle évaluation sera réalisée tous les 6 mois selon les conditions de la partie III.B.3, pour une mise à jour régulière des index fournis aux éleveurs sur le LOF SELECT.

1. Transposer l'étude à la Dysplasie du Coude

Une autre affection génétique héréditaire orthopédique est très présente dans l'espèce : il s'agit de la dysplasie du coude, ou Elbow Dysplasia, ED. Ce terme regroupe plusieurs lésions de l'articulation, à savoir l'ostéochondrite disséquante, la non-union du processus anconé, la fragmentation du processus coronoïde médial et l'incongruence articulaire (SCC 2017a). Les races de taille moyenne à grande sont plus touchées, comme le Golden Retriever. Cette maladie est dépistée comme HD, par radiographie et lecture officielle. Les résultats sont ensuite transmis aux clubs et à la SCC puis inscrits sur les pedigrees des chiens concernés.

De plus, ED est déterminée d'après une grille de notation à 5 grades (Tableau 20), selon la présence de lésions primaires et / ou d'arthrose, ce qui permet de faire un parallèle avec les résultats HD. En effet, les scores ED enregistrés par la SCC dans la base LOF, pourraient aussi être étudiés afin de construire un index complémentaire spécifique à cette dysplasie. Ainsi, plusieurs possibilités se présentent. Il est possible de réaliser des index dissociés et de fournir deux index différents IHD et IED aux éleveurs. On peut également choisir de créer un index de synthèse en plus des index élémentaires, ou seul index diffusé. Cet index de synthèse résumerait les caractéristiques de transmission HD et ED des individus et les pondérations associées à chaque maladie pourraient être décidées conjointement avec les clubs concernés. Enfin, on peut aussi choisir de présenter deux index mais sous un modèle multicaractère qui, via le calcul de corrélations génétiques (covariances) entre les performances enregistrées, permettrait l'obtention de deux index à évolution simultanée.

2. Perspectives d'études à l'international

Comme présenté dans la partie I.B.3, la thèse de S. Wang a mis en évidence la possibilité d'évaluations génétiques HD à une échelle internationale. Etudier les dysplasies à grande échelle préciserait les résultats obtenus, puisque de plus grandes populations seraient prises en compte avec davantage de connexions entre élevages. On limiterait d'autant plus la transmission des maladies grâce à une sélection pointue à une échelle supérieure. Néanmoins, ce type d'évaluations génétiques nécessiterait une entité européenne voir même mondiale pour regrouper les données enregistrées et les analyser. Ce genre d'instance spécialisée n'existe pas encore pour l'élevage canin. A l'heure actuelle, des échanges d'informations sont possibles entre les différents Kennel Clubs européens mais d'ordinaire dans le cadre de contrats préalablement détaillés pour réaliser des projets à moyen terme. Pour pérenniser ces transferts de données, un tel projet pourrait potentiellement être confié à la Fédération Cynologique Internationale, dans le cadre d'un objectif d'amélioration de la santé en élevage.

Enfin, il faut garder à l'esprit que les évaluations génétiques ne sont pas réalisées de la même manière dans tous les pays du monde. Les méthodes, les enregistrements et retranscriptions des résultats diffèrent. Par exemple, la diffusion des IHD en France se fera

Tableau 19 : Domaines d'études pour approfondir les connaissances fondamentales actuelles et améliorer la sélection en élevage en lien avec les qualités maternelles

Domaines d'étude	Obstacles	Possibles solutions
Note d'état corporel de la mère à la mise à la reproduction	Connaissances fondamentales	Formation des éleveurs
Score Apgar adapté à l'espèce canine	Connaissances fondamentales	Formation des éleveurs
Comportement maternel	Connaissances fondamentales	Mise en place d'un projet de recherche fondamentale d'éthologie sur le comportement maternel
		Formation des éleveurs
	Manque de supports matériels	Création d'éthogrammes
Quantité et qualité de colostrum	Pas de contrôle de performances, biais dus à la multiplicité des personnes enregistrant les données	Mettre en place des programmes de lectures officielles nationales
		Formation des éleveurs
	Manque de matériel (Réfractomètre non fiable en élevage canin)	Recherche fondamentale
		Besoins de financements
Durée de mise-bas	Biais dus à la multiplicité des personnes enregistrant les données	Mettre en place des programmes de lectures officielles nationales

Tableau 20 : Résultats de lecture des radiographies de dépistage de la dysplasie du coude canine (SCC 2017a)

ED-0	Coude normal, Chien indemne
ED-SL	Stade limite (presque normal) : coude avec de très légers défauts
ED-DC1	Arthrose légère
ED-DC2	Arthrose modérée et altération modérée du tissu osseux
ED-DC3	Arthrose sévère et altération importante du tissu osseux

en base 100. Les animaux améliorateurs sont moins susceptibles de transmettre HD. Les allemands construisent leur index de manière inversée : les animaux supérieurs à 100 transmettent HD (Beuing, n.d.). Ainsi, les systèmes diffèrent à l'international et nécessiteraient d'adapter les analyses pour l'obtention d'évaluations génétiques globalisées.

E – Choix des objectifs de sélection

Le choix des objectifs de sélection dépend des volontés des éleveurs, selon ce qui est réalisable mathématiquement. Ainsi, une question se pose : quels sont les caractères sur lesquels les éleveurs souhaiteraient se focaliser ? En effet, les deux projets de ce mémoire sont conduits par le Service Santé de la SCC mais, en élevage canin, la plupart des sélections ne sont pas liées à la santé. De nombreux critères ont une importance capitale : le respect des standards, les résultats aux expositions, leurs capacités physiques, ou le comportement canin. Ces multiples caractéristiques conduisent à se demander quelles sont les priorités pour les éleveurs. Il est possible d'imaginer de nouveaux index liés aux performances d'utilisation des chiens. Est-il alors nécessaire de créer des évaluations dissociées d'objectifs de santé ? Est-ce que ces objectifs ne primeraient pas dans les schémas de sélection et placeraient donc irrémédiablement la santé en arrière-plan ? De plus, l'abondance des objectifs de sélection diminue le progrès génétique. Il faut faire des compromis car tous les critères ne peuvent pas s'améliorer simultanément. Parfois, améliorer une valeur signifie dévaloriser une autre. Il faut donc bien cibler ces objectifs afin que les concessions réalisées ne nuisent pas à l'animal.

F – La génomique, complémentaire des évaluations génétiques

En 2005, le séquençage du génome canin a permis l'identification de près de 20.000 gènes localisés sur 39 paires de chromosomes (André and Plassais 2012). Dès lors, un grand nombre de marqueurs SNP canins – Single Nucleotide Polymorphism – ont été identifiés. Depuis les années 2000, les outils de génotypages haut débit ont donné lieu à la création de puces à SNP pour plusieurs espèces d'élevage, dont le chien. Une dernière version de puce comportant 170 000 marqueurs a été validée en 2011 (Vaysse 2011). En effet, Illumina®, société de biotechnologies qui propose des systèmes pour l'analyse des variabilités génétiques, a pu développer la puce CanineHD, comportant ces marqueurs (Illumina 2010).

Ces outils donnent lieu à un essor mondial de la génomique, dont l'objectif est d'exploiter la variabilité génétique, due aux polymorphismes génétiques qui modifient l'effet des gènes. Ces polymorphismes existent notamment sous forme de QTL – Quantitative Trait Locus. En identifiant ces mutations causales, on peut les sélectionner en utilisant les marqueurs trouvés grâce aux outils de génotypages haut débit. Aujourd'hui, on se focalise notamment sur le diagnostic de maladies pour écarter les animaux porteurs d'affections héréditaires des schémas de sélection ou sélectionner des animaux résistants. La SCC propose à la vente des 'packs génomiques', pour la réalisation de tests de santé, variables selon les différentes races canines. Par exemple, pour les Setter Gordon, il est possible de tester la présence de la mutation responsable d'une forme d'Ataxie Cérébelleuse. De plus, ces tests assurent la réalisation des empreintes génétiques des chiens et les contrôles de compatibilités de filiation, ainsi que des tests sur des traits morphologiques. L'utilisation de la sélection génomique combinée aux évaluations génétiques permet une accélération majeure du progrès génétique. Cela augmente la précision des index via la connaissance des allèles transmis à la descendance. Des processus de génotypages à grande échelle optimiseraient la sélection des reproducteurs. Par ailleurs, certains caractères sont très coûteux ou complexes à sélectionner en routine. Développer la sélection génomique atténuerait ce problème.

– Conclusion –

Ce mémoire de fin d'études a pour but de décrire un panorama des enjeux et défis actuels des études génétiques en élevage canin. En prenant l'exemple de l'étude des qualités maternelles et des évaluations génétiques sur la dysplasie de la hanche, on aborde ainsi l'ensemble des étapes aboutissant à la transmission d'index aux éleveurs.

La construction d'un projet précurseur d'indexations sur les qualités maternelles est en cours grâce à une collaboration future entre la Société Centrale Canine, l'entreprise Royal Canin, l'équipe de recherche NeoCare de l'ENVT et la société GenEval. Des partages de données permettront la réalisation de béta-tests d'indexations génétiques par race afin d'identifier les modèles mathématiques à retenir avant de pouvoir mener ce projet à bien à grande échelle. Une large campagne de mobilisation des éleveurs pour une récolte de performances fiables par race sera nécessaire et aidera à identifier les index les plus facilement constructibles. *In fine*, un index de synthèse sur les qualités maternelles construit à partir de plusieurs index élémentaires en cohérence avec les volontés des clubs de races pourra être transmis aux éleveurs afin d'améliorer les schémas de sélection. Le lancement d'une thèse pour l'évaluation de pistes de sélection des qualités maternelles de la chienne en cotutelle avec NeoCare approfondira également davantage nos connaissances théoriques sur le sujet grâce à la recherche fondamentale.

