



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/
Eprints ID : 5088](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 5088)

To cite this version :

Auriol, Laura. *Étude des intervalles de référence des mesures échocardiographiques chez le chat de race sphynx* . Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2011, 120 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

ÉTUDE DES INTERVALLES DE RÉFÉRENCE DES MESURES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES CHEZ LE CHAT DE RACE SPHYNX

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

AURIOL Laura, Amélie
Née, le 30 septembre 1986 à TOULOUSE (31)

Directeur de thèse : Mme Armelle DIQUELOU

JURY

PRESIDENT :

M. Jérôme RONCALLI

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Armelle DIQUELOU

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Mme Isabelle RAYMOND-LETRON

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ÉTUDE DES INTERVALLES DE RÉFÉRENCE DES MESURES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES CHEZ LE CHAT DE RACE SPHYNX

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

AURIOL Laura, Amélie
Née, le 30 septembre 1986 à TOULOUSE (31)

Directeur de thèse : Mme Armelle DIQUELOU

JURY

PRESIDENT :

M. Jérôme RONCALLI

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Armelle DIQUELOU

Mme Isabelle RAYMOND-LETRON

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

DIRECTEUR M. A. MILON

DIRECTEURS HONORAIRES M. G. VAN HAVERBEKE.
M. P. DESNOYERS

PROFESSEURS HONORAIRES

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	M. DORCHIES
M. C. PAVAU	M. EECKHOUTTE	
M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
M. A. RICO	M. CABANIE	
M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- Mle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES (CLASSE NORMALE)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*

- M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
- M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MAGNE Laurent**, *Urgences soins-intensifs*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
- Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
- M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS
--

- M. **SOUBIES Sébastien**, *Microbiologie et infectiologie*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*
- Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
- Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
- M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A notre président de thèse,

A Monsieur le Professeur Jérôme RONCALLI

Professeur des Universités et Praticien Hospitalier

Cardiologie Générale et Interventionnelle

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

Veillez trouver ici l'expression de nos respectueux hommages

A notre jury de thèse

A Madame le Docteur Armelle DIQUELOU

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores

Qui nous a fait l'honneur de nous faire participer à ce projet, de Toulouse à Strasbourg, et nous a conseillé tout au long de son élaboration.

Veillez accepter l'expression de mon entière reconnaissance et de mes remerciements

A Madame le Docteur Isabelle RAYMOND LETRON

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie pathologique

Qui nous a fait l'honneur de faire partie de notre jury de thèse,

Nos plus sincères remerciements

A tous les intervenants du laboratoire SCIL de Strasbourg qui nous ont chaleureusement accueillis

A tous les éleveurs qui ont participé à cette étude, avec patience, gentillesse et organisation

A l'ensemble des enseignants et du personnel de l'ENVT, pour m'avoir permis de devenir vétérinaire,

Veillez recevoir toute ma gratitude

A mes parents,

Maman, tu as toujours été là pour t'occuper de moi, me soutenir, me faire confiance ; tu m'as toujours permis de faire ce que j'aime.

Papa, tu m'as toujours poussé vers le haut et tu as cru en moi à chaque étape, avec force et tendresse, motivation sans obligation... C'est grâce à toi que j'en suis là aujourd'hui.

Merci à tous les deux pour votre présence et votre amour.

A mes grands-parents,

Mami Roro, Mamie Jacky, Papi Maurice, Papi Raymond, pour prendre soin de moi, pour votre gentillesse, votre attention. Je suis une petite fille vraiment gâtée.

A Tati Chantal, Tonton Jean-Paul et Cousin Bastien, pour votre bonne humeur et le fameux four sans fond !

A Papi Léon, Sandy, Tati Christine et Adam, que je vois trop peu souvent.

A Cathy, Marion & Mathieu (merci pour les stats en stress !) et Arnaud, qui ont agrandi ma petite famille.

A Matthieu, pour tout ce bonheur partagé. Merci de me soutenir dans les moments difficiles.

A tous les copains de Sem,

A Ma Tidou, tu seras toujours ma meilleure amie semoise, impossible d'écrire là tout ce qu'on a partagé, de la tête sous la fontaine aux pistes de danse des fêtes de village de notre vallée sans oublier les aprem' au pont du Gers! A P'tit Louis et Chacha, que de souvenirs d'enfance entre tarot, pêche et balades, et que de fous rires en été comme en hiver. A Charly, mon grand frère, mon grand protecteur. A Sismon, aux week end guitare et glandouille. A Benji et Jules, à nos soirées au campement ou à Nagot, et à votre enthousiasme phénoménal. A tous ceux qui m'ont fait passer de merveilleux étés et week-ends dans notre village adoré : Delphine, Chamalow, Romain, Marie-Suzanne, Audrey, Julie, Andréa, Lucia, Jorge, Mickael, Thibault, les dernières recrues Fanny, Sophie ... mais aussi Goulierens, Auzatois et Saleixois... et toutes les générations qui font que l'on passe de superbes moments chaque année (spéciale dédicace à Susu pour les bêtises, Mickey et Domi pour les chansons) !

Aux copains de prépa,

A Nora cop' de prénom et cop' de Guadeloupe, Leila la décoratrice de pommier et la danseuse de folie, Jade copine d'enfance, de prépa, de danse, de vacances dans nos coins de paradis, François allez Toulouse... et Fufu OK !, Baloo et tes blagues foireuses, Charlie et tes soirée déjantées, Chouchouuu le romantique et nos soirées guitare, JB, Matéo, Nauré, Natacha(t), Bébé, Clément, Steven, Marie ... à notre voyage à Bali, à nos week-end en Ariège, à notre amitié qui a fait si bien passer ces 2 années de dur labeur !

Aux copains véto,

A mes co promos,

Fraselle des Bois ma super 10 et entraîneuse de hand entre autre, Emilie et tes déhanchés sur Shakira, Pin's notre modèle à toutes sur Barry White, Julie et ton ptit vélo, Laurie la généreuse ou la piquante, Sarita la fétarde (tu aurais été une super coloc ... il n'est jamais trop tard !) merci les filles pour ces bons moments. A Aline et Laz, pour m'avoir supporté toutes ces heures de TD et fait passer de chouettes années de clinique. A Martin, Gued, Fixou, Mumu, Pinpin, Evence et vos blagues souvent douteuses. A Manon la petite, et Elsa pour notre trio de choc en amphi, Elise, Morgane, Pierre, Thibault, Manon la Grande, Laure, Claire, Laura la folle de « la vie », BEP, Gaston, Ed, Golden... et tout et tout !

A mes docteurs,

Fanny et Ronsard mes docteurs de poulotte, de docteurs de week end, de docteurs de Morue, de docteur de folie ! A Nico le danseur de batchata à ses heures. A Léni, Aude, Majida, Mado, Milou, Walou, Taquet, Bousse, Brice, Mymy, Ben, Psy, JM, Baptiste, Alex ... pour toute votre bonne humeur et les traditions de l'ENVT que vous nous avez légué !

A mes poulots,

Les grands, et particulièrement, Julien mon meilleur danseur, Maxou le toulousain, Clément, Gus, Arnold, Ana, Mulhac, Hugues, Loic ... et les petits Fanny, Delphine, Julie, Guillaume ...

Aux Morues,

A Fanny, merci de m'avoir motivée, impossible de décrocher après ! A Marion, pour ta « gniaque » impressionnante et pour m'avoir guidée. A Julie, première vielle à gagner Beauvais ! A Fraselle pour nos plus beaux essais sur le petit coté. A Pin's, encore une victoire de dino cette année! Au nez d'Elise. A Julia, toujours motivée. A Pascale, petit cotééééééééééé. A Amélie, MJBB ou comment récupérer quelques verres à l'œil. A Tiff, l'inatrapable. A coust' et Léa, qui faisaient du bien. A toutes les veilles, à toutes les actuelles, et à toutes les poulottes de cette année qui m'auront bien fait rêver sur le terrain comme en soirée! Les cocottes du poulailler, Manou, Sophie, Sabine... entre autres ! Aux coachs bien sur Bebeuille et tes diagonales interminables, Ronsard, Greg, Bala, Hugues et Darty. Aux nouvelles rencontres avec le TC, et surtout Laura la folle au grand cœur, Wendy la fille au top et Eva. A nos victoires (surtout à Beauvais) ... et au scaphoïde ...

Aux danseurs fous,

En particulier Stephan, Boris, Stephane, Axel, Harold et Alex, et tout le bon groupe de salseros puis de tangueros !

A Lulu et Colette pour s'être si bien occupé de nous tous.

A ma Plumette, la plus belle et la plus intelligente des chiennes du monde !

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	9
SOMMAIRE	13
ABRÉVIATIONS	17
LISTE DES ILLUSTRATIONS	19
INTRODUCTION	21

PREMIÈRE PARTIE : DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

I. INTÉRÊTS DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE ET ENJEUX DANS LA RACE SPHYNX	25
I.1. CARDIOMYOPATHIE HYPERTROPHIQUE ET DÉPISTAGE	25
I.1.1. LE DÉPISTAGE GÉNÉTIQUE.....	26
I.1.2. LES BIOMARQUEURS CARDIAQUES	27
I.1.3. L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE (IRM)	29
I.2. ÉCHOCARDIOGRAPHIE CHEZ LE CHAT : DIAGNOSTIC ET SUIVI DES AFFECTIONS CARDIAQUES	30
II. VARIABILITÉ DES INTERVALLES DE RÉFÉRENCE CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT	33
II.1. GÉNÉRALITÉS.....	33
II.2. VARIABILITÉ DES PARAMÈTRES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES.....	34
II.2.1. INFLUENCE DE LA RACE CHEZ LE CHIEN	34
II.2.2. INFLUENCE DE LA RACE CHEZ LE CHAT	35
II.2.3. AUTRES FACTEURS INFLUENCANTS	36
II.2.3.1. AGE	36
II.2.3.2. SEXE	37
II.2.3.3. POIDS ET SURFACE CORPORELLE	38
II.2.3.4. FRÉQUENCE CARDIAQUE	39

II.2.3.5.	PRESSION ARTÉRIELLE	40
II.2.3.6.	ÉTAT D'HYDRATATION	41
II.2.3.7.	SÉDATION ET ANESTHÉSIE	42
II.2.3.8.	POSITION DE L'ANIMAL PENDANT L'EXAMEN	43
III.	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	45
DEUXIÈME PARTIE : DONNÉES EXPÉRIMENTALES		
I.	MATÉRIEL ET MÉTHODES	49
I.1.	SÉLECTION DES SUJETS D'ÉTUDE	49
I.2.	POSITIONNEMENT DES CHATS	49
I.3.	MATÉRIEL D'ÉCHOCARDIOGRAPHIE	50
I.4.	RÉALISATION DES EXAMENS D'ÉCHOCARDIOGRAPHIE	50
II.	ANALYSE STATISTIQUE	56
III.	RÉSULTATS	56
III.1.	POPULATION ÉTUDIÉE	56
III.2.	VALEURS DE RÉFÉRENCE	57
III.3.	INFLUENCE DE DIVERS PARAMÈTRES	59
III.3.1.	INFLUENCE DU POIDS	59
III.3.2.	INFLUENCE DE L'ÂGE	61
IV.	DISCUSSION	63
IV.1.	TAILLE ET REPRÉSENTATIVITÉ DE L'ÉCHANTILLON	63
IV.2.	AGE ET SUIVI	63
IV.3.	EXAMENS COMPLÉMENTAIRES ET DÉPISTAGE	64
IV.4.	CRITÈRES D'ÉCHANTILLONNAGE	65

IV.5. RÉSULTATS	66
CONCLUSION	69
BIBLIOGRAPHIE	70
ANNEXES I : Age et poids des chats	83
ANNEXES II : Valeurs mesurées des paramètres échocardiographiques pour chaque chat	85
ANNEXES III : Distribution des valeurs moyennes de chaque paramètre échocardiographique	99
ANNEXES IV : Régressions linéaires entre le poids en kg (en abscisse) et les différents paramètres échocardiographiques (en ordonnée)	109
ANNEXES V : Régressions linéaires entre l'âge en mois (en abscisse) et les différents paramètres échocardiographiques (en ordonnée)	115

ABRÉVIATIONS

AG	Diamètre de l'atrium gauche
AG BD	Diamètre de l'atrium gauche mesuré en mode bidimensionnel
AG TM	Diamètre de l'atrium gauche mesuré en mode temps-mouvement
AMitr	Vitesse maximale de l'onde A, ou tardive du flux transmitral
ATric	Vitesse maximale de l'onde A, ou tardive du flux transtricuspidien
Ao	Diamètre de l'aorte
Ao BD	Diamètre de l'aorte mesuré en mode bidimensionnel
Ao TM	Diamètre de l'aorte mesuré en mode temps-mouvement
BD	Bidimensionnel
bpm	Battement par minute
CL	Coupe longitudinale, ou grand axe
CT	Coupe transversale, ou petit axe
EMitr	Vitesse maximale de l'onde E, ou précoce du flux transmitral
ETric	Vitesse maximale de l'onde E, ou précoce du flux transtricuspidien
ECG	Electrocardiogramme
ENVT	Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
E-Se	Plus petite distance entre le point E de la valve mitrale et le septum interventriculaire
FR	Fraction de raccourcissement : $FR = \frac{VGd-VGs}{VGd}$
IC	Intervalle de confiance
IR	Intervalle de référence
kg	Kilogramme
LVET	Temps d'éjection systolique du ventricule gauche
mmHg	Millimètre de mercure
PEP	Temps de pré éjection systolique du ventricule gauche
PVG	Paroi libre du ventricule gauche
PVGd	Epaisseur de la paroi libre du ventricule gauche en diastole
PVGs	Epaisseur de la paroi libre du ventricule gauche en systole
SAM	Mouvement antérieur systolique de la valve mitrale (« systolic anterior motion »)
SIV	Septum interventriculaire
SIVd	Epaisseur du septum interventriculaire en diastole
SIVs	Epaisseur du septum interventriculaire en systole
Sep cusp	Distance séparant les cuspidés aortiques
Ta	Temps d'accélération
TaAo	Temps d'accélération du flux aortique
TaTP	Temps d'accélération du flux du tronc pulmonaire

Td	Temps de décélération
TdMitr	Temps de décélération de l'onde E du flux trans mitral
TdTric	Temps de décélération de l'onde E du flux trans tricuspïdien
Te	Temps d'éjection
TeAo	Temps d'éjection du flux aortique
TeTP	Temps d'éjection du flux du tronc pulmonaire
TM	Temps-mouvement
TP	Diamètre du tronc pulmonaire
TRIV	Temps de relaxation isovolumique
Vcf	Vitesse de raccourcissement circonférentiel des fibres musculaires du ventricule gauche: $Vcf = \frac{FR}{LVET}$
V Ao	Vitesse maximale du flux aortique
V TP	Vitesse maximale du flux du tronc pulmonaire
VD	Ventricule droit
VG	Ventricule gauche
VGd	Diamètre interne du ventricule gauche en diastole
VGs	Diamètre interne du ventricule gauche en systole

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Valeurs de référence des paramètres échocardiographiques en mode temps mouvement chez le chat domestique indemne de cardiopathie, non anesthésié (d'après [55, 33, 63, 45])	32
Tableau 2 : Moyenne et écart-type des paramètres échocardiographiques en mode doppler chez le chat indemne de cardiomyopathie, non anesthésié (d'après [59, 19])	32
Tableau 3 : Description statistique de l'âge et du poids de l'échantillon des 71 chats sphynx indemnes de cardiopathie étudiés.....	57
Tableau 4 : Intervalles de référence, intervalles de confiance des IR, moyenne, médiane écart- type, valeur minimale, valeur maximale et nombre de mesures effectuées pour les 38 paramètres échocardiographiques étudiés	58
Tableau 5 : Corrélations linéaires entre les paramètres échocardiographiques et le poids	60
Tableau 6 : Corrélations linéaires entre les paramètres échocardiographiques et l'âge	62
Tableau 7 : Comparaison des intervalles de référence des Sphynx avec ceux du chat domestique publiés par Pipers, Jacobs, Sisson et Moise [55, 33, 63, 45]	67
Tableau 8 : Comparaison des moyennes +/- écart-type des Sphynx avec ceux du chat domestique publiés par Santilli et Disatian [59, 19]	67

Liste des figures :

Figure 1 : Échocardiogramme obtenu en mode temps-mouvement à partir de la coupe
« petit axe transventriculaire » en abord parasternal droit 51

Figure 2 : Échocardiogramme obtenu en mode bi dimensionel à partir de la coupe « petit
axe transaortique » en abord parasternal droit 52

Figure 3 : Échocardiogramme obtenu en mode doppler pulsé à partir de la coupe « petit axe
transaortique modifiée » en abord parasternal droit 52

Figure 4 : Échocardiogramme obtenu en mode temps-mouvement à partir de la coupe
« grand axe transventriculaire » en abord parasternal droit 53

Figure 5 : Échocardiogramme obtenu en mode temps-mouvement à partir de la coupe
« grand axe transaortique » en abord parasternal droit 54

Figure 6 : Échocardiogramme obtenu en mode doppler pulsé à partir de la coupe « 4
cavités » en abord parasternal gauche 55

Figure 7 : Échocardiogramme obtenu en mode doppler pulsé à partir de la coupe « 5
cavités » en abord parasternal gauche 55

INTRODUCTION

L'échocardiographie est un outil de diagnostic et de suivi essentiel en cardiologie vétérinaire. Elle permet de façon non invasive et raisonnablement sûre de quantifier les dimensions des cavités et l'épaisseur des parois cardiaques, d'apprécier l'aspect et le mouvement des valves, d'identifier des structures anormales et d'évaluer la fonction de la pompe cardiaque grâce aux modes bidimensionnel (BD) et temps-mouvement (TM). Elle permet également d'étudier les flux entre les différentes chambres cardiaques, grâce au mode Doppler (pulsé, continu et couleur). Les valeurs obtenues suite à un examen échocardiographique sont interprétées par rapport à des valeurs de références disponibles pour le chat [55, 33, 63, 45] et pour le chien en fonction du poids [5]. Cependant certaines études ont montré que ces intervalles de référence doivent être interprétés avec précautions dans certains cas. En effet, plusieurs auteurs ont montré qu'il existe une variabilité des valeurs de référence échocardiographiques en fonction de plusieurs facteurs comme la race, que ce soit pour les chiens [46] ou les chats [20]. Cette variabilité est importante à prendre en compte pour optimiser l'interprétation des données, et donc le diagnostic.

Le Sphynx est une race prédisposée à la cardiomyopathie hypertrophique et donc soumise à des dépistages échocardiographiques systématiques, en particulier au sein des élevages. Le diagnostic doit être le plus précoce possible pour prendre en charge le patient d'une part mais également pour maîtriser la reproduction et éviter la transmission de cette maladie à composante héréditaire.

L'objet de cette thèse est d'obtenir les valeurs de référence des paramètres échocardiographiques des chats de race Sphynx afin d'optimiser le diagnostic échocardiographique des affections cardiaques pour cette race, et particulièrement de la cardiomyopathie hypertrophique.

La première partie, bibliographique, aborde les intérêts de l'échocardiographie chez le chat dans le diagnostic et le suivi des cardiomyopathies, et ses enjeux pour la race Sphynx. Elle présente également des exemples de variabilité de paramètres biologiques et plus particulièrement échocardiographiques, mis en évidence pour différentes races de chat ou de chien. Finalement quelques exemples de facteurs influençant les paramètres échocardiographiques tels que le poids, l'anesthésie, sont exposés.

La seconde partie, expérimentale, est consacrée à l'étude échocardiographique de 71 Sphynx adultes considérés indemnes de cardiopathie et à l'établissement des valeurs de référence des paramètres échocardiographiques à partir de ces mesures.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

I. INTÉRÊTS DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE ET ENJEUX DANS LA RACE SPHYNX

I.1. CARDIOMYOPATHIE HYPERTROPHIQUE ET DÉPISTAGE

Les cardiomyopathies sont décrites comme étant les cardiopathies les plus fréquentes chez le chat [57]. On distingue cinq types de cardiomyopathies dans cette espèce: la cardiomyopathie hypertrophique (CMH) est la plus fréquente avec 58 à 68 % des cas de cardiomyopathie selon les études [57,21]. On trouve aussi, moins fréquemment : la cardiomyopathie restrictive (CMR) qui représente 21 % des cas, suivie de la cardiomyopathie dilatée (CMD) avec 10 % des cas de cardiomyopathies, et enfin la cardiomyopathie arythmogène avec atteinte prédominante du ventricule droit (CMARV D), très rare avec environ 1% des cas. 10 % des cas correspondent à des cas de cardiomyopathies non classées [21].