En ce qui concerne la dysplasie de la hanche, après avoir choisi définitivement le modèle mathématique d'évaluation génétique, il a été possible de calculer les index et coefficients de détermination associés des individus commandés à GenEval pour les six races suivantes : Setter Anglais, Boxer, Berger Allemand, Chien de Berger Belge, Golden Retriever et Retriever du Labrador. Après vérifications des résultats, une diffusion aux éleveurs va pouvoir être enclenchée grâce à la création d'un espace éleveur premium et sous forme d'abonnements annuels. Adapter le calcul de ces index génétiques à d'autres performances de santé facilement récoltées telles que la dysplasie du coude ou encore la luxation de la rotule étendrait le champ des possibilités d'informations diffusées aux éleveurs.

Différents objectifs d'amélioration génétiques sont donc identifiés en élevage canin. Impliquer et motiver les éleveurs dans la réalisation des évaluations génétiques par une communication régulière et précise permettra de concrétiser des récoltes de performances fiables pour aboutir à l'élaboration d'indexations génétiques et la création d'un outil d'aide à la sélection optimisée. Cette communication est un vrai défi pour l'avenir et devra mobiliser de multiples supports et techniques visuelles et écrites, numériques et manuscrites, pour transmettre aux éleveurs l'envie d'approfondir la précision de leurs sélections en élevage.

Ainsi, de nombreuses opportunités sont à saisir en génétique canine, que ce soit pour améliorer la santé des chiens de France ou bien pour des caractères fonctionnels. D'autres objectifs de sélection pourraient également être concrétisés à l'avenir, selon les souhaits des éleveurs et les volontés des différents clubs de races, par exemple sur les résultats aux différents concours. Néanmoins, il est important de souligner les défis à venir concernant notamment la récolte de performances fiables, fournies directement par les éleveurs, la nécessité d'apprendre à faire des compromis dans le choix des objectifs pour conserver une sélection génétique canine optimisée, ou encore le maintien de l'utilisation de la génomique de façon généralisée en complément des évaluations génétiques. Enfin, il s'avère que l'originalité de l'espèce canine a pu être mise en évidence tout au long de ce rapport et rappelle l'importance de diversifier les espèces choisies comme objets d'études pour la mise en œuvre des ressources scientifiques actuelles.

– Références bibliographiques –

1. Articles et Thèses

- André, C., and Plassais, J., (2012), “Le Chien Dans La Pathologie et La Génétique Comparée : Exemples de Maladies et de Gènes Partagés Entre l’homme et Le Chien.”, *Bull. Acad. Vét. France*, Tome 165, Numéro 3, 215-24
- Chastant, S., and Mila, H., (2019), “Passive Immune Transfer in Puppies.”, *Animal Reproduction Science*, 207, 162–70, doi : 10.1016/j.anireprosci.2019.06.012
- Chastant-Maillard, S., Guillemot, C., Feugier, A., Mariani, C., Grellet, A., and Mila, H., (2016), “Reproductive Performance and Pre-Weaning Mortality: Preliminary Analysis of 27,221 Purebred Female Dogs and 204,537 Puppies in France.” *Reproduction in Domestic Animals*, 51 (Suppl. 3), 1-5, doi : 10.1111/rda.12845
- Forge, C., (2020), “Les Qualités Maternelles : Un Nouveau Défi Pour l’élevage Canin.”, *Centrale Canine Magazine*, Numéro 206, 28-30
- Malavas, I., (2007), “Effets, Sur Le Résultat Du Dépistage Officiel de La Dysplasie Coxo-Fémorale, de La Réalisation Des Clichés Avec Ou sans Procédé Médicamenteux (Sédation, Anesthésie Générale) Permettant d’induire Une Myorelaxation.”, Thèse pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire, Université Claude-Bernard-Lyon 1 (Médecine, Pharmacie), Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, soutenue publiquement le 19 décembre 2007 à Lyon
- Vaysse, A., (2011), “Identification des signatures génétiques de la sélection chez le chien“, Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l’Université de Rennes 1, Université de Rennes 1, Ecole doctorale Vie-Agronomie-Santé, préparée à l’unité de recherche IGDR UMR 6061 CNRS, Institut de Génétique et Développement de Rennes, Composante universitaire Sciences de la Vie et de l’Environnement, soutenue publiquement le 16 décembre 2011 à Rennes, NNT : 2011REN1S135. tel-00676015
- Wang, S., Leroy, G., Malm, S., Lewis, T., Viklund, Å., Strandberg, E., and Fikse, W.F., (2017), “Genetic Correlations of Hip Dysplasia Scores for Golden Retrievers and Labrador Retrievers in France, Sweden and the UK.”, *The Veterinary Journal*, 226, 51–56, doi : 10.1016/j.tvjl.2017.07.006
- Wang, S., Strandberg, E., Viklund, Å., Windig, J.J., Malm, S., Lewis, T., Laloë, D., and Leroy, G., (2019), “Genetic Improvement of Canine Hip Dysplasia through Sire Selection across Countries.”, *The Veterinary Journal*, 248, 18–24, doi : 10.1016/j.tvjl.2019.03.009

2. Rapports et Bilans

- Allais, S., Lagarrigue, S., Lecerf, F., (2019), Cours de M1 de la Spécialité Sciences et Ingénierie des Productions Animales, “Amélioration génétique des animaux d’élevage“, Agrocampus Ouest Centre de Rennes, Unité Pédagogique de Génétique Animale 2018-2019, Rennes, France
- NeoCare ENVT, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, (2020), “Sujet de Thèse d’Université - Qualités Maternelles Chez La Chienne : Evaluation de Pistes de Sélection.”, Disponible à : <https://www.neocare.pro/wp-content/uploads/2020/04/SUJET-DE-THESE-RECRUTEMENT-français.pdf>, Consulté le : 03/08/2020
- Wang, S., “International breeding programs for health in pedigree dogs“, Thèse de doctorat, Swedish University of Agricultural Sciences, AgroParisTech, soutenue publiquement le 15 juin 2018 à Paris

3. Articles de loi

Parlement Européen, and Conseil de l'Union Européenne, (2016), "RÈGLEMENT (UE) 2016/ 1012 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL - du 8 juin 2016 - relatif aux conditions zootechniques et génalogiques applicables à l'élevage, aux échanges et à l'entrée dans l'Union de reproducteurs de race pure, de reproducteurs porcins hybrides et de leurs produits germinaux et modifiant le règlement (UE) no 652/ 2014 et les directives du Conseil 89/ 608/ CEE et 90/ 425/ CEE, et abrogeant certains actes dans le domaine de l'élevage d'animaux («règlement relatif à l'élevage d'animaux»).", *Journal Officiel de l'Union Européenne*, L 171/66-L 171/143, Disponible à : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1012&from=FR>, Consulté le : 03/08/2020

4. Liens Internet

Beuing, R. (n.d.), "HD Breeding Value.", Disponible à : <https://www.svdoxs.net/page/derhdzuchtwert>, Consulté le : 03/08/2020

FACCO, Fédération des Fabricants d'Aliments pour Chiens, Chats, Oiseaux et autres animaux familiers, (2019), "Les Chiffres Pour Tout Savoir Sur Le Marché Du Petfood.", Disponible à : <https://www.facco.fr/les-chiffres/>, Consulté le : 03/08/2020

FCI, Fédération Cynologique Internationale (2019), "Statistiques Des Membres et Partenaires de La FCI : 2019.", Disponible à : <http://www.fci.be/fr/statistics/ByYear.aspx?year=2019>, Consulté le : 03/08/2020

Illumina, (2010), "CanineHD BeadChip.", Disponible à : https://emea.illumina.com/documents/products/datasheets/datasheet_caninehd.pdf, Consulté le : 03/08/2020

INRAE, Institut National de la Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, (2019), "L'Inra et GenEval Scellent Leur Collaboration Pour Une Évaluation Génétique Animale Performante.", Disponible à : <https://www.inrae.fr/actualites/linra-geneval-scellent-leur-collaboration-evaluation-genetique-animale-performante>, Consulté le : 03/08/2020

LOF Select, (2017), "Protocole de Dépistage de La Dysplasie de La Hanche.", Disponible à : <https://www.centrale-canine.fr/lofselect/articles/protocole-de-depistage-de-la-dysplasie-de-la-hanche>, Consulté le : 03/08/2020

SCC, (2017a), "La Dysplasie Du Coude.", Disponible à : <https://www.centrale-canine.fr/articles/la-dysplasie-du-coude>, Consulté le : 03/08/2020

SCC, (2017b), "La Dysplasie de La Hanche (HD).", Disponible à : <https://www.centrale-canine.fr/articles/la-dysplasie-de-la-hanche-hd>, Consulté le : 03/08/2020

SCC, Société Centrale Canine, (2019), "La Double Saillie.", Disponible à : <https://www.centrale-canine.fr/articles/la-double-saillie>, Consulté le : 03/08/2020

SCC, Société Centrale Canine, (2020), "Trouver Un Club.", Disponible à : <https://www.centrale-canine.fr/recherche-par-race/club>, Consulté le : 03/08/2020

Service Chirurgie de la Clinique Alliance de Bordeaux, (2013), "La Dysplasie Des Hanches : Diagnostic.", Disponible à : <https://www.veterinaire-alliance.fr/dysplasie-hanches-diagnostic/>, Consulté le : 03/08/2020

5. Communications personnelles

Bouffartigue, B., Animateur ovins chez Races de France

Loywick, V., Responsable de projets en évaluation génétique des ovins allaitants à l'IDELE

Garreau, H., Ingénieur de recherche à l'INRAE à l'UMR GenPhySE pour les évaluations génétiques en élevage cynicole

Annexe 1 – Consultation aux clubs de races concernant le projet d'évaluation génétique des qualités maternelles canines



Service Santé et Ressources génétiques

06/07/2020

CENTRALE
CANINE

PROJET – ÉVALUATIONS GÉNÉTIQUES SUR LES QUALITÉS MATERNELLES

La SCC lance une consultation des clubs de races sur les qualités maternelles.
Pour plus de détails, vous pouvez contacter le service Santé et Ressources génétiques :
fleur-marie.missant@centrale-canine.fr

La sélection génétique en élevage passe par le choix des reproducteurs au sein d'une race. Cela nécessite d'évaluer la valeur génétique d'un maximum d'individus pour choisir les meilleurs et créer du progrès génétique. Pour ce faire, on étudie les caractères d'intérêt pour lesquels les éleveurs souhaiteraient améliorer les performances de leurs chiens.