La cardiomyopathie hypertrophique (CMH) est caractérisée par une hypertrophie concentrique du ventricule gauche (symétrique, asymétrique ou localisée), en l'absence de cause cardiaque, systémique ou métabolique pouvant expliquer cette hypertrophie telle que l'hypertension, l'hyperthyroïdie ou l'acromégalie [40]. Le caractère héréditaire a été clairement démontré et les mutations génétiques à l'origine de cette cardiopathie ont été identifiées dans deux races de chats: le Maine Coon et le Ragdoll [42,43]. Cependant de nombreuses races de chat sont prédisposées à la CMH sans qu'une mutation génétique ait été identifiée à ce jour: c'est le cas des races British Shorthair, Chat des Forêts Norvégiennes, Scottish Fold, Bengale, Sibérien, Rex, etc [40] et de la race Sphynx [22,13], sujet de notre étude. La CMH est malgré tout diagnostiquée majoritairement chez les chats européens avec une prévalence estimée autour de 15% [54].

Dans la race Sphynx, la cardiomyopathie hypertrophique est une affection souvent détectée, cependant aucune étude sur la prévalence de la maladie n'a encore été publiée et son réel impact sur la race est ainsi peu connu. A ce jour, aucune publication n'est encore parue, à notre connaissance, sur le caractère héréditaire ou l'identification d'une cause génétique de la CMH chez le Sphynx. Ces caractéristiques sont cependant fortement suspectées, sur le modèle du Maine Coon ou du Ragdoll [44].

Actuellement, le dépistage de la CMH est devenu systématique dans plusieurs races (Maine Coon, Chat des Forêts Norvégiennes, Sphynx, etc.) pour identifier les individus porteurs de cette cardiomyopathie. Il est essentiel pour identifier et prendre en charge précocement la maladie au niveau de l'individu d'une part mais également et surtout, au niveau de l'élevage afin de limiter la transmission de cette affection au sein des lignées. Ce dépistage est réalisé par échocardiographie (voir paragraphe suivant) et est souvent répété annuellement ou avant chaque portée lors d'une carrière reproductrice.

D'autres outils de dépistage sont disponibles ou en cours d'étude:

I.1.1. LE DÉPISTAGE GÉNÉTIQUE

Des mutations génétiques à l'origine de la cardiomyopathie hypertrophique ont été découvertes dans deux races de chat : le Maine Coon et le Ragdoll.

Chez le Maine Coon, la mutation porte sur le codon 31 du gène MyBPC3, avec le remplacement d'une guanine par une cytosine qui modifie la structure tertiaire de la protéine MyBPC3 et donc l'organisation sarcomérique [42]. Chez le Ragdoll, la mutation porte sur le codon 820, avec le remplacement d'une cytosine par une thymine qui modifie également l'organisation sarcomérique [43]. Ces modifications d'organisation sont une des origines du développement de la CMH.

Même si elles se trouvent sur le même gène (MyBPC3), les deux mutations identifiées sont indépendantes. De plus, les races Maine Coon et Ragdoll ne sont pas connues comme étant apparentées. Ceci supporte l'existence d'une mutation indépendante chez chacune des races et de l'absence d'ancêtre commun expliquant la maladie [43]. Les tests génétiques proposés par les laboratoires (Antagene, Genindexe, Laboklin) pour l'identification de la mutation sont donc spécifiques d'une mutation et d'une race. Il s'agit du test HCM-A pour le Maine Coon, et test HCM-C pour le Ragdoll chez Antagene. Chez le Sphynx, aucune de ces deux mutations n'est reliée à la CMH et des études tentant d'identifier d'autres gènes en cause dans plusieurs races (British Shorthair, Chat des Forêts Norvégiennes, Sphynx, Sibérien et Maine Coon négatif pour les mutations connues) n'ont pas donné de résultat satisfaisant pour le moment [44].

Cette mutation génétique n'est cependant pas suffisante dans le dépistage de la maladie chez ces races de chat. En effet, l'expression de cette mutation est complexe et dite « à pénétrance incomplète » puisque les conséquences phénotypiques sont très variables pour un même génotype. Ainsi, un individu présentant la mutation pourra ne pas développer ou développer très tardivement la maladie alors qu'un autre la développera à un âge précoce. Il existe donc des individus homozygotes ou hétérozygotes positifs pour la mutation génétique CMH, et qui ne présentent aucun signe de la maladie. Il semble que les individus homozygotes mutés présenteraient des formes plus sévères de cardiomyopathie et une espérance de vie plus faible que les hétérozygotes mais ce résultat n'est pas significatif étant donné le faible nombre de chats étudiés [42].

La mutation du gène MyBPC3 n'explique également pas toutes les formes de CMH chez ces deux races et certains individus pourront développer une CMH, alors qu'ils sont négatifs pour les mutations du gène MyBPC3 identifiées par l'équipe de Meurs. On pourra donc avoir un individu négatif pour la mutation génétique et qui sera atteint de CMH.

Même en connaissance du génotype, l'échocardiographie est indispensable pour préciser le phénotype car c'est ce dernier qui met en évidence l'hypertrophie myocardique.

L'identification de la mutation indique une prédisposition forte pour la cardiopathie mais ne permet en aucun cas un diagnostic de la CMH. Le dépistage génétique montre tout son intérêt pour dépister les individus positifs pour la mutation, pour adapter les plans de reproduction et limiter la transmission de la mutation dans la race. Ainsi la recherche de la mutation génétique et l'échocardiographie sont complémentaires.

1.1.1 LES BIO MARQUEURS CARDIAQUES

Les peptides natriurétiques (BNP et ANP pour Brain Natriuretic Peptid et Atrial Natriuretic Peptid respectivement) sont des molécules sécrétées dans la circulation sanguine par les cardiomyocytes atriaux (ANP et BNP) et ventriculaires (BNP seulement) suite à différents stimuli tels que l'étirement, l'ischémie ou l'hypoxie. Ces deux peptides sont libérés dans le sang sous forme de précurseurs qui donnent, sous l'action des protéases sériques, des quantités égales de fragments C terminaux actifs (ANP et BNP) et de fragments N-terminaux inactifs (NT-pro-ANP et NT-pro-BNP). Les fragments actifs ont des demi vies très courtes et leur dosage peut être difficile, alors que les fragments NT-pro-ANP et NT-pro-BNP ont des demi-vies plus longues et sont plus stables pour le prélèvement et l'analyse. Le dosage des NT-pro-ANP et NT-pro-BNP est utilisé en médecine humaine pour le diagnostic et le pronostic des cardiopathies et insuffisances cardiaques [3]. Plusieurs études tentent de mettre en évidence l'intérêt de ces dosages en cardiologie féline [17]. Cependant, l'intérêt de ces peptides pour distinguer les animaux sains, asymptomatiques et en insuffisance cardiaque congestive n'est pas clairement précisé aujourd'hui au vu des résultats contradictoires de différentes équipes :

Pour le BNP, plusieurs études [15,69] ont montré que le dosage du NT-proBNP permet d'identifier les chats atteints de cardiomyopathie sans signe d'insuffisance cardiaque congestive alors que d'autres [32,62] ont montré que seuls les chats atteints de CMH sévère avaient un dosage significativement plus élevé que les chats sains ou avec CMH modérée. Malgré la mise en évidence d'un dosage plus élevé chez les chats atteints de CMH sévère, les études divergent encore sur l'intérêt de ce biomarqueur dans le dépistage de la CMH. L'étude de Singh [62] montre que le dosage des NT-proBNP ne constitue pas un test intéressant pour le dépistage de la CMH puisqu'il ne permet pas d'identifier les animaux équivoques ou modérément atteints, et qu'il ne détecte que 44 à 55% (avec des seuils à 100pmol/L et 40 pmol/L respectivement) des chats atteints de CMH sévère. Une autre étude [70] montre quand à elle que le dosage de NT-proBNP est différent entre les chats indemnes, équivoques (ou modérément atteints) et sévèrement atteints. Au-delà de la valeur seuil de 100pmol/L, l'auteur indique que le dosage est utile pour détecter une CMH

même modérée avec une sensibilité de 92% et une spécificité de 93%. Il précise cependant, qu'en cas de tel résultat, une échocardiographie devrait être réalisée. Plusieurs études s'accordent cependant sur le fait que l'utilisation du dosage des NT-proBNP est pertinente pour différencier les dyspnées d'origine cardiaque des dyspnées d'origine respiratoire [68,25,16].

Pour l'ANP, les résultats de recherche sont également contradictoires puisqu'une équipe a montré qu'ils étaient augmentés en cas de CMH [31] tandis qu'une autre équipe a montré qu'il n'existait pas de différence significative dans le dosage des ANP de chats ayant une CMH et celui des chats sains [41].

La troponine cardiaque I (cTnI) est également un biomarqueur de lésion cardiaque chez l'homme et les carnivores domestiques. C'est une protéine hautement conservée entre les espèces, qui indique la présence de lésion des cellules du myocarde. Des méthodes pour mesurer la cTnI humaine ont été validées chez le chat par l'équipe de Sleeper [64]. L'intérêt du dosage de la cTnI a été étudié par plusieurs équipes et montre des résultats intéressants dans le diagnostic et/ou le suivi des cardiopathies félines malgré quelques divergences dans les résultats.

Herndon [30] compare ainsi la concentration plasmatique en cTnI entre 33 chats sains et 20 chats atteints de CMH modérée à sévère et montre qu'il existe une différence significative entre les 2 groupes. Il montre également que les chats en insuffisance cardiaque congestive ont une concentration significativement plus élevée que les chats sains et les chats qui ont présenté un épisode d'insuffisance cardiaque congestive mais qui est contrôlée au moment du dosage. L'auteur remarque aussi une corrélation positive significative entre la concentration en cTnI et l'épaisseur de la paroi libre du ventricule gauche en diastole (PVGd), mais aucune corrélation avec l'épaisseur diastolique du septum inter-ventriculaire (SIVd) ou le rapport des diamètres de l'atrium gauche et de l'aorte (AG/Ao).

Une autre étude [14] compare la concentration plasmatique en cTnI entre 16 chats diagnostiqués positifs pour la CMH (dont sept avec une CMH Obstructive- CMHO) par échocardiographie, et 18 chats indemnes. L'auteur montre qu'il existe une différence significative entre les chats atteints de CMH et les chats du groupe de contrôle. La sensibilité et la spécificité pour la détection de la CMH chez le chat, grâce au dosage de la cTnI, sont ainsi respectivement de 87% et 84% avec un seuil à 0,2ng/ml. De la même façon que Herndon, une corrélation positive, faible mais significative, entre la concentration en cTnI et la PVGd est notée. Cette corrélation n'est cependant pas retrouvée pour les autres paramètres cardiaques étudiés (SIVd, AG/Ao, VGd, VGs...). Le dosage de la cTnI ne permet cependant pas de différencier les chats atteints de CMH de ceux atteints de CMHO, ni de différencier les animaux qui présentent une CMH compensée de ceux avec une insuffisance cardiaque congestive, contrairement à l'étude de Herndon [30].

En 2009, le même auteur [16] montre que la concentration en cTnl est plus élevée chez les chats en dyspnée d'origine cardiaque que des chats en dyspnée d'origine respiratoire mais que le chevauchement entre les données ne permet pas d'en faire un test fiable.

Les peptides natriurétiques comme la troponine I constituent des marqueurs prometteurs pour le pronostic ou le suivi de cardiopathies, ou lors d'urgence respiratoire pour différencier une origine cardiaque d'une origine respiratoire, si le dosage est possible rapidement. Cependant, ils ne semblent pas constituer, pour le moment, un moyen de dépistage suffisant de cardiopathie héréditaire, et notamment de la CMH, au moins dans ses stades précoces. De plus, leur utilisation permet l'identification de la présence de lésions cardiaques mais en aucun cas l'identification de la cardiopathie sous jacente.

1.1.2 L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE (IRM)

L'imagerie par résonance magnétique cardiaque (IRMc) en cardiologie féline n'a pas encore beaucoup d'indications contrairement à la cardiologie humaine. C'est un outil qui permet de déterminer la masse ventriculaire gauche de façon plus précise que la méthode échocardiographique. Ainsi les chats atteints de CMH ont une masse ventriculaire gauche significativement plus importante que les chats [37].

L'IRMc chez les chats atteints de CMH ne permet pas de déceler de fibrose ou de nécrose myocardique par rapport aux chats indemnes contrairement à ce qui est trouvé chez l'homme dans les cas de cardiomyopathies [38]. L'évaluation de la fonction diastolique avec la technique d'IRM est également décevante. En effet, d'après une étude de MacDonald [39], l'étude IRMc de la fonction diastolique est identique chez les chats atteints de CMH et les chats sains alors que l'étude échocardiographique en mode TDI (cf infra.) de ces mêmes chats révèle un déficit diastolique significatif chez les chats atteints de CMH. A ce jour, l'IRMc n'est pas utilisable couramment en clinique et d'autres investigations sont nécessaires. Il faut également ajouter à cette technique les inconvénients de l'anesthésie générale et du coût important qui limitent son utilisation en pratique courante.

I.2. ECHOCARDIOGRAPHIE CHEZ LE CHAT : DÉPISTAGE, DIAGNOSTIC ET SUIVI DES AFFECTIONS CARDIAQUES

Aujourd'hui, l'échocardiographie est un outil indispensable dans le diagnostic et le dépistage des affections cardiaques chez les animaux domestiques. Si l'examen clinique, les analyses urinaires, biochimiques et hématologiques, la mesure de pression artérielle ainsi que la radiographie thoracique ne doivent pas être négligés chez un chat suspect de cardiopathie, ils ne permettent pas d'identifier précisément les anomalies morphologiques et hémodynamiques. De la même façon, les tests génétiques « CMH » développés depuis peu chez le Maine Coon et le Ragdoll peuvent nous informer très précocement sur le génotype d'un animal, mais ne prédisent en aucun cas de la présence ou de l'absence de CMH, comme expliqué précédemment. Depuis les années 80, l'échocardiographie s'est largement développée en médecine féline et a permis une progression importante dans ce domaine. L'échocardiographie en mode bi dimensionnel, temps-mouvement, et Doppler est aujourd'hui le moyen diagnostique le plus important et le plus précoce pour identifier le développement d'une CMH chez un chat [66,22]. Cet examen permet de repérer des signes évocateurs de CMH qu'elle soit asymptomatique ou symptomatique, débutante ou avancée.

En, pratique, plusieurs outils sont à la disposition de l'imageur pour réaliser un examen complet [6,22] :

Le mode bidimensionnel (2D ou BD) est un outil excellent pour repérer les anomalies morphologiques (hypertrophie des muscles papillaires, anomalie valvulaire, hypertrophie focale du myocarde...), et ceci sur l'ensemble du cœur. Il permet aussi de mesurer les diamètres atrial gauche et aortique.

Le mode temps mouvement (M-mode ou TM) est utile pour la mesure des parois et cavités ventriculaires à différents moments précis du cycle cardiaque, mais aussi pour l'évaluation des mouvements valvulaires ou pariétaux. Il permet donc d'objectiver des cavités dilatées ou réduites, des parois amincies ou hypertrophiées, des mouvements anormaux des valves cardiaques (ex : SAM : Systolic Anterior Motion). L'étude en mode TM permet également d'approcher la fonction ventriculaire grâce à des mesures et des indices calculés : fraction de raccourcissement (FR), ratio temps de pré-éjection/ temps d'éjection (PEP/LVET) etc. Il peut finalement être utilisé pour la mesure du diamètre atrial gauche et aortique; cette méthode est cependant décrite comme étant moins précise et moins répétable que la mesure en 2D [1].

Les modes Doppler (pulsé, continu et couleur) permettent quand à eux l'évaluation des flux entre les différentes cavités cardiaques. Ils sont essentiels pour mettre en évidence des turbulences et des vitesses de flux anormales résultant d'anomalies morphologiques (sténoses, hypertrophies obstructives...). Ils sont enfin utilisés pour évaluer la fonction

ventriculaire systolique (vitesses maximales aortique et pulmonaire, temps d'accélération...) et diastolique (rapport des ondes mitrales : onde E (early diastole) / onde A (atrial systole)...).

Le Doppler Tissulaire ou TDI (Tissue Doppler Imaging) est une technique échocardiographique étudiée depuis quelques années chez le chat, qui permet d'évaluer les vitesses de mouvement du myocarde sur une surface délimitée. C'est la méthode décrite comme étant la plus sensible et spécifique pour détecter une anomalie de la fonction diastolique et permet ainsi de détecter des anomalies myocardiques équivoques ou indétectables en échocardiographie conventionnelle [39,12]. Le TDI peut être exploité en mode pulsé, temps-mouvement et couleur. Les études ont montré que cette technique met en évidence des différences significatives entre chats sains et chats atteints de CMH. Par exemple les vitesses E' mitrales, sont significativement plus faibles chez les chats atteints de CMH et signent un déficit diastolique, notamment le long de l'axe longitudinal du cœur [39]. Cette mise en évidence d'insuffisance diastolique a également été documentée chez un jeune chat Maine Coon positif pour la mutation MyBPC avant l'apparition d'hypertrophie myocardique [12]. Le mode TDI paraît donc intéressant pour détecter la présence de cardiomyopathies de façon encore plus précoce que l'échocardiographie conventionnelle, mais mérite encore d'autres investigations pour en faire un outil de dépistage sensible.

A l'échelle de l'individu, l'identification du type de cardiopathie et l'évaluation des modifications cardiologiques présentes lors de l'examen, grâce à l'échocardiographie, permet de proposer un traitement mieux adapté, tout en tenant compte de l'examen clinique et éventuellement d'autres examens complémentaires. A l'échelle de l'élevage, l'échocardiographie est essentielle pour identifier les individus porteurs de cardiopathies héréditaires afin d'adapter les plans de reproduction et limiter la transmission de la cardiopathie au sein de la race.

Lors de ces examens, les mesures prises sont comparées à des valeurs de référence du chat domestique. Ces valeurs usuelles ont été établies il y a plus de 20 ans et sur un nombre relativement restreint d'individus pour la majorité d'entre elles. Le tableau (1) résume les résultats de ces études chez le chat indemne de cardiopathie, non anesthésié :

Cependant, l'ensemble de ces résultats pourrait ne pas être adapté à la race Sphynx et l'interprétation de l'examen échocardiographique pourrait ainsi être erronée. Ceci justifie donc la réalisation d'une étude pour la mise en place des intervalles de référence échocardiographiques pour le Sphynx.