Dans ce cadre, la Société Centrale Canine a identifié, comme objectif de sélection des éleveurs canins,
l'amélioration des qualités maternelles.

Définition des qualités maternelles

Nous définissons les qualités maternelles comme suit : aptitude d'une chienne à amener un nombre maximum de chiots jusqu'à l'âge de 8 semaines, à savoir jusqu'à la vente. En élevage canin, différentes caractéristiques de nos chiennes peuvent intervenir dans leurs qualités maternelles. Par exemple, on peut citer la facilité de naissance, la survie des chiots, la prolificité des mères, ou encore l'aptitude à l'allaitement.

Comment se construit le projet ?

Après avoir défini un objectif de sélection, il s'agit de le transformer en performances zootechniques, à savoir en caractères facilement mesurables appelés « critères de sélection ». C'est sur ces différents critères que se fera la sélection génétique. Ils correspondent donc à des performances directement enregistrées et récoltées en élevage. On peut citer, par exemple, le poids au sevrage des chiots, le nombre de chiots nés vivants ou le nombre de chiots vivants 2 jours après la naissance. Ces performances sont ensuite analysées mathématiquement au regard des pedigrees des chiens afin d'obtenir des valeurs d'index génétiques.

Qu'est ce qu'une évaluation génétique ?

Une évaluation génétique permet le calcul d'index génétiques à partir des performances d'élevage. Un index génétique correspond à une estimation de la valeur génétique d'un individu, relative à un caractère donné, ici, les qualités maternelles. Chaque individu est ensuite caractérisé par son index et son coefficient de détermination – CD – qui décrit le degré de confiance à accorder à l'index. Ces index sont d'autant plus précis qu'on a de performances enregistrées, aussi bien sur l'individu, que sur ses parents, ses collatéraux et ses descendants. L'objectif est de pouvoir classer les individus de la population au sein d'une race afin d'identifier ceux qui présentent le meilleur index pour l'amélioration des qualités maternelles. En effet, pour obtenir des résultats d'indexations génétiques fiables, on doit réaliser des évaluations par race. La SCC cherche à identifier quelles seraient les races les plus intéressantes à étudier pour lancer ce projet afin de l'étendre à l'ensemble des races concernées à l'avenir.

Quelle finalité pour les éleveurs ?

Il s'agit de permettre aux éleveurs d'améliorer les schémas de sélection de leurs élevages. Ainsi, ils pourront évaluer le potentiel génétique de leurs animaux pour cet objectif de sélection, choisir les meilleurs et enfin diffuser ce potentiel génétique. Associée aux pratiques d'élevage, la sélection génétique via les indexations offre donc aux éleveurs la possibilité d'un regard différent sur les performances de leurs chiens. Ainsi, ils pourront, s'ils le souhaitent, sélectionner des reproducteurs présentant une meilleure génétique pour un objectif d'amélioration des qualités maternelles.

Quelle contribution des éleveurs au projet ?

Les projets d'indexations génétiques nécessitent un enregistrement régulier de performances fiables de la part des éleveurs. Le but de l'étude est de leur apporter un outil supplémentaire pour le choix des reproducteurs de leur élevage. Pour ce faire, il faut pouvoir caractériser leurs animaux, grâce à la transmission de performances d'élevage. Si l'intérêt des éleveurs s'avère réel, différentes modalités de transmission d'informations leur seront proposées à l'avenir. Il faut noter que les études d'indexations génétiques prennent du temps et nécessitent l'enregistrement de données particulièrement fiables, afin d'obtenir des résultats dignes de confiance et utiles pour l'éleveur.

Quels rôles pour les clubs de races dans la réalisation du projet ?

La SCC aimerait déterminer si les clubs de races considéreraient ce projet comme important à développer pour leurs races. De plus, nous souhaitons identifier quels clubs de races seraient prêts à aider la Centrale Canine pour récolter des performances directement auprès des éleveurs pour la bonne mise en œuvre de ce projet. Les clubs pourraient alors promouvoir les indexations génétiques au sein de leurs races en élevage. Ceux qui seraient intéressés auraient donc l'opportunité d'aider au développement d'un projet ambitieux qui pourra par la suite être étendu à davantage de races canines.

Ainsi, si le projet vous intéresse et que vous souhaitez participer à son développement pour vos races, merci de nous contacter : fleur-marie.missant@centrale-canine.fr.

Annexe 2 – Inventaire des clubs de races intéressés par l'étude des qualités maternelles canines et races correspondantes

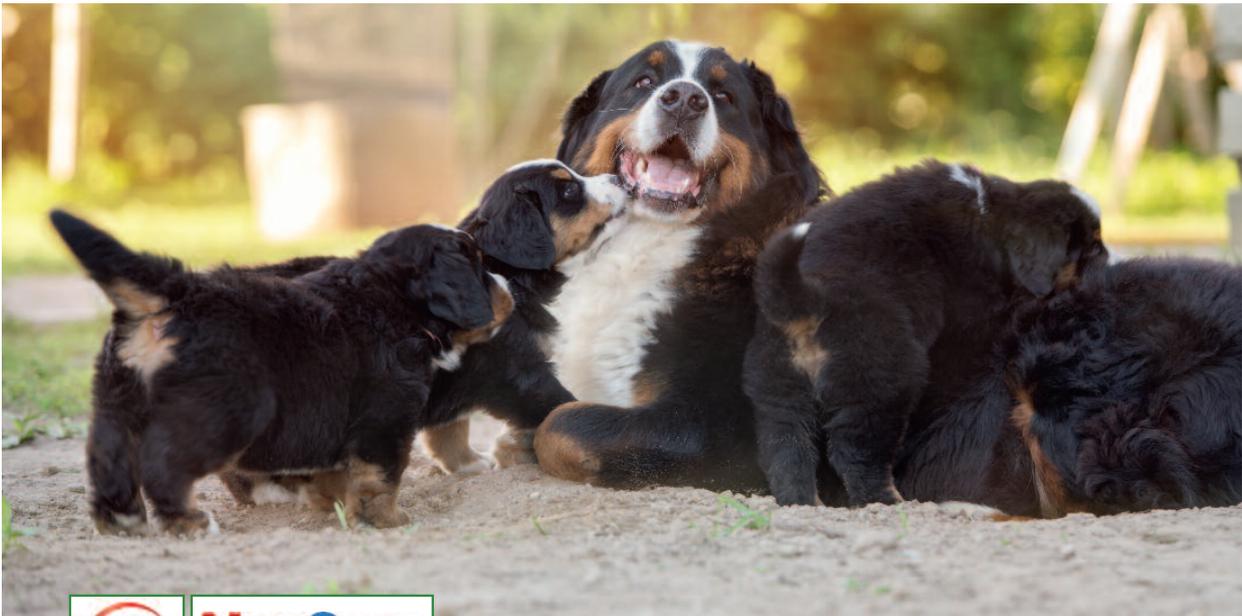
En bleu, les clubs de races les plus intéressés pour participer au projet.

Clubs de races	Races	N°FCI	Participation	Remarques
Club du Braque du Bourbonnais	Braque du Bourbonnais	179	✓	
Club Français des chiens nordiques et des Spitz du Japon	Akita	255	~	Consultation du Comité, les éleveurs ne se sentent pas totalement concernés par les différents problèmes soulevés
	Berger Finnois de Laponie	284	~	
	Buhund Norvégien	237	~	
	Chien de Berger Islandais	289	~	
	Chien d'Élan Norvégien Gris	242	~	
	Chien d'élan Norvégien Noir	268	~	
	Chien d'Ours de Carélie	048	~	
	Chien du Groenland	274	~	
	Chien Finnois de Laponie	189	~	
	Chien Norvégien de Macareux	265	~	
	Chien Thaïlandais à crête dorsale	338	~	
	Hokkaido	261	~	
	Kai	317	~	
	Kishu	318	~	
	Laïka de Sibérie Occidentale	306	~	
	Laïka Russo Européen	304	~	
	Lapphund Suédois	135	~	
	Samoyède	212	~	
	Shiba	257	~	
Shikoku	319	~		
Spitz des Visigoths	014	~		
Spitz Finlandais	049	~		
Spitz Japonais	262	~		
Club Français du Bullmastiff et du Mastiff	Bullmastiff	157	✓	Prendre en compte la taille des élevages comme conditions environnementale d'intérêt.
	Mastiff	264	✓	
Shar-Pei club de France	Shar-Pei	309	✓	
Association Française du Cane Corso	Chien de Cour Italien	343	✓	

Société des amateurs de Dogues de Bordeaux	Dogue de Bordeaux	116	✓	Consultation du Comité
Staffordshire Bull Terrier Club de France	Staffordshire Bull Terrier	076	✓	Consultation du Comité
Club Français du Bulldog Continental	Bulldog Continental	915	✓	
Club du Fauve de Bretagne	Basset Fauve de Bretagne	036	✗	Ne souhaitent pas participer
	Griffon Fauve de Bretagne	066	✗	
Club Français du Chien de Berger Belge	Chien de Berger Belge	015	✓	
Shetland club de France	Chien de Berger des Shetland	088	✓	
Réunion des Amateurs de Braque d'Auvergne	Braque d'Auvergne	180	✓	Consultation du Comité
	Braque de l'Ariège	177	✓	
Club de l'Épagneul Français	Épagneul Français	175	~	Souhaite participer mais comité mitigé et club à faible effectif
Club Français du Chien de Saint-Hubert	Chien de Saint Hubert	084	~	Souhaite participer mais race à faible effectif
Corgis club de France	Welsh Corgi Cardigan	038	~	Souhaite aider, mais faible effectif
	Welsh Corgi Pembroke	039	~	
Club des amateurs de Teckels	Teckel	148	✓	
Club du Chihuahua, Coton de Tuléar et des Exotiques	Chihuahua	218	~	Faible intérêt exprimé
	Coton de Tuléar	283	~	
Spaniel club Français	Cocker Spaniel Anglais	005	✓	Souhaite participer pour cette race phare du club
Retriever Club de France	Retriever du Labrador	122	✓	Qualités maternelles et éducatrices des races intéressantes
	Golden Retriever	111	✓	

Les qualités maternelles

Un nouveau défi pour l'élevage canin



La Société Centrale Canine s'implique pour promouvoir de nouvelles études et techniques innovantes pour l'amélioration de la santé en élevage canin. Elle s'associe avec l'équipe NeoCare de l'École nationale vétérinaire de Toulouse (ENVT) pour l'étude des qualités maternelles dans l'espèce canine.