Tableau 1: Valeurs de référence des paramètres échocardiographiques en mode temps mouvement chez le chat indemne de cardiopathie, non anesthésié (d'après [55, 33, 63, 45])

	Pipers (1979)	Jacobs (1985)	Sisson (1981)	Moise (1986) [X +/- SD]
VDd (cm)	-	0,00 - 0,70	0,00 - 0,83	-
VDs (cm)	-	0,27 - 0,94	-	-
PVDs (cm)	-	0,23 - 0,43	-	-
VGd (cm)	1,12 - 2,18	1,20 - 1,98	1,08 - 2,14	1,51 +/- 0,21
VGs (cm)	0,64 - 1,68	0,52 - 1,08	0,40 - 1,12	0,69 +/- 0,22
FR (%)	23 - 56	39 - 61	40,0 - 66,7	55 +/- 10,2
LVET (s)	0,11 - 0,19	0,10 - 0,18	-	-
Vcf (cm/s)	1,27 - 4,55	2,35 - 4,95	-	-
SIVd (cm)	0,28 - 0,60	0,22 - 0,40	0,30 - 0,60	0,50 +/- 0,07
SIVs (cm)	-	0,47 - 0,70	0,40 - 0,90	0,76 +/- 0,12
PVGd (cm)	0,32 - 0,56	0,22 - 0,44	0,25 - 0,60	0,46 +/- 0,05
PVGs (cm)	-	0,54 - 0,81	0,43 - 0,98	0,78 +/- 0,10
Ao (cm)	0,40 - 1,18	0,72 - 1,19	0,60 - 1,21	0,95 +/- 0,15
AG (cm)	0,45 - 1,12	0,93 - 1,51	0,70 - 1,70	1,21 +/- 0,18
AG/Ao	-	0,95 - 1,65	0,88 - 1,79	1,29 +/- 0,23
E-Se (cm)	-	0,00 - 0,21	0,00 - 0,20	0,04 +/- 0,07
FC (bpm)	120 - 240	147 - 242	120 - 240	182 +/- 22
Poids (kg)	2,3 - 6,8	1,96 - 6,26	2,7 - 8,2	4,3 +/- 0,5
Nombre	25	30	79	11

Tableau 2 : Moyenne et écart-type des paramètres échocardiographiques EMitr, AMitr et TRIV en mode doppler chez le chat indemne de cardiomyopathie, non anesthésié (d'après [59,19])

	Santilli (1998)	Disatian (2008)
EMitr (m/s)	0,67 +/- 0,13	0,70 +/- 0,14
AMitr (m/s)	0,59 +/- 0,14	0,65 +/- 0,14
TRIV (ms)	55,40 +/- 13,24	46,2 +/- 7,6
Nombre	20	87

Pour le diagnostic de cardiomyopathie hypertrophique, les critères les plus communément admis chez le chat sont :

- Epaissement du septum inter-ventriculaire et/ou de la paroi ventriculaire gauche en diastole (SIVd et/ou PVGd) supérieur à 5,5 mm [28] ou 6 mm [24,35,6] selon les auteurs

- Présence de mouvement antérieur de la valve mitrale (SAM : systolic anterior motion) avec ou sans reflux mitral et dilatation atriale gauche [40]
- Déficit diastolique avec diminution de l'onde E mitrale avec possible inversion de E et A (rapport E/A < 1) [40]

Ces critères sont utilisés dans cette étude pour différencier les chats indemnes des chats équivoques ou positifs pour la cardiomyopathie hypertrophique.

II. VARIABILITÉ DES INTERVALLES DE RÉFÉRENCE CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT

II.1. GÉNÉRALITÉS

La création de races de chien ou de chat a conduit à des morphotypes tout à fait différents allant du lévrier au bouledogue anglais pour le chien, et du bengal au persan chez le chat! Mais la sélection sur des critères morphologiques a inévitablement entraîné des effets non prévus, comme la sélection de maladies génétiques qui peuvent mettre en péril une lignée ou même une race entière. Cette sélection a également entraîné la transmission de caractéristiques non visibles à l'œil nu compatibles avec une pleine santé et simplement différents d'une race à une autre.

On trouve de nombreux exemples d'« effet race » sur les examens complémentaires dans la littérature vétérinaire récente. C'est par exemple le cas des paramètres biochimiques qui peuvent varier d'une race à l'autre pour les chiens comme les chats. Dans l'étude de Reynolds [56], portant sur 4 races de chats, un effet race significatif est démontré pour 9 analytes plasmatiques sur 13 (glucose, urée, créatinine, protéines totales, albumine, calcium total, CO₂ total, ALAT) indépendamment des différences de poids inhérentes aux races étudiées. Deux études de Nielsen [50,51] démontrent l'existence d'intervalles de référence différents pour certains paramètres biochimiques, hématologiques et de coagulation (éosinophiles, CHM, PAL, GGT, Bilirubine, cholestérol, amylase, temps de céphaline activé) dans la race Bouvier Bernois, sans qu'une cause particulière soit identifiée. La variation inter raciale est donc une première explication à ces intervalles de référence éloignés de ceux publiés pour le chien en général.

La race est une cause de variation des valeurs de référence mais bien d'autres facteurs influencent ces dernières. De nombreuses études ont montré l'influence du poids et de l'âge sur certains paramètres. Le sexe est un facteur dont l'influence est remise en question selon les études et les variables étudiées. De nombreux autres facteurs de variation ont été étudiés comme les conditions de vie, l'entraînement....

Ces facteurs de variation ainsi que les références bibliographiques sont donnés à titre d'exemple pour montrer l'importance de leur prise en compte. Le paragraphe II.2.3 indique de façon plus développée les différents facteurs de variation étudiés dans la littérature pour les paramètres échocardiographiques.

II.2. VARIABILITÉ DES PARAMÈTRES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES

II.2.1.1. INFLUENCE DE LA RACE CHEZ LE CHIEN

De nombreuses études mettent en évidence des variations inter raciales significatives :

Par exemple, une étude de O'Leary [52] sur 14 Bull Terrier apparemment indemnes de cardiopathie, met en évidence des particularités échocardiographiques chez la race : le diamètre aortique est significativement plus petit, la paroi ventriculaire gauche plus épaisse et la vitesse du flux transaortique plus grande, comparés aux valeurs de référence chez le chien pour un poids similaire. Ainsi, l'observation d'un diamètre aortique plus petit et de l'épaississement pariétal du ventricule gauche sans connaître les particularités de la race, pourrait être associée à tort à une obstruction de la chambre de chasse du ventricule gauche, à laquelle est prédisposée la race Bull Terrier. Ces spécificités identifiées chez le Bull Terrier peuvent donc permettre de réaliser une interprétation échocardiographique plus précise, en connaissance des particularités de la race.

L'étude de Morrison [46] montre également l'influence significative de la conformation sur tous les paramètres TM (sauf pour le ventricule droit) en échocardiographie chez le chien. Son étude porte sur des races très différentes du point de vue morphologique (Welsh Corgi Pembroke, Caniche nain, Lévrier Afghan et Golden Retriever) afin de montrer la variabilité inter raciale tout en prenant compte des différences de poids. La conformation, et donc la race du chien influe donc sur les paramètres d'échocardiographie.

Plusieurs équipes ont ainsi mené des études pour référencer les paramètres échocardiographiques dans de nombreuses races, et ces valeurs sont reprises dans les manuels d'échographie [7] pour le Greyhound, le Beagle, le Caniche Nain, le Golden Retriever, le Cocker Spaniel... et bien d'autres races encore.

II.2.1.2. INFLUENCE DE LA RACE CHEZ LE CHAT

La variation de poids et de conformation entre les races de chat a longtemps été négligée dans les études sur les valeurs de référence échocardiographiques et seuls les paramètres du « chat domestique » ont été publiés. En effet, les études de différentes races de chiens sont nombreuses mais une seule étude est disponible, aujourd'hui, sur la mesure des paramètres échocardiographiques spécifiques d'une race de chat. En 2005, Drourr & al [20] ont publié les valeurs échocardiographiques de référence en mode temps mouvement du Maine Coon. Cette étude prospective a porté sur un échantillon de 105 chats adultes, de race Maine Coon, indemnes de cardiomyopathie, et non sédatisés. Elle a révélé que les valeurs de référence suivantes chez le Maine Coon sont significativement plus élevées que celles publiées pour le chat domestique [63]: VGd, VGs, SIVs, PVGs, AG et Ao, et tout particulièrement VGd, AG et Ao :

Malgré une moyenne de poids significativement plus grande de la race Maine Coon par rapport aux chats domestiques de l'étude de Sisson prise pour référence, le poids n'est pas la seule cause de différence des valeurs échocardiographiques. En effet, la comparaison des valeurs du groupe Maine Coon femelle, qui présentent une moyenne de poids proche de celle des chats domestiques de l'étude de Sisson [63], montre également une différence significative des paramètres échocardiographiques de la race Maine Coon par rapport aux valeurs des chats domestiques.

Cette étude sur le Maine Coon, met en évidence l'importance de la considération de la variabilité inter raciale des paramètres échocardiographiques au sein d'une même espèce, afin de réaliser une interprétation correcte de l'examen échocardiographique. Il paraît donc important, comme le souligne Drourr [20], de réaliser des bases de données pour chaque race, notamment celles prédisposées à une cardiopathie.

II.3. AUTRES FACTEURS INFLUENCANT

II.3.1. AGE

L'âge du chat peut être un facteur de variation des mesures échocardiographiques. Plusieurs études se sont intéressées à cette influence sur des chats en croissance, comme sur des chats âgés.

L'étude de Schille [60] étudie les paramètres en mode 2D et TM chez 35 chatons en croissance âgés de 2 à 12 semaines. Il montre que les paramètres du ventricule gauche (VGs,

VGd, SIVs, SIVd, PVGs, PVGd), mais aussi les diamètres atrial gauche et aortique (AG, Ao) sont corrélés positivement avec l'âge. Ces mêmes paramètres sont également corrélés positivement avec le poids et la surface corporelle. Aucune corrélation n'est toutefois retrouvée pour la fraction de raccourcissement (FR), la fraction d'éjection, le pourcentage d'épaississement du septum et de la paroi ventriculaire gauche, le rapport AG/Ao, et le rapport SIVd/PVGd par rapport à l'âge, le poids ou la surface corporelle. Cette étude ne permet pas de conclure sur l'influence réelle de l'âge puisque l'âge est également fortement corrélé au poids et à la surface corporelle qui sont des facteurs influençant les paramètres échocardiographiques (cf infra). Cependant, elle permet d'avoir des valeurs de référence pour le chaton afin d'évaluer les dimensions et les indices cardiaques pendant la croissance.