◆ Par Cyrielle Forge
Service Santé et Ressources génétiques
de la SCC

LES QUALITÉS MATERNELLES, DE QUOI S'AGIT-IL ?

Elles décrivent l'aptitude d'une chienne à amener un nombre maximum de chiots jusqu'à l'âge de 8 semaines, c'est-à-dire jusqu'à l'âge minimum avant cession. Les caractéristiques biologiques et génétiques de l'espèce ainsi que les pratiques zootechniques d'élevage sont donc prises en compte dans l'étude des qualités maternelles.

QUE SAIT-ON ACTUELLEMENT DES QUALITÉS MATERNELLES CHEZ LE CHIEN ?

À l'heure actuelle, plusieurs études menées notamment par l'équipe NeoCare de l'ENVT cherchent à décrire un panorama général de données concernant la reproduction et la néonatalogie canine. L'étude d'une cohorte

de plus de 27 000 chiennes et 200 000 chiots en France a notamment permis l'identification de performances d'élevage en lien avec les qualités maternelles.

Concernant l'efficacité de reproduction, il est apparu que plusieurs des paramètres caractérisés, dont la prolificité, sont dépendants de la race considérée mais également de la catégorie de poids à laquelle elle appartient (mini < 10 kg, medium 10-25 kg, maxi 25-40 kg, géant > 40 kg à poids adulte). Le taux de réussite des inséminations naturelles ou artificielles peut aussi être un indicateur de la fertilité, sur cette cohorte par exemple, 81,9 % des femelles saillies ont donné naissance à une portée. Cet indicateur est très facilement utilisable en élevage.

Ces études décrivent également l'importance

du transfert d'immunité passive après la naissance (cf. article CCMag 205 sur la tétée du chiot). En effet, les chiots naissent sans immunoglobulines G (IgG), principales molécules anticorps et composantes majeures du système immunitaire, mais acquièrent une immunité passive grâce à la prise de colostrum. La qualité de ce transfert varie selon les portées et entre les chiots au sein d'une même portée. Un déficit dans ce transfert peut impacter irrémédiablement la santé du chiot. Le transfert passif d'immunité dépend de trois facteurs : la durée écoulée entre la naissance et la première ingestion de colostrum (facteur le plus important), le volume de colostrum ingéré par le nouveau-né et la qualité immunologique du colostrum. Entre 4 et 24 heures après la mise-bas, le taux d'immunoglobulines dans le colostrum diminue de 60 %. De plus, alors que l'absorption des anticorps par l'intestin du chiot est de 40 % après la naissance, elle n'est plus que de 20 % seulement 4 heures après la naissance et elle devient nulle après les 12 à 16 premières heures de vie. 18 % des chiots souffrent d'un mauvais transfert pendant la période néonatale.

À RETENIR

La règle des 3Q pour le transfert passif d'immunité

Il s'agit d'appliquer en élevage canin la règle des 3Q des élevages de rente, qui fait référence aux différents facteurs du transfert passif d'immunité : Quickly - rapidement, Quantity - quantité, Quality - qualité.

Le transfert passif d'immunité, reconnu essentiel pour la santé néonatale chez les espèces bovines, équinnes ou encore porcines, est encore parfois négligé en élevage canin. Il est indispensable de favoriser l'ingestion précoce de colostrum mais également de créer des banques de colostrum congelé en élevage : celles-ci apportent une solution rapide et efficace en cas de nécessité. Le taux de croissance au



© Shutterstock

cours des deux premiers jours de vie est un bon témoin de la réussite du transfert et donc de la production de colostrum, de sa qualité immunologique et de l'aptitude de la mère à favoriser la tétée. La pesée régulière des chiots en élevage permet de visualiser cette évolution.

ET CHEZ LES AUTRES ESPÈCES ?

Nous avons profité de notre présence au Salon International de l'Agriculture pour solliciter des retours d'expériences auprès de nos homologues des Organismes de Sélection de différentes espèces de rente, concernant leur point de vue sur l'importance des qualités maternelles.

Chez les bovins ou les porcins, la sélection génétique repose sur un contrôle de performances régulier réalisé par des techniciens directement en élevage, ce qui assure une fiabilité des résultats. On évalue par exemple l'aptitude à l'allaitement des mères par la croissance des petits. Selon les espèces, la mortalité et la prolificité sont aussi enregistrées, ainsi que le nombre de mamelles fonctionnelles. De plus, la facilité de naissance, qui caractérise le bon déroulement d'une mise-bas selon l'aide apportée à la mère

(aide mécanique, présence ou non d'un vétérinaire, césarienne, etc.) est une donnée importante en élevage bovin notamment. Selon les valeurs d'héritabilités des différents critères identifiés, certaines sélections sont alors possibles grâce à des calculs d'index génétiques*, dans un but d'amélioration génétique des races.

LA MORTALITÉ NÉONATALE ET PÉDIATRIQUE

La mortalité en élevage appartient aux non-dits et sujets sensibles de la filière canine. Pour y remédier, il faut en parler ! Dans l'étude réalisée par l'équipe NeoCare de l'ENVN (2016), le taux de mortalité totale (nombre de chiots mort-nés ou morts avant la vente sur le nombre total de chiots nés) atteignait 13,4 %. Par ailleurs, 7,4 % des chiots étaient mort-nés, ce qui correspond à 54,8 % de la mortalité totale observée. Une portée sur 5 présentait au moins un cas de chiot mort-né tandis que 15,5 % des portées subissaient au moins un décès avant la vente des chiots. Au total, près d'un tiers des portées étudiées enduraient au moins un mort. Par comparaison, on enregistre des taux de mortalité allant de 5 à 20 % selon les espèces en élevage de rente.



© Shutterstock

Il est probable que ces chiffres, issus des données enregistrées par les éleveurs puis envoyées à l'équipe de recherche, ne reflètent pas complètement la réalité. Le taux global de mort-nés en élevage serait donc peut-être à revoir à la hausse. Alors, comment l'atténuer ?

Pour limiter le nombre de chiots mort-nés, une bonne gestion de la gestation et de la mise-bas est essentielle. De plus, 10 % des chiots nés vivants meurent entre la naissance et 21 jours d'âge. La mortalité post natale est très affectée par la nutrition et l'immunité des chiots. En effet, de faibles concentrations en immunoglobulines IgG (inférieures à 2,3 g/L de sérum sanguin) provoquent 44,4 % de mortalité néonatale, contre 4,9 % pour une valeur supérieure.

Afin de réduire la mortalité en élevage, il est crucial d'accorder une importance équivalente aussi bien aux mort-nés qu'aux mortalités post natales, de les enregistrer et de les prendre en compte dans la démarche de sélection.

PROJETS D'ÉTUDES SUR LES QUALITÉS MATERNELLES

L'objectif de la Société Centrale Canine est de proposer des outils et solutions aux éleveurs leur permettant de perfectionner leurs pratiques pour améliorer les qualités maternelles de leurs chiennes. En partenariat avec l'équipe de recherche en reproduction et néonatalogie NeoCare, deux ambitieux projets sont en cours de construction pour des résultats attendus à moyen terme.

Dans ce contexte, l'équipe NeoCare de l'ENVT a démarré le recrutement d'un doctorant pour une thèse de 3 ans sur le sujet des qualités maternelles. Il s'agira dans un premier temps d'évaluer l'intérêt des éleveurs pour ce sujet. La sélection phénotypique, la sélection génétique et l'analyse génomique seront ensuite abordées pour le développement d'un outil d'aide à la sélection en élevage. Ce projet de recherche fondamentale passionnant permettra d'approfondir nos connaissances des qualités maternelles de l'espèce canine.

Par la suite, un second projet d'étude visera à identifier différentes performances d'élevage héréditaires caractérisant les aptitudes des mères et qui constitueraient des critères mesurables et fiables permettant la création d'index génétiques. Ainsi, l'obtention de résultats diffusés aux éleveurs, sur LOF Select par exemple, apporterait un atout supplémentaire pour une comparaison des reproducteurs entre eux et avec les moyennes des races. L'objectif est de créer du progrès génétique sur ce critère des qualités maternelles au sein des différentes races canines en France.

Les projets d'études lancés par la Société Centrale Canine, en partenariat avec l'équipe de recherche de NeoCare, permettront d'élargir nos connaissances grâce à la recherche fondamentale et de développer des outils à mettre à disposition des éleveurs pour favoriser l'amélioration des qualités maternelles en élevage. ■

* Index Génétique : Estimation de la valeur génétique d'un individu à un instant précis. Toujours accompagné d'un Coefficient de Détermination (CD), qui décrit la précision de l'estimation et donc le crédit à accorder à l'index génétique.

Annexe 4 – Dépistage radiographique officiel de la dysplasie de la hanche, du coude, du rachis ou de l'ostéochondrose de l'épaule (LOF Select 2017)



**CENTRALE
CANINE**
EN 22.11-V2

Fédération nationale
agrée par le Ministère
de l'Agriculture

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE

**DÉPISTAGE RADIOGRAPHIQUE OFFICIEL
DE LA DYSPLASIE DE LA HANCHE, DU COUDE,
DU RACHIS OU DE L'OSTÉOCHONDROSE
DE L'ÉPAULE**

Club de race :

Je soussigné Docteur Vétérinaire

Nom (*) Prénom (*)

Numéro d'inscription au tableau de l'Ordre (*)

Tél (*) Courriel (*)

(*) Champs OBLIGATOIRES à remplir EN CAPITALES D'IMPRIMERIE. (**) Champs facultatifs

Certifie avoir pratiqué la (les) radiographie(s) (**):

- des hanches
- des coudes
- du rachis
- des épaules

N° téléchargement du cliché numérique

Sur le chien :

Nom :

Affixe ou préfixe (**):

Race :

Sexe : Date de naissance:

Identification (**):

- par tatouage numéro :

- par transpondeur numéro :

Je certifie avoir moi-même vérifié l'identification de ce chien.

Je certifie par ailleurs que la (les) radiographie(s) a (ont) été pratiqué(s) (**):

- sous anesthésie générale ; N.D. de l'anesthésique :
- sous sédation profonde ; N.D. du sédatif :
- sans anesthésie (sauf pour les hanches)

(**) rayer les mentions inutiles

Fait à : le : / /

Signature et timbre du vétérinaire

PARTIE A REMPLIR PAR LE PROPRIÉTAIRE DU CHIEN

Je soussigné(e)

domicilié(e)

- accepte que ces résultats soient transmis au Club de race qui les transmettra à la Société Centrale Canine, pour utilisation, diffusion et/ou publication en tant qu'informations utiles à la sélection dans le cadre des missions qui leurs sont dévolues;

- certifie que ce chien n'a pas subi, à ma connaissance, d'intervention chirurgicale susceptible de modifier l'aspect radiologique des articulations concernées;

- certifie que ce chien n'a pas déjà fait l'objet d'une demande officielle de cliché de dépistage (sauf dans le cas d'un recours)

NB: les radiographies sont à envoyer avec ce document au club de race ou au lecteur officiel mais en aucun cas à la S.C.C. Après expertise, le lecteur officiel adresse son diagnostic accompagné des radiographies et de ce formulaire au club de race ou au propriétaire qui les transmettra au club de race.



Fait à : le : / /

Signature du propriétaire du chien

www.centrale-canine.fr

SOCIÉTÉ CENTRALE CANINE

Annexe 5 – Proposition de thèse sur les qualités maternelles de la chienne par NeoCare
(NeoCare ENVT 2020)

NeoCare

Néonatalogie des Carnivores
Reproduction et Elevage



SUJET DE THÈSE D'UNIVERSITÉ

**QUALITÉS MATERNELLES CHEZ LA CHIENNE :
ÉVALUATION DE PISTES DE SÉLECTION**

**OUVERT AU CONCOURS 2020
DE L'ÉCOLE DOCTORALE
POUR L'ATTRIBUTION
D'UN CONTRAT DOCTORAL**

CONTEXTE

La mortalité néonatale et pédiatrique, qui atteint 16% des chiots nés avant l'âge de 2 mois (Chastant-Maillard et al., 2017 *Reprod. Domest. Anim.* 52, 158-162), représente une source de pertes économiques importantes en même temps qu'un problème de bien-être animal. Or la majeure partie (90%) des cas de mortalité (Nielen et al., 1998 *Vet Rec* 142, 602-606) intervient au cours de la période néonatale (trois premières semaines de vie) alors que les chiots sont totalement dépendants de leur mère. Cependant les qualités maternelles de la chienne qui sont donc fondamentales pour la croissance et la survie des chiots, sont mal étudiées et ne font pas partie des critères prioritaires de sélection des reproducteurs. Pourtant, l'exemple des autres espèces animales, comme les bovins ou les porcins, montre qu'il s'agit d'un levier puissant d'optimisation du nombre de jeunes vendus.



OBJECTIFS

L'objectif final de cette thèse est d'identifier des outils fiables et utilisables pour les éleveurs canins permettant une sélection des chiennes sur leurs qualités maternelles (au sens de l'aptitude d'une chienne à amener un nombre maximum de chiots jusqu'à l'âge de 8 semaines, moment de la vente).

Les objectifs des différents volets de ce travail sont de :

1. **Faire un état des lieux de l'appréciation par les éleveurs** des qualités maternelles de leurs chiennes et de leurs conséquences
2. **Evaluer l'intérêt d'une sélection phénotypique**, basée sur les performances des mises-bas précédentes (notion de répétabilité).
3. **Evaluer l'intérêt d'une sélection génétique**, passant soit par une réduction du taux de **consanguinité** (de la mère ou du croisement), soit par un travail sur l'**héritabilité** des caractères.
4. Evaluer la prédiction des qualités maternelles par l'**analyse génomique**.

Les détails des protocoles sont disponibles sur le site de l'Ecole Doctorale (<https://ed-sevab.univ-toulouse.fr/> ; onglet Faire une thèse/Sujets de thèse) **ou sur le site de NeoCare** (www.neocare.pro).

ÉQUIPE D'ACCUEIL

Laboratoire NeoCare
Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
23 chemin des Capelles
BP 87376
31076 TOULOUSE Cedex
FRANCE
www.neocare.pro
www.envt.fr

DIRECTEUR DE THÈSE

Pr Sylvie CHASTANT
sylvie.chastant@envt.fr

Co-encadrement : Dr Hanna MILA

CONDITIONS DU CONCOURS DOCTORAL

Le concours est ouvert aux titulaires d'un Master, ayant obtenu au moins une mention Assez-Bien.

Les étudiants ayant un grade de master (diplôme d'ingénieur, de vétérinaire...) doivent demander avant le 15 juin 2020 une dérogation auprès de l'Ecole Doctorale.

Un seul candidat est sélectionné par sujet par le directeur de thèse. Les candidats intéressés par le sujet de thèse doivent donc envoyer un CV et une lettre de motivation **avant le 15 mai 2020** à : sylvie.chastant@envt.fr

Les candidats qui le souhaitent déposent leur dossier sur le site de l'Ecole Doctorale **avant le 10 juin 2020**.

Le jury du concours sélectionne à partir du 16 juin 2020 des binômes sujet/candidat retenus pour l'audition (25 minutes) qui aura lieu **les 7 et 8 juillet 2020** (ENSAT, Castanet-Tolosan). En cas de succès, le candidat signera un contrat doctoral de 3 ans (rémunération : 1 769 euros bruts mensuels) avec l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Les détails des modalités du concours sont disponibles sur le site de l'Ecole Doctorale (<https://ed-sevab.univ-toulouse.fr/> ; onglet Faire une thèse/Informations concours).

NeoCare ENVT – 23 Chemin des Capelles, 31076 TOULOUSE Cedex, France.repro@envt.fr

Annexe 6 – Certificat de saillie officiel de la SCC modifié pour l'enregistrement de performances en lien avec le projet d'indexation des qualités maternelles canines

Les modifications sont en vert.



Pour l'amélioration des races de chiens en France
155, avenue Jean-Jaurès
93535 AUBERVILLIERS CEDEX – France
Tél. : +33 (0)1 49 37 54 00 – Fax : +33 (0)1 49 37 01 20
Fax Lof : +33 (0)1 49 37 55 99 – www.centrale-canine.fr
SIRET N° 314 775 495 000 26

Inscrit sous le n° :

Le / /

CERTIFICAT DE SAILLIE

N°ELEVEUR

A adresser à la SCC par le propriétaire de la chienne dans les 2 mois suivant la saillie.
Ce formulaire doit être rempli en lettres capitales.

MODIFICATION : ADRESSE TELEPHONE COURRIEL S'agit-il d'une première déclaration ?

PROPRIETAIRE DE LA CHIENNE : M/Mme

NOM

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

Téléphone

Courriel

AFFIXE

Il s'agit de la X^{ème} saillie de cette chienne.

Auparavant, cette chienne a déjà eu X portées et X avortements*.

(*) On définit un avortement comme une mise-base sans aucun chiot né vivant ou une interruption volontaire de gestation auprès d'un vétérinaire.

- J'accepte que la Société Centrale Canine publie mon identité dans le cadre de son activité statutaire
- J'accepte d'être contacté par Agria pour bénéficier d'une Assurance GRATUITE* (Agria Assurance pour Chiots) pour tous les chiots de cette portée. Les chiots seront couverts à partir de l'âge de 5 semaines jusqu'au changement de propriétaire, au maximum jusqu'à l'âge de 12 semaines. Ce choix est mémorisé pour les portées futures. *Offre valable dans la limite de 5 portées par an par éleveur en France métropolitaine. Pour plus d'informations, voir les conditions générales d'Agria.
- J'accepte que les informations relatives à cette portée à naître soient communiquées par la Société Centrale Canine aux acquéreurs éventuels des chiots.

ADRESSE DE VISITE DE LA CHIENNE SI DIFFERENTE DE L'ADRESSE DU PROPRIETAIRE :

.....

DATE DE SAILLIE

JOUR MOIS ANNEE

S'il y a lieu, date de confirmation de gestation : / /

Saillie naturelle Insémination Animale

LA CHIENNE

RACE

N°LOF Nom

Taille* Poil

Couleur**

Tatouage N° Transpondeur

Nombre de tétines :

(*) Préciser en centimètres : obligatoire pour les Caniches et les Spitz

(**) Obligatoire, à reprendre à partir du pedigree

PROPRIETAIRE DE L'ETALON

Nom

Prénom

Rue

Ville

Code postal

L'ETALON

RACE

N°LOF Nom

Taille* Poil

Couleur**

Tatouage N° Transpondeur

(*) Préciser en centimètres : obligatoire pour les Caniches et les Spitz

(**) Obligatoire, à reprendre à partir du pedigree

Information ADN

Seule l'identification génétique permet de garantir scientifiquement les origines mentionnées sur les documents généalogiques. Pour vous permettre de valoriser votre production et la fiabilité de votre élevage par cette garantie, la SCC vous propose des tests ADN à un tarif avantageux et vous invite à faire identifier génétiquement sans attendre vos reproducteurs et vos produits.

Afin que votre certificat de saillie soit enregistré, il y a lieu de joindre à votre courrier le règlement pour participation aux frais de dossier **dont le montant, subordonné au délai d'envoi du dossier est indiqué au verso (NE PAS ENVOYER D'ESPECES)**.

Pour accord du **PROPRIETAIRE DE LA CHIENNE** qui s'engage par ailleurs à laisser libre accès à son élevage en cas de contrôle par la SCC

Je certifie l'exactitude des présentes déclarations
LE PROPRIETAIRE DE L'ETALON

A

Le

Signature,

Signature,

Annexe 7 – Déclaration de naissance officielle de la SCC modifiée pour l'enregistrement de performances en lien avec le projet d'indexation des qualités maternelles canines

Les modifications sont en vert.