Concernant les paramètres Doppler, les résultats concernant l'influence de l'âge diffèrent. Une étude de Santilli [59] effectuée sur 20 chats sains non anesthésiés et indemnes de cardiopathie indique que la vitesse maximale de l'onde A ainsi que la vitesse maximale de l'onde S du flux veineux pulmonaire sont corrélés positivement avec l'âge. Le rapport EMitr/AMitr et le temps de remplissage diastolique sont quant à eux corrélés négativement avec l'âge des chats, alors que le temps de décélération de l'onde E transmitrale (TdMitr), la vitesse de l'onde rétrograde du flux veineux pulmonaire, la vitesse de l'onde diastolique du flux veineux pulmonaire et la vitesse de l'onde E transmitrale (EMitr) ne sont pas corrélés à l'âge. Ainsi plusieurs paramètres concernant la phase tardive de la diastole ventriculaire sont corrélés de façon significative avec l'âge alors que ceux concernant la phase précoce de la diastole sont indépendants de l'âge. L'auteur conclut donc que la fonction diastolique précoce (Early diastole) est conservée chez le chat avec l'âge tandis que la phase de contraction atriale est modifiée avec une évolution vers une hyper contractilité atriale chez le chat âgé.

Une autre étude met en évidence l'absence de modification des vitesses E', A' et S' en doppler tissulaire, en fonction de l'âge. Elle indique ainsi qu'il n'existe pas de déficit diastolique lié à l'âge chez le chat comme on peut le trouver chez l'homme ou le chien grâce à la mesure des vitesses myocardiques en doppler tissulaire [61].

Les résultats d'une troisième étude diffèrent encore des précédents : Disatian [19] montre qu'il existe des corrélations entre l'âge et la vitesse du E transmitral (EMitr), le temps de remplissage isovolumique (TRIV), la durée du flux veineux pulmonaire rétrograde et la vitesse systolique du flux veineux pulmonaire. Lorsque l'effet de la fréquence cardiaque est pris en compte, le Emitr, le TRIV mais aussi la vitesse du A transmitral (AMitr) sont corrélés à l'âge. Cependant, les corrélations sont faibles et n'ont pas d'importance clinique d'après l'auteur qui indique que l'établissement des valeurs de référence en fonction de l'âge pour ces paramètres n'est pas utile.

Les études n'exposent donc pas de résultats convergents, notamment sur les chats âgés, avec une diminution de compliance du ventricule gauche et de la fonction diastolique variable selon les auteurs. Il est néanmoins important de prendre en compte l'âge du chat,

notamment les chats âgés mais aussi les chats en croissance ; ces derniers ayant des intervalles de référence publiés pour la période de croissance de 2 à 12 mois.

II.3.2. SEXE

Les études sur les paramètres échocardiographiques d'une race ne s'accordent pas toutes sur l'influence du sexe sur les mesures cardiaques. Vollmar [67] ou Muzzi [48] ne trouvent pas de différence significative entre mâles et femelles chez le chien. Au contraire, Crippa [18], indique qu'il existe une différence significative entre mâles et femelles pour la mesure de la paroi du ventricule gauche en systole (PVGs) comme en diastole (PVGd). Lobo [36] montre que chez l'Estrela, les mâles ont des mesures cardiaques plus grandes que les femelles pour VGs, SIVs et Ao.

Concernant le chat, l'étude de Drourr [20] qui étudie les valeurs de référence échocardiographiques en mode TM chez le Maine Coon a mis en évidence des différences de résultat faibles mais significatives entre mâles et femelles. En effet, le VGd moyen est significativement plus grand chez les mâles que chez les femelles. On retrouve la même différence significative pour les diamètres de l'atrium gauche (AG) de l'aorte (Ao). On remarque cependant que ce sont ces mêmes paramètres qui sont dépendants du poids. Or les Maine Coon mâles sont plus lourds que les femelles (6.48 ± 0.92 kg pour les mâles contre 4.86 ± 1.17 kg pour les femelles). Les différences de mesures échocardiographiques entre les deux sexes pourrait n'être en réalité, que la traduction de la différence de poids entre les deux sexes.

L'influence du sexe sur les mesures échocardiographiques n'est donc pas prouvée aujourd'hui, en particulier chez le chat.

II.3.3. POIDS ET SURFACE CORPORELLE

L'influence du poids est retrouvée dans de nombreux articles et plusieurs corrélations entre poids et valeurs des paramètres échocardiographiques sont mises en évidence, cependant, les résultats ne sont pas identiques en ce qui concerne l'identification des paramètres échocardiographiques dépendants du poids.

Fox [23] a publié les valeurs échocardiographiques d'après 30 chats sédatisés avec de la kétamine et indique que l'Ao, la PVG, le SIV, le rapport SIV/PVG et la Vcf sont corrélés de

façon positive avec le poids et la surface corporelle tandis que le LVET leur est corrélé de façon négative. La surface corporelle est également corrélée de façon positive avec la fraction de raccourcissement (FR).

L'équipe de Jacobs [33] a également montré qu'il existe un lien entre poids et mesures échocardiographiques : il met en évidence une corrélation positive significative entre le poids et les dimensions des chambres cardiaques (Ao, AG, VDd et VDv) ainsi que l'épaisseur des parois (PVGd et PVGs) chez le chat. En revanche, aucune corrélation n'est mise en évidence pour les indices AG/Ao, E-Se, FR et Vcf.

Dans l'étude de Drour [20] sur l'établissement des valeurs de référence échocardiographiques du Maine Coon, la réalisation de régressions linéaires entre le poids et chaque paramètre montre qu'il existe une relation faible mais significative entre le poids et chacune des variables suivantes : VGd, PVGd, PVGs, SIVs, AG et Ao. Parmi elles, les variables ayant la plus forte corrélation avec le poids sont : VGd, AG et Ao, ces variables étant les plus significativement différentes par rapport aux données des chats domestiques également.

Chez le chien, Morrison [46] montre que ce n'est pas seulement le poids du chien qui influence mais également son morphotype. En effet, des chiens d'une même race et de poids différent peuvent avoir des résultats d'examen échocardiographiques différents. Des chiens ayant une morphologie très différente pour un même poids (ou avec une correction des valeurs en fonction du poids) peuvent présenter des variations de mesures échocardiographiques. Morrison montre ainsi à la fois l'influence du poids et de la race sur les paramètres échocardiographiques chez le chien. Il est possible que l'influence de la morphologie et pas seulement celle du poids se retrouve chez le chat.

Les études s'accordent donc sur l'existence de l'influence du poids (ou de la surface corporelle) sur les paramètres échocardiographiques du chat, cependant ce ne sont pas les mêmes paramètres qui sont concernés dans les différentes études. Il est possible que la mise en évidence de ces corrélations soit difficile étant donné la faible variation de poids entre les chats d'une même race, ou même entre 2 races par rapport aux chiens par exemple. Il paraît néanmoins important de considérer l'importance du poids et/ou de la morphologie du chat pour interpréter les valeurs échocardiographiques, notamment si l'animal est particulièrement grand et /ou gros ou petit et /ou maigre (ex : Maine Coon mâle pesant en moyenne plus de 6kg [20]).

II.3.4. FRÉQUENCE CARDIAQUE

La fréquence cardiaque (FC) a un effet sur plusieurs paramètres cardiaques, dans certaines études, elle est même utilisée comme cofacteur pour éviter les biais dus à son influence.

L'équipe de Jacobs [33] a étudié l'influence de la fréquence cardiaque sur les paramètres TM du chat chez 41 individus non anesthésiés. L'absence d'administration d'anesthésiques ou de sédatifs est importante étant donné l'impact de ces molécules sur l'hémodynamique et la fréquence cardiaque (cf infra). Jacobs a ainsi montré qu'il existe une corrélation négative significative entre la fréquence cardiaque et certains paramètres cardiaques chez le chat : les diamètres ventriculaires gauche en systole et en diastole (VGs, VGs) et droit en systole (VDs), le diamètre de l'atrium gauche (AG) et par conséquent du rapport AG/Ao (le diamètre aortique n'étant pas corrélé à la FC dans cette étude). La fréquence cardiaque est également liée de façon négative avec la distance E-Se ainsi qu'avec le temps d'éjection du ventricule gauche (LVET). La fraction de raccourcissement (FR) et la vitesse de raccourcissement des fibres (Vcf) sont quant à elles corrélées positivement avec la fréquence cardiaque. Cette étude indique qu'il existe une réduction du diamètre des chambres cardiaques, particulièrement au niveau du ventricule gauche avec l'augmentation de la fréquence cardiaque, comme le souligne également l'étude de Schille [60]. Ce dernier indique l'existence d'une corrélation négative entre la fréquence cardiaque et les diamètres ventriculaires gauches (VGs et VGd) uniquement, aucun autre paramètre n'étant lié à la fréquence cardiaque. D'après ces 2 études [33,60] la fréquence cardiaque semble donc avoir une influence sur la taille des chambres cardiaques mais pas sur la mesure des épaisseurs des parois cardiaques.

Concernant les paramètres doppler, une étude [19] met en évidence l'existence d'une influence significative de la fréquence cardiaque sur la vitesse de l'onde A transmitrale (AMitr) ainsi que sur la vitesse systolique du flux veineux pulmonaire. Cependant cette corrélation est faible et n'a pas d'importance clinique selon l'auteur. Un autre auteur [59] met également en évidence une corrélation positive significative de la fréquence cardiaque avec le AMitr mais aussi avec la vitesse de l'onde A rétrograde du flux veineux pulmonaire. Une corrélation négative est décrite entre la fréquence cardiaque et le temps de relaxation iso volumique (TRIV) également. Lors d'une augmentation de la fréquence cardiaque le remplissage diastolique sera donc maintenu grâce à une adaptation de la contraction atriale en particulier

Il faut également remarquer que la modification de la fréquence cardiaque peut entraîner des modifications des images échocardiographiques. En effet, lors de tachycardie, les ondes mitrale et/ou tricuspидienne E et A peuvent être fusionnées [59]. Il est alors

impossible de réaliser la mesure séparée de chacune de ces ondes ainsi que du temps de décélération de E (TdMitr ou TdTric).

Chez le chat comme chez l'homme, il a été montré que la consultation médicale ou la réalisation d'examens complémentaires pouvait entraîner des modifications hémodynamiques. Ainsi, une étude [4] a mis en évidence l'existence d'un « effet blouse blanche » chez le chat. Sous l'effet du stress du transport, de la consultation ou de la réalisation d'examens, la fréquence cardiaque et la pression artérielle augmentent chez le chat. Le stress pourrait ainsi modifier les résultats des données échocardiographiques en induisant une augmentation de la fréquence cardiaque pendant l'examen échocardiographique.

II.3.5. PRESSION ARTÉRIELLE

L'hypertension artérielle peut amener à une modification de la morphologie cardiaque et en particulier à une hypertrophie concentrique du ventricule gauche. L'hypertension artérielle fait ainsi partie du diagnostic différentiel lors de suspicion de CMH lors d'une échocardiographie. Plusieurs études se sont intéressées à l'effet de l'hypertension artérielle sur les valeurs de mesures échocardiographiques chez le chat.

Plusieurs études du début des années 2000 montrent que lors d'hypertension artérielle chez le chat (pression artérielle systolique supérieure à 170 ou 180 mmHg selon les études) des modifications des mesures échocardiographiques sont présentes. Chez 15 à 21 % des chats [9,29], les paramètres échocardiographiques sont dans les valeurs usuelles, ceci peut être expliqué, d'après l'auteur, par l'existence récente d'hypertension chez ces chats et des mesures réalisées avant l'apparition d'hypertrophie ventriculaire gauche. Chez les autres chats, on trouve au moins une des modifications décrites ci après :

L'augmentation de l'épaisseur du septum inter-ventriculaire en diastole (SIVd) et/ou en systole (SIVs) ainsi que l'augmentation de l'épaisseur de la paroi ventriculaire gauche en diastole (PVGd) et en systole (PVGs) sont largement rapportées. L'hypertrophie concentrique du ventricule gauche (avec des valeurs seuil de 5,5 à 6 mm selon les études) est présente chez 48 à 74 % des chats hypertendus selon les auteurs. Cette hypertrophie est symétrique chez 16 à 32% des chats et asymétrique chez 33 à 58 % des chats. Pour les hypertrophies asymétriques on trouve 23% à 53% de chats avec un épaissement du PVGd et 5 à 10% de chats avec un épaissement du SIVd.

La diminution du diamètre ventriculaire gauche est décrite dans plusieurs études, avec une diminution du VGd chez 12 % des chats et de VGs dans 12% des cas également

d'après Henik. Les mesures sont dans les valeurs usuelles dans 87 et 84 % des cas respectivement [29].

L'augmentation du diamètre de l'atrium gauche est décrite mais reste dans les valeurs usuelles pour 75 à 95% des chats [29,65]. Le diamètre aortique est rapporté comme étant dans les valeurs usuelles la plupart du temps et variable dans les autres cas. Le rapport AG/Ao est ainsi augmenté ($> 1,6$) dans 28 % des cas étudiés [29].

L'augmentation de l'épaisseur du septum inter-ventriculaire sous aortique est rapportée dans une étude qui indique également que le rapport des diamètres de l'aorte descendante sur celui de l'anneau aortique supérieur à 1,25 est indicateur d'hypertension [49].

Les études s'accordent sur l'absence de corrélation entre le degré d'hypertrophie du ventricule gauche et les valeurs de pression artérielle systolique.

La mesure de la pression artérielle sur certains chats lors de la consultation peut être faussée par le stress et l'effet « blouse blanche » [4]. Cependant, l'augmentation temporaire de la pression artérielle (le temps de l'examen échocardiographique excédant rarement 30 min), ne suffit pas à modifier les mesures échocardiographiques. En effet, c'est lors d'hypertension artérielle persistante, et donc pathologique, que se mettent en place les modifications morphologiques et donc les modifications des mesures échocardiographiques, telle que l'épaississement de la paroi du ventricule gauche.

II.3.6. ÉTAT D'HYDRATATION

L'état d'hydratation modifié expérimentalement entraîne des modifications des paramètres échocardiographiques. La déshydratation induite expérimentalement entraîne notamment une diminution de la dimension de l'atrium gauche (AG) et du rapport AG/Ao, mais également une diminution du diamètre ventriculaire gauche en systole et en diastole (VGs et VGd), avec l'observation d'une cavité ventriculaire gauche oblitérée en systole dans plus de la moitié des cas étudiés (6 sur 10). Le septum inter ventriculaire et la paroi ventriculaire gauche apparaissent plus épaissis avec des mesures pouvant dépasser 6 mm. Ainsi, des diagnostics de CMH pourraient être faussement réalisés chez des chats déshydratés. L'administration de soluté cristalloïde à 10 ml/kg/ h entraîne l'augmentation du diamètre atrial gauche (AG) entraînant une augmentation du rapport AG/Ao pouvant dépasser la valeur seuil de 1,5. On observe aussi une augmentation du diamètre ventriculaire gauche en diastole (VGd), et donc l'augmentation de la fraction de

raccourcissement FR. L'apparition de souffles cardiaques est détectée à l'auscultation suite à la perfusion de 10ml/kg/h également [8].

La modification du volume sanguin circulant influe donc sur la mesure des cavités et parois cardiaques à l'échographie. De plus les modifications dues à un déficit volumique de 10 % peuvent amener à un diagnostic erroné de CMH. L'état d'hydratation semble donc être un facteur à prendre en compte dans le diagnostic de CMH, cependant, cela paraît moins pertinent dans le cadre du dépistage puisque les animaux n'ont à priori pas de raison d'être déshydratés ou d'avoir reçu une perfusion. De plus, l'auteur de l'étude souligne que les résultats ont été obtenus expérimentalement et que les conséquences d'une déshydratation dans des conditions normales pourraient aboutir à des résultats différents [8].

II.3.7. SÉDATION ET ANESTHÉSIE

Le chat étant un animal qui supporte parfois mal la contention de longue durée, certains auteurs ont choisi de réaliser leurs échocardiographies sur des chats sédatisés ou anesthésiés. Cependant, cette contention chimique, si elle peut permettre de réaliser un examen dans de meilleures conditions et donc de meilleure qualité, entraîne des modifications circulatoires et peut modifier les mesures échocardiographiques. Les agents anesthésiques peuvent en effet entraîner une modification de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle ... Quelques études ayant été réalisées sur des chats anesthésiés ont ainsi mis en évidence, en comparant leurs résultats avec ceux des études ayant été réalisées sur des chats non sédatisés, que certaines molécules anesthésiques avaient un effet non négligeable sur certains paramètres cardiaques à l'échocardiographie.

Une étude de Allen [2] étudie les paramètres échocardiographiques du chat en réalisant une anesthésie au pentobarbital sur les sujets de son étude. Les données mesurées en mode TM sont ensuite comparées à celle de Pipers [55] qui, a travaillé sur des chats non sédatisés. L'équipe d'Allen montre ainsi que les paramètres échocardiographiques sont comparables entre les 2 études, sauf pour 2 paramètres. Le pourcentage de changement du plus petit diamètre du ventricule gauche et la vitesse de raccourcissement circonférenciel des fibres du VG (VcF) sont significativement diminués lors d'anesthésie au pentobarbital, alors que la dimension du ventricule gauche en fin de diastole (VGd) est conservée. Ceci met en évidence une diminution de la contractilité du ventricule gauche et donc l'effet dépresseur du pentobarbital sur la contractilité myocardique.

Une autre équipe [23] a étudié l'effet de la sédation à la kétamine en réalisant des échocardiographies en mode TM sur 30 chats sains sédatisés avec 1,5 à 2,5 mg/kg de kétamine et en les comparant avec 3 autres études [66,2,55]. Certains paramètres se

rèvent modifiés comme les mesures Ao et AG qui sont plus élevées que chez les chats non sédatisés de l'étude de Pipers. Le LVET est également plus petit chez les chats ayant reçu de la kétamine que chez les chats non anesthésiés. On retrouve également une Vcf plus importante chez les chats ayant reçu de la kétamine. L'administration de cet anesthésique entraîne, en particulier, une augmentation de la fréquence cardiaque ainsi que de la pression artérielle. L'augmentation de la fréquence cardiaque peut expliquer l'observation d'un LVET plus faible chez les chats anesthésiés par rapport à ceux qui ne le sont pas. Cependant, pour expliquer les modifications observées, il est difficile de faire la part des choses entre l'influence de la molécule elle-même sur les paramètres cardiaques et celle de l'augmentation de la fréquence cardiaque provoquée par la kétamine. Une autre équipe a également utilisé la kétamine, et suggère que l'augmentation de fréquence cardiaque n'est pas la seule explication aux modifications observées. Jacobs [34] réalise des échocardiographies sur 14 chats sains anesthésiés grâce à 3 – 5 mg/kg de kétamine par voie intra musculaire. Il remarque une augmentation de la fréquence cardiaque mais aussi du SIVs et de la PVGd, ainsi qu'une diminution du VGd et de la FR. En prenant en compte la fréquence cardiaque comme covariante, seuls le VGd, la FR et la Vcf sont diminués lors d'administration de la kétamine. L'augmentation de la FC n'est donc pas la seule cause de la baisse de contractilité observée. Cependant, l'auteur ne peut pas déterminer précisément ce qui est altéré entre la précharge, la postcharge, la contractilité ou la fréquence cardiaque qui interviennent toutes dans la contractilité du ventricule gauche.

L'administration de molécules anesthésiques entraîne donc des modifications des mesures échocardiographiques variées selon la molécule utilisée et le protocole choisi. Il paraît plus prudent d'effectuer l'examen échographique grâce à une contention douce afin de s'affranchir de toutes ces modifications. Si la contention chimique s'avère nécessaire, il faudra donc interpréter les résultats avec précaution, en s'adaptant aux effets de la molécule choisie.

II.3.8. POSITION DE L'ANIMAL PENDANT L'EXAMEN

L'examen échocardiographique peut s'effectuer sur un animal debout ou en décubitus latéral, grâce à une table trouée, permettant l'accès au thorax pour l'opérateur, à la convenance de ce dernier.