Pour l'amélioration des races de chiens en France

155, avenue Jean-Jaurès
93535 AUBERVILLIERS CEDEX – France
Tél. : +33 (0)1 49 37 54 00 – Fax : +33 (0)1 49 37 01 20
Fax Lof : +33 (0)1 49 37 55 99 – www.centrale-canine.fr
SIRET N° 314 775 495 000 26



DOSSIER N° :
REF E/A :

Date d'émission :
N° Tél : 01.49.37.55.90

Mail : lof.eleveur@centrale-canine.fr

DECLARATION DE NAISSANCE

(Voir instructions jointes)

(Coupon à conserver)

Eleveur, propriétaire de la chienne :

M/Mme
Adresse

Eleveur, propriétaire de la chienne :
M/Mme
Adresse

Affixe :
Race :

Date de la dernière saillie :/..../....

Il s'agit de la X ème saillie de la chienne.

S'il y a lieu, date de confirmation de gestation :/..../....

Date de naissance :/..../....

Combien de saillies ont été nécessaires pour cette gestation ? X

Nombre de saillies naturelles : X

Nombre d'inséminations animales : X

Nombre de chiots nés (mort-nés inclus) : X

Nombre de chiots mort-nés : X

Nombre de chiots vivants après deux jours : X

dont mâles : X

dont mâles : X

dont mâles : X

dont femelles : X

dont femelles : X

dont femelles : X

Il s'agit de la X ème portée de la chienne.

Avant cette naissance, la chienne a subi X avortements*.

(*) On définit un avortement comme une mise-base sans aucun chiot né vivant ou une interruption volontaire de gestation auprès d'un vétérinaire.

CHIENNE
Nom :
Affixe :
LOF :
Robe :
Nombre de tétines :

ETALON
Nom :
Affixe :
LOF :
Robe :

Conditions de naissance de la portée * : 1 2 3 4

(*) Attribution d'une note selon la difficulté de la naissance

1 – « Sans aide » : Aucune aide de la part de l'éleveur ou d'un tiers

2 – « Avec aide facile » : Assistance d'une seule personne, sans aide mécanique

3 – « Avec aide difficile » : Assistance de plus d'une personne ou recours à des moyens mécaniques

4 – Césarienne.

Tout recours à un vétérinaire doit être classé 3 ou 4.

Adresse de la visite de la portée et de la chienne si différente de l'adresse de l'éleveur,

.....

Je soussigné, certifie la complète exactitude des présentes déclarations et m'engage à donner toutes les facilités aux contrôleurs agréés par la SCC.

Si les géniteurs sont confirmés, dans le cadre du service « banque information » de la SCC, les informations relatives à cette portée sont susceptibles d'être communiquées aux acquéreurs éventuels de chiots – mais avec votre accord –, si opposition de votre part, écrire « non » dans cette case :

A, Le

Signature de l'éleveur,

Seule l'identification génétique permet de garantir scientifiquement les origines mentionnées sur les documents généalogiques. Pour vous permettre de valoriser votre production et la fiabilité de votre élevage par cette garantie, la SCC vous propose des tests ADN à un tarif avantageux et vous invite à faire identifier génétiquement sans attendre vos reproducteurs et vos produits. Bon de Commande sur notre site internet www.centrale-canine.fr - Espace ADN.

Imprimé à retourner à la SCC même si la saillie est sans suite.

Annexe 8 – Demande officielle d’inscription de portée au Livre des Origines Français de la SCC modifiée pour l’enregistrement de performances en lien avec le projet d’indexation des qualités maternelles canines

Les modifications sont en vert.



Pour l’amélioration des races de chiens en France
 155, avenue Jean-Jaurès
 93535 AUBERVILLIERS CEDEX – France
 Tél. : +33 (0)1 49 37 54 00 – Fax : +33 (0)1 49 37 01 20
 Fax Lof : +33 (0)1 49 37 55 99 – www.centrale-canine.fr
 SIRET N° 314 775 495 000 26



DOSSIER N° :
 REF E/A :
 Date d’émission :
 N° Tél : 01.49.37.55.90
 Mail : lof.eleveur@centrale-canine.fr

DEMANDE D’INSCRIPTION DE PORTEE au Livre des Origines Français

Imprimé à retourner à la SCC dans les 8 mois suivant la saillie.

CHIENNE

Nom :
Affixe :
LOF :
Robe :
Nombre de tétines :

ETALON

Nom :
Affixe :
LOF :
Robe :

Eleveur, propriétaire de la chienne :
 M/Mme
 Adresse

Race : N°FCI :
 Affixe :
 Date de la dernière saillie : .../.../...
 S’il y a lieu, date de confirmation de gestation : .../.../...
 Portée née le : .../.../...
 Date de sevrage : .../.../...

Nombre de chiots nés (mort-nés inclus) : X	dont mâles : X	dont femelles : X
Nombre de chiots mort-nés : X	dont mâles : X	dont femelles : X
Nombre de chiots vivants après deux jours : X	dont mâles : X	dont femelles : X

Il s’agit de la X ème saillie de la chienne. Il s’agit de la X ème portée de la chienne.

Avant cette portée, la chienne a subi X avortements*.
 (*) On définit un avortement comme une mise-base sans aucun chiot né vivant ou une interruption volontaire de gestation auprès d’un vétérinaire.

AU SEVRAGE,
 Nombre de mâle(s) : Et femelle(s) :
 Nombre total de chiots sevrés : Montant TOTAL (nombre de chiots x 25€) :€

A REMPLIR COMPLETEMENT ET LISIBLEMENT PAR LE PRODUCTEUR
 L’INTEGRALITE DES CHIOTS SONT À INSCRIRE SIMULTANEMENT (EXCEPTION DES CHIOTS DECEDES)
 INSCRIRE LES MÂLES EN PREMIER, LES FEMELLES EN SECOND
 POUR LES EXPORTS, PRECISER IMPERATIVEMENT LES COORDONNEES DES PROPRIETAIRES ETRANGER

NOM DES CHIOTS (en majuscules) 1 ^{ère} lettre du nom de l’année 2020 : R	SEXE	CODE ROBE	POIL	TATOUAGE	TRANSPONDEUR CODE BARRE	EXPORT
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						

Annexe 9 – Exemple de tableau de suivi des évaluations génétiques de routine pour la performance HD et une potentielle future session de Janvier / Juillet

N° FCI	RACES	CLUBS	DATES		
			Performances à transmises à GenEval	Résultats d'Indexation récupérés	Résultats d'indexation en ligne / transmis aux éleveurs
344	AKITA AMERICAIN	AKITA AMERICAIN CLUB DE FRANCE			
243	MALAMUTE DE L'ALASKA	ALASKAN MALAMUTE CLUB DE FRANCE			
223	BERGER HOLLANDAIS	ASSOCIATION DES BERGERS NEERLANDAIS DE FRANCE			
311	CHIEN LOUP DE SAARLOOS	ASSOCIATION DES BERGERS NEERLANDAIS DE FRANCE			
113	BERGER DE BRIE	ASSOCIATION DU BERGER DE BRIE			
292	DOGUE ARGENTIN	ASSOCIATION FRANCAISE DE LA SELECTION DU DOGUE ARGENTIN			
045	BOUVIER BERNOIS	ASSOCIATION FRANCAISE DES BOUVIERS SUISES			
046	BOUVIER DE L'APPENZELL	ASSOCIATION FRANCAISE DES BOUVIERS SUISES			
047	BOUVIER DE L'ENTLEBUCH	ASSOCIATION FRANCAISE DES BOUVIERS SUISES			
058	GRAND BOUVIER SUISE	ASSOCIATION FRANCAISE DES BOUVIERS SUISES			
347	BERGER BLANC SUISE	ASSOCIATION FRANCAISE DU BERGER BLANC			
331	CHIEN DE BERGER D ANATOLIE	ASSOCIATION FRANCAISE DU BERGER D'ANATOLIE			
297	BORDER COLLIE	ASSOCIATION FRANCAISE DU BORDER COLLIE			
144	BOXER	ASSOCIATION FRANCAISE DU BOXER			
343	CHIEN DE COUR ITALIEN	ASSOCIATION FRANCAISE DU CANE CORSO			
271	BEARDED COLLIE	BEARDED COLLIE CLUB DE FRANCE			
TOTAL	16 races	12 Clubs			

Annexe 10 – Liste des prochaines races à indexer pour la dysplasie de la hanche et les
nombres de performances enregistrées dans la base LOF au 04/05/2020

N°FCI	RACES INDEXEES	CLUBS	A INDEXER HD ?	Nombre de Performances HD 04/05/20
166	BERGER ALLEMAND	CLUB DU CHIEN DE BERGER ALLEMAND	OUI	49139
002	SETTER ANGLAIS	CLUB DU SETTER ANGLAIS	OUI	10504
122	RETRIEVER DU LABRADOR	RETRIEVER CLUB DE FRANCE	OUI	9850
111	GOLDEN RETRIEVER	RETRIEVER CLUB DE FRANCE	OUI	9336
045	BOUVIER BERNOIS	ASSOCIATION FRANCAISE DES BOUVIERS SUISSES	OUI	9263
147	ROTTWEILER	UNION FRANCAISE POUR LE ROTTWEILER	OUI	8760
144	BOXER	ASSOCIATION FRANCAISE DU BOXER	OUI	8677
044	BERGER DE BEAUCE	CLUB LES AMIS DU BEAUJERON	OUI	8519
015	CHIEN DE BERGER BELGE	CLUB FRANCAIS DU CHIEN DE BERGER BELGE	OUI	7759
095	EPAGNEUL BRETON	CLUB DE L'EPAGNEUL BRETON	OUI	7484
342	BERGER AUSTRALIEN	CLUB FRANCAIS DES BERGERS AUSTRALIENS	OUI	7436
145	CHIEN DE LEONBERG	CLUB FRANCAIS DU LEONBERG	OUI	5668
001	POINTER ANGLAIS	POINTER CLUB FRANCAIS	OUI	5597
050	TERRE NEUVE	CLUB FRANCAIS DU CHIEN DE TERRE-NEUVE ET DU LANDSEER	OUI	4992
113	BERGER DE BRIE	ASSOCIATION DU BERGER DE BRIE	OUI	3515
270	HUSKY DE SIBERIE	SIBERIAN HUSKY FRANCE	OUI	3271
107	GRIFFON A POIL DUR KORTHALS	CLUB DU GRIFFON D'ARRRET POIL DUR KORTHALS	OUI	3111
347	BERGER BLANC SUISSE	ASSOCIATION FRANCAISE DU BERGER BLANC	OUI	2817
099	BRAQUE DE WEIMAR	CERCLE DES AMATEURS DU BRAQUE DE WEIMAR	OUI	2633
235	DOGUE ALLEMAND	DOGGEN CLUB DE FRANCE	OUI	2583
119	BRAQUE ALLEMAND A POIL COURT	CLUB FRANCAIS DU BRAQUE ALLEMAND	OUI	2540
006	SETTER GORDON	REUNION DES AMATEURS DE SETTERS GORDON	OUI	2319
143	DOBERMANN	DOBERMANN CLUB DE FRANCE	OUI	2100
343	CHIEN DE COUR ITALIEN	ASSOCIATION FRANCAISE DU CANE CORSO	OUI	1928
116	DOGUE DE BORDEAUX	SOCIETE DES AMATEURS DE DOGUES DE BORDEAUX	OUI	1867
102	PETIT EPAGNEUL DE MUNSTER	CLUB FRANCAIS DES EPAGNEULS DE MUNSTER ET DU LANGHAAR	OUI	1756
297	BORDER COLLIE	ASSOCIATION FRANCAISE DU BORDER COLLIE	OUI	1753
212	SAMOYEDE	CLUB FRANCAIS DES CHIENS NORDIQUES ET DES SPITZ DU JAPON	OUI	1745
190	HOVAWART	CLUB FRANCAIS DU HOVAVART	OUI	1712
005	COCKER SPANIEL ANGLAIS	SPANIEL CLUB FRANCAIS	OUI	1458
061	SAINTE BERNADE	CLUB FRANCAIS DU ST BERNARD ET DU DOGUE DU TIBET	OUI	1423
243	MALAMUTE DE L'ALASKA	ALASKAN MALAMUTE CLUB DE FRANCE	OUI	1385
271	BEARDED COLLIE	BEARDED COLLIE CLUB DE FRANCE	OUI	1366
291	EURASIER	CLUB FRANCAIS DE L'EURASIER	OUI	1289
255	AKITA	CLUB FRANCAIS DES CHIENS NORDIQUES ET DES SPITZ DU JAPON	OUI	1170
156	COLLIE A POIL LONG	CLUB DES AMIS DU COLLEY	OUI	1156
146	CHIEN DE RHODESIE A CRETE DORSALE	RHODESIAN RIDGEBACK CLUB DE FRANCE	OUI	1148
309	SHAR PEI	SHAR-PEI CLUB DE FRANCE	OUI	1081
286	STAFFORDSHIRE TERRIER AMERICAIN	FRANCE AMERICAN STAFFORDSHIRE TERRIER	OUI	1060
120	SETTER IRLANDAIS ROUGE	RED CLUB	OUI	1029

Annexe 11 – Liste des prochaines races à indexer pour la dysplasie du coude et les nombres de performances enregistrées dans la base LOF au 04/05/2020

N°FCI	RACES INDEXEES	CLUBS	A INDEXER ED ?	Nombre de Performances ED 04/05/20
166	BERGER ALLEMAND	CLUB DU CHIEN DE BERGER ALLEMAND	OUI	15886
045	BOUVIER BERNOIS	ASSOCIATION FRANCAISE DES BOUVIERS SUISES	OUI	5107
342	BERGER AUSTRALIEN	CLUB FRANCAIS DES BERGERS AUSTRALIENS	OUI	3961
122	RETRIEVER DU LABRADOR	RETRIEVER CLUB DE FRANCE	OUI	3760
111	GOLDEN RETRIEVER	RETRIEVER CLUB DE FRANCE	OUI	3517
147	ROTTWEILER	UNION FRANCAISE POUR LE ROTTWEILER	OUI	2262
347	BERGER BLANC SUISE	ASSOCIATION FRANCAISE DU BERGER BLANC	OUI	2058
050	TERRE NEUVE	CLUB FRANCAIS DU CHIEN DE TERRE-NEUVE ET DU LANDSEER	OUI	1893
116	DOGUE DE BORDEAUX	SOCIETE DES AMATEURS DE DOGUES DE BORDEAUX	OUI	1076

Annexe 12 – Résumé concernant la réalisation du projet d'évaluation génétique HD publié dans le cadre de l'organisation des journées de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin

2^{ème} journée de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin 01/10/2020

C. FORGE^{1,2}, F.-M. MISSANT², A. COURTIN^{2,3}, R. SAINTILAN⁴

¹ L'Institut Agro, Agrocampus Ouest, Rennes, France

² Société Centrale Canine, Aubervilliers, France

³ Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France

⁴ Société GenEval, Jouy-en-Josas, France

Évaluations génétiques de la dysplasie de la hanche

La Société Centrale Canine mène un projet d'évaluations génétiques sur la dysplasie de la hanche HD (pour Hip Dysplasia) chez le chien afin de mettre à disposition des éleveurs un outil d'aide à la sélection pour améliorer les performances zootechniques par race. La société GenEval utilise les informations de pedigree et les résultats officiels des radiographies pour calculer des index génétiques en base 100, caractérisant la capacité des chiens à transmettre leurs aptitudes génétiques à leur descendance. On obtient donc, pour chaque individu commandé, une estimation de leur valeur génétique pour le caractère HD à un instant précis, associé à un coefficient de détermination qui donne la précision de cet index. Un chien est dit améliorateur de la race lorsqu'il est moins susceptible de transmettre la maladie que la moyenne de la race. Jusqu'à présent, 6 races ont été indexées : Setter Anglais, Chien de Berger Belge, Boxer, Berger Allemand, Golden Retriever et Retriever du Labrador. Les évaluations seront étendues aux races possédant plus de 200 performances enregistrées dans la base de données du LOF ainsi qu'à d'autres maladies comme la dysplasie du coude ED (pour Elbow Dysplasia). Ces index diffusés aux éleveurs permettront une sélection génétique plus technique mais ne doivent pas être utilisés au détriment de bonnes pratiques zootechniques en élevage. En effet, l'environnement dans lequel les chiens évoluent a un impact notable sur la maladie.

[Plus d'informations sur le poster 'Évaluations génétiques de la dysplasie de la hanche HD']

Genetic evaluations to improve the hip dysplasia trait

The Société Centrale Canine (French Kennel Club) is leading a genetic evaluation project on hip dysplasia HD in order to provide breeders with a selection aid tool to improve zootechnical performances in dog breeding. The company GenEval uses the pedigree information and the official X-ray results to compute genetic indexes standardized to a mean of 100 in the base, characterizing the ability of dogs to pass on their genetic skills to their offspring. We therefore obtain, for the individuals ordered, an estimate of their genetic value for the HD trait at a precise moment, associated with a coefficient of determination that describes the index accuracy. A dog is considered an improvement for its breed when he is less likely to transmit the disease than the breed average. So far, 6 breeds have been evaluated: English Setter, Belgian Shepherd, Boxer, German Shepherd, Golden Retriever and Labrador Retriever. The indexations will be extended to breeds with more than 200 performances recorded in the kennel club database as well as to other diseases such as elbow dysplasia ED. These indexes provided to breeders will enable more technical genetic selection but should not be used to the detriment of good zootechnical practices in dog breeding. Indeed, the environment in which dogs evolve has an actual impact on the disease.

[More information on the poster 'Genetic evaluations for hip dysplasia HD']

Annexe 13 – Poster présenté à la 2^{ème} journée de la recherche canine Christian Eymard-Dauphin du 01/10/2020 concernant l'évaluation génétique sur la dysplasie de la hanche

FONDS DE RECHERCHE



EVALUATIONS GENETIQUES DE LA DYSPLASIE DE LA HANCHE HD

C. FORGE^{1,2}, F.-M. MISSANT², A. COURTIN^{2,3}
¹ L'Institut Agro, Agrocampus Ouest, Rennes, France
² Société Centrale Canine, Aubervilliers, France
³ Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France

La Société Centrale Canine (SCC) souhaite mettre à disposition des éleveurs un outil d'aide à la sélection pour l'amélioration des performances zootechniques moyennes des chiens au sein d'une race.

INTRODUCTION

La dysplasie de la hanche (HD pour Hip Dysplasia) est une affection fréquente de l'espèce canine. Les vétérinaires réalisent des dépistages radiographiques dont les lectures officielles nationales donnent les résultats caractérisant la gravité de la maladie chez l'individu considéré. Ces performances fiables sont enregistrées dans la base de données du Livre des Origines Français de la SCC.

La dysplasie de la hanche est un caractère héritable : le phénotype est en partie génétiquement transmissible à la descendance. L'expression de la maladie est également due en partie à l'environnement dans lequel évolue le chien. Les évaluations génétiques permettent d'améliorer la sélection sur la part génétique du caractère.

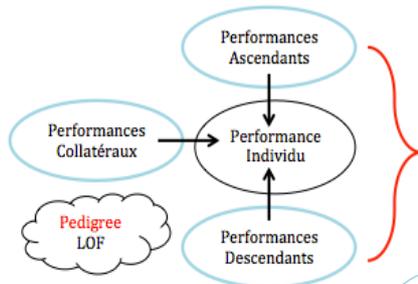
Un index génétique est l'estimation de la valeur génétique d'un individu pour un caractère donné, à un instant précis. Le Coefficient de Détermination, ou CD, est le degré de confiance à accorder à l'index. Plus le CD est élevé, plus l'index est précis et fiable.

À noter qu'un index ne caractérise pas les compétences propres à un individu, mais sa capacité à transmettre ses aptitudes génétiques à sa descendance. Un chien est dit améliorateur quand il est moins susceptible de transmettre la maladie à HD à sa descendance.

Résultat	Explication	Performance
HD-A	Aucun signe HD	1
HD-Accepté	Equivalent A ou B	1,5
HD-B	Stade intermédiaire	2
HD-C	HD Légère	3
HD-D	HD Moyenne	4
HD-E	HD Sévère	5

Regroupés dans les Evaluations Génétiques

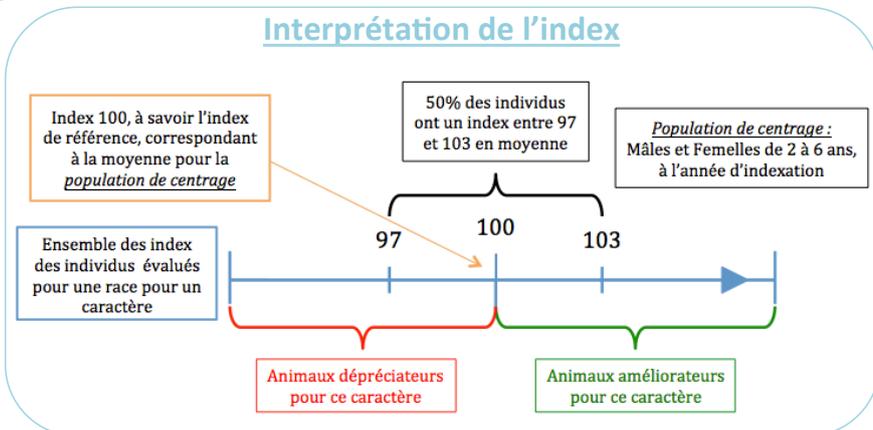
MATERIEL ET METHODE



Résultats commandés : Chiens nés entre 2014 et 2019 + 2 générations au-dessus

RESULTATS

CLUB DE RACE	RACE	HERITABILITE
	Setter Anglais	0,20
	Chien de Berger Belge	0,31
	Boxer	0,45
	Berger Allemand	0,17
	Golden Retriever	0,29
	Retriever du Labrador	0,20

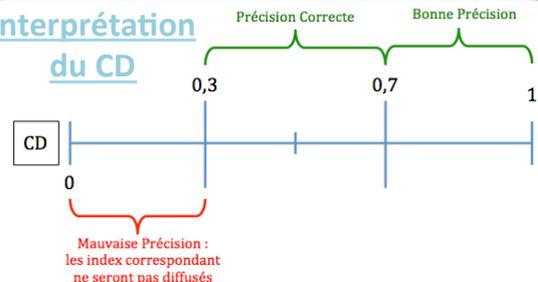


Pour le Setter Anglais, 20 % de l'expression de HD est due à la génétique. 80 % est due à l'environnement.

PERSPECTIVES

- ✓ Étendre les évaluations génétiques à d'autres races pour lesquelles HD est une maladie suivie, et qui auraient plus de 200 performances enregistrées
 ➢ 34 races sont au-delà de 1000 performances enregistrées et seront prioritaires
- ✓ Réaliser des évaluations génétiques sur le même modèle pour d'autres maladies (dysplasie du coude, luxation de la rotule) ou des caractères d'intérêt (qualités maternelles)
- ✓ Mise à jour biannuelle des index et future transmission aux éleveurs

Interprétation du CD



CONCLUSION

La communication auprès des éleveurs permettra la diffusion des index et CD pour une utilisation optimale et un choix averti des reproducteurs. L'ensemble des objectifs de sélection doivent être étudiés, et les compromis sont nécessaires.

Attention : la génétique ne doit pas être prise en compte au détriment des pratiques zootechniques d'élevage.

Annexe 14 – Résumé concernant la mise en œuvre du projet qualités maternelles publié dans le cadre de l'organisation des journées de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin

2^{ème} journée de la recherche canine Christian Eymar-Dauphin 01/10/2020

C. FORGE^{1,2}, F.-M. MISSANT², A. COURTIN^{2,3}, H. MILA⁴, S. CHASTANT⁴

¹ L'Institut Agro, Agrocampus Ouest, Rennes, France

² Société Centrale Canine, Aubervilliers, France

³ Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France

⁴ NeoCare, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Toulouse, France

Évaluations génétiques des qualités maternelles canines

La Société Centrale Canine initie un projet d'évaluations génétiques sur les qualités maternelles canines. Elles sont définies comme l'aptitude d'une chienne à amener un nombre maximum de chiots jusqu'à l'âge de 8 semaines, à savoir jusqu'à la vente. Un partenariat avec l'équipe NeoCare de l'École nationale vétérinaire de Toulouse permettra la récolte de performances d'élevage. La réalisation de bêta-tests avec l'aide de la société GenEval et le choix des futurs modèles pour l'élaboration d'une indexation innovante seraient alors possibles. Certaines valeurs comme le nombre de chiots mort-nés ou les poids de naissance sont essentielles à l'approfondissement de nos connaissances théoriques sur le sujet. Le projet visera à créer plusieurs index élémentaires en rapport avec la facilité de naissance des chiots, l'aptitude à l'allaitement des mères, la survie avant sevrage, la prolificité, ou encore la fertilité pour obtenir un index de synthèse sur les qualités maternelles. Celui-ci ferait intervenir les différents index élémentaires selon des pondérations choisies en collaboration avec les clubs de races. Selon les informations disponibles dans les bases de données des partenaires et l'intérêt porté au projet, certaines races seront ciblées prioritairement pour les premiers calculs. A l'avenir, l'organisation d'une collecte de performances à grande échelle centralisée à la SCC permettra une future mise en routine du projet.

[NeoCare et la SCC encadreront une thèse universitaire en cotutelle pour l'évaluation de pistes de sélection des qualités maternelles chez la chienne]

Genetic evaluations to improve canine maternal skills traits

The Société Centrale Canine (French Kennel Club) is initiating a project of genetic evaluations on canine maternal skills. These refer to the ability of a bitch to bring a maximum number of puppies to the age of 8 weeks, reaching the sale. A partnership with the NeoCare team from the Toulouse National Veterinary School will help the gathering of dog breeding performances. The company GenEval would then be able to carry out beta tests enabling the choice of future models for the development of an innovative genetic index. Some values such as the number of stillborn puppies or the birth weights are essential to improve our theoretical knowledge on the subject. The aim of the project will be to create several elementary indexes related to the birth ease of the puppies, the mothers' breastfeeding ability, the survival rates before weaning, the prolificacy, or even the fertility to obtain a total merit index on maternal skills. The latter would be calculated from the various elementary indexes according to weightings chosen in agreement with the breeds clubs. Depending on the information available in the partners' databases and the interest in the project, some breeds will be targeted primarily for the first proceedings. Henceforth, the organization of a large-scale gathering of performances centralized at the CCS will allow a future daily routine for the project.

[NeoCare and the CCS will monitor a co-supervised university thesis concerning the study of leads in maternal skills selection in dog breeding]

 <small>agriculture • alimentation • environnement</small> 	Diplôme : Ingénieur agronome Spécialité : Sciences et Ingénieries des Productions Animales Spécialisation / option : Génétique et Génomique Enseignant référent : Frédéric Lecerf
Auteur : Cyrielle Forge Date de naissance : 15/07/1997	Organisme d'accueil : Société Centrale Canine Adresse : 155 avenue Jean Jaurès
Nb pages : 20 Annexe(s) : 14	93535 Aubervilliers
Année de soutenance : 2020	Maître de stage : André Varlet
Titre français : Evaluations génétiques en élevage canin : Etude de la dysplasie de la hanche et des qualités maternelles	
Titre anglais : Genetic evaluation for dog breeding : Study of hip dysplasia and maternal skills	
Résumé (1600 caractères maximum) :	
<p>Les évaluations génétiques sont une technique de sélection pour l'amélioration des performances zootechniques en élevage. La Société Centrale Canine mène des projets d'indexations des qualités maternelles et de la dysplasie de la hanche HD par race en élevage canin. La collaboration avec Royal Canin et l'équipe NeoCare de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse permettra un partage de données de performances d'élevage pour la mise en place de béta-tests et le choix des futurs modèles pour l'élaboration d'un index de synthèse sur les qualités maternelles. De plus, les résultats HD de 6 races ont déjà été obtenus grâce à GenEval et seront transmis aux éleveurs via la création d'abonnements premium LOF SELECT et de graphismes informatifs. Ces projets ambitieux engendrent des perspectives d'études telles que le lancement d'une thèse en cotutelle avec NeoCare ou la mise en œuvre d'autres indexations de santé construites à partir du modèle HD. Enfin, ces évaluations pourront être réalisées en routine et à plus grande échelle. Il sera nécessaire de communiquer efficacement pour faciliter les compromis liés aux choix des objectifs de sélection, la compréhension technique des données fournies, la récolte de performances fiables, l'utilisation propice des index et un choix réfléchi des futurs reproducteurs pour une sélection optimisée.</p>	
Abstract (1600 caractères maximum) :	
<p>Genetic evaluations are a selection technique to improve zootechnical performances in breeding. The Central Canine Society (French Kennel Club) is leading projects to index maternal skills and hip dysplasia HD by breed in dog breeding. The collaboration with Royal Canin and the NeoCare team of the National Veterinary School of Toulouse will allow the sharing of breeding data for the achievement of beta tests and the choice of future models for the development of a total merit index on maternal skills. In addition, the HD results of 6 breeds have already been obtained thanks to GenEval and will be transmitted to breeders with the creation of premium LOF SELECT subscriptions and informative graphics. These ambitious projects generate perspectives such as the launch of a joint thesis with NeoCare or the implementation of other health indexations built from the HD model. Finally, these assessments can be carried out routinely and on a larger scale. It will be necessary to communicate efficiently to aid the compromises linked to the choice of selection goals, the technical understanding of the provided data, the retrieval of reliable performances, the favourable use of indexes and a careful choice of future breeding animals for an optimized selection.</p>	
Mots-clés : Société Centrale Canine, Dysplasie de la hanche, Qualités Maternelles, Evaluation génétique, Index génétique, Sélection génétique en élevage canin	
Key Words: Central Canine Society, Hip dysplasia, Maternal skills, Genetic evaluation, Genetic index, Genetic selection in dog breeding	