Chetboul et al. [10] se sont interrogés sur l'influence du positionnement de l'animal sur les mesures échocardiographiques. Pour cela, ils ont étudié l'influence de la position (debout ou décubitus latéral) sur les mesures échocardiographiques en mode TM, en comparant les données mesurées dans chaque position pour un même animal. Quatre chiens ont été échographiés trois fois dans chacune des 2 positions par 2 opérateurs

diplômés et expérimentés en cardiologie vétérinaire. L'expérience permet d'évaluer les variations entre chaque position ainsi que la variabilité inter et intra opérateur. Cette étude a montré que la variabilité intra et inter opérateur est faible, si l'opérateur est expérimenté. Ainsi, pour un opérateur expérimenté, une mesure de chaque paramètre suffirait pour la réalisation de l'échocardiographie sur des chiens ne présentant pas d'arythmie. Pour les deux opérateurs, il est noté que la répétabilité des mesures est bonne pour les deux positions mais elle est meilleure avec un chien en position debout pour les paramètres suivants : cavité ventriculaire gauche en fin de systole (VGs), épaisseur de la paroi libre du ventricule gauche en systole et en diastole (PVGs et PVGd), et rapport des diamètres de l'atrium gauche et de l'aorte (AG/Ao). La répétabilité de la mesure de l'épaisseur du septum inter-ventriculaire en systole et en diastole (SIVs et SIVd) est quant à elle meilleure en décubitus latéral. Elle est identique pour les 2 positions pour les mesures de la cavité ventriculaire gauche en fin de diastole (VGd) et de la fraction de raccourcissement (FR). Chetboul *et al.* ont donc montré que la réalisation de l'échocardiographie debout donne des résultats équivalents et une meilleure répétabilité de l'examen (excepté pour les mesures du septum inter-ventriculaire) à l'examen en décubitus latéral chez le chien [10].

Aucune étude semblable n'a été menée chez le chat, cependant, il nous paraît possible de supposer que l'examen en position debout, moins stressante pour le chat et plus sûre en cas de détresse respiratoire que le décubitus latéral, permet de réaliser un examen échocardiographique de qualité. De plus, une étude sur la répétabilité des mesures échocardiographiques à l'ENVT chez le chat en position debout a été menée récemment [47], et a montré que pour 30 des 47 paramètres mesurés les coefficients de variation de répétabilité sont faibles ($CV < 15\%$). Cependant, la variabilité est moyenne ($15\% < CV < 20\%$) pour 5 paramètres, et forte ($20\% \leq CV \leq 30\%$) pour 7 paramètres pour les mesures suivantes : mesures relatives aux mouvements de la valve mitrale en mode TM (E-S, DE et EF), le Ta TP, le PEP, et donc le rapport PEP/LVET, le TRIV, les mesures du volume du ventricule gauche par la technique de SIMPSON, Ta Ao et Td Tric. Même si la répétabilité est bonne pour la plupart des paramètres mesurés à l'ENVT avec des chats en position debout, il est donc conseillé d'effectuer plus d'une mesure pour chaque paramètre lors de l'échocardiographie afin de limiter les erreurs, en particulier pour les paramètres cités ci-dessus.

III. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Plusieurs équipes ont publié des valeurs de référence échocardiographiques chez le chat domestique et se sont intéressées à l'influence de différents facteurs (âge, poids, fréquence cardiaque...) mais une seule s'est intéressée à l'influence de la race [20]. Cette dernière a montré qu'il existait, indépendamment du poids, une influence significative de la race sur les paramètres échocardiographiques par rapport aux valeurs publiées pour le chat toutes races confondues. De la même façon, notre étude est destinée à identifier les particularités échocardiographiques du Sphynx afin d'améliorer l'examen échocardiographique dans cette race, et notamment pour le dépistage de la CMH.

L'étude des examens échocardiographiques de Sphynx indemnes de cardiopathie permet d'établir les valeurs de référence échocardiographiques dans la race et de les comparer avec les valeurs des chats précédemment publiées. Ces mesures permettent également d'évaluer l'influence du poids et de l'âge sur ces paramètres.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES

I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

I.1. SÉLECTION DES SUJETS D'ÉTUDE

Les animaux présentant des signes de cardiopathie sont éliminés de l'étude selon les critères suivants:

- Existence d'un souffle cardiaque
- Parois en diastole (SIVd et/ou PVGd) > ou = à 6mm
- Mouvement antérieur mitral en systole ventriculaire (SAM= systolic anterior motion)
- Reflux mitral ou tricuspide objectifé en mode Doppler associés ou non à une dilatation atriale
- Hypertrophie des muscles papillaires entraînant une quasi oblitération de la cavité ventriculaire gauche en diastole (+/- hétérogénéité du myocarde) objectifés en mode bi dimensionnel
- Déficit diastolique (inversion de E et A mitral)

I.2. POSITIONNEMENT DES CHATS

Le chat est positionné sur la table de consultation d'échographie, en position debout, en présentant en premier lieu le profil droit. Les pinces ECG sont positionnées délicatement et imbibées d'alcool pour permettre une bonne transmission. Le chat est maintenu calmement en position debout par une personne, le propriétaire étant toujours présent pour rassurer l'animal (à la tête de l'animal ou plus rarement directement à la contention). Le Sphynx étant un chat nu, aucune tonte n'est nécessaire. Du gel échographique est appliqué entre la sonde et la peau pour optimiser la qualité de l'image. Une fois l'ensemble des coupes parasternales droites effectuées, le chat est présenté du côté gauche afin de réaliser les dernières mesures. Aucune sédation ni anesthésie n'a été faite pour réaliser l'examen échocardiographique. Les chats qui ne supportaient pas un examen complet n'ont pas été pris en compte dans l'étude.

I.3. MATÉRIEL D'ÉCHOCARDIOGRAPHIE

Les échocardiographies se sont déroulées à 2 endroits différents : 67 échocardiographies ont été réalisées à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, dans la salle dédiée à l'échographie. L'échographe utilisé était un Logiq 7 équipé d'une sonde sectorielle 8-11 MHz et d'une sonde phase array 2-5 MHz. Les 39 autres échocardiographies ont été réalisées dans une salle réservée à cet effet à la société Scil, à Strasbourg. L'échographe utilisé était un Vivid i équipé d'une sonde sectorielle 8-11 MHz et d'une sonde phase array 5-8 Mhz. Dans les 2 cas, l'examen était fait dans le calme, avec une lumière faible. Des images fixes et des films sont enregistrés pour chaque chat afin que toutes les données originales soient disponibles

I.4. RÉALISATION DES EXAMENS D'ÉCHOCARDIOGRAPHIE

Tout au long de l'examen, l'homogénéité du myocarde et de l'endocarde est évaluée. Chaque paramètre est mesuré à deux reprises, de façon successive, afin d'obtenir une valeur moyenne, plus précise qu'une mesure unique. Les mesures sont réalisées selon les recommandations de la société américaine d'échocardiographie [58].

L'étude débute par abord parasternal droit, la sonde étant positionnée entre le 3^{ème} et le 6^{ème} espace intercostal. Les coupes successives permettent de réaliser les différentes mesures en mode TM et BD relatives au ventricule gauche, à l'atrium gauche, à l'aorte et à l'étude doppler du tronc pulmonaire.

La première coupe réalisée est la coupe transversale ventriculaire gauche. Cette coupe permet une évaluation subjective de la présence d'hypertrophie des muscles papillaires et de l'oblitération possible de la cavité ventriculaire gauche en systole par ces derniers. Comme tout au long de l'examen, l'homogénéité du myocarde et de l'endocarde est également évaluée.

Pour commencer, les mesures relatives au ventricule gauche sont enregistrées en mode temps-mouvement (TM), par abord parasternal droit transventriculaire petit axe (ou « coupe transversale »), à égale distance des piliers du ventricule gauche (Figure 1):

SIVd : épaisseur du septum inter-ventriculaire en diastole

SIVs : épaisseur du septum inter-ventriculaire en systole

VGd : diamètre interne du ventricule gauche en diastole

VGs : diamètre interne du ventricule gauche en systole

PVGd : épaisseur de la paroi libre du ventricule gauche en diastole

PVGs : épaisseur de la paroi libre du ventricule gauche en systole

Les mesures télédiastoliques sont réalisées en prenant le début du QRS de l'ECG comme repère.

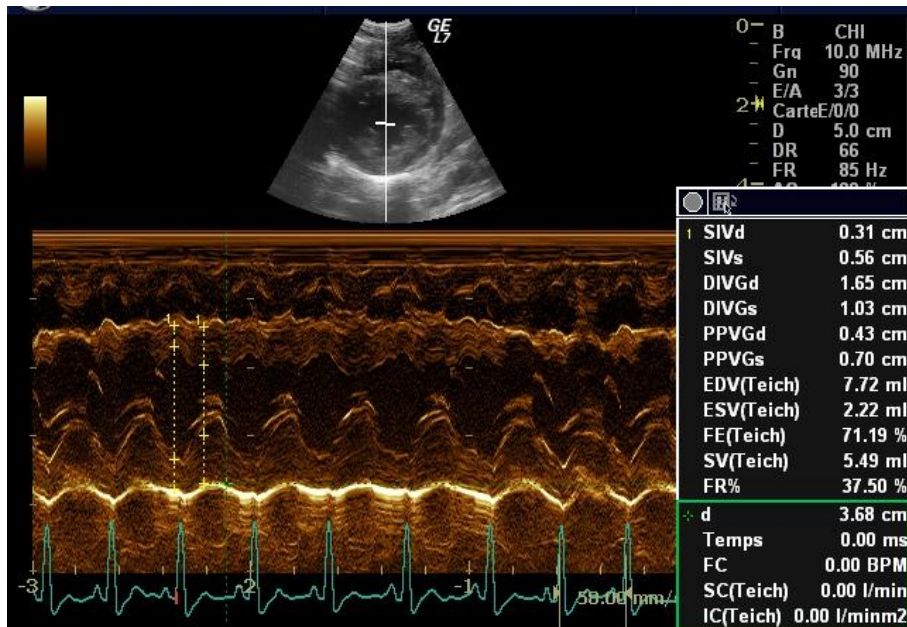


Photo (INP-ENVT ; Médecine Interne)

Figure 1 : Échocardiogramme obtenu en mode temps-mouvement à partir de la coupe « petit axe transventriculaire » en abord parasternal droit

La sonde est ensuite déplacée pour obtenir la coupe petit axe, transaortique. Les mesures du diamètre de l'aorte (**Ao BD**) et celui de l'atrium gauche (**AG BD**) sont obtenues en mode BD, en fin de systole ventriculaire avec visualisation des cuspidés aortiques venant juste de se fermer (Figure 2). Le rapport **AG/Ao BD** est ainsi calculé.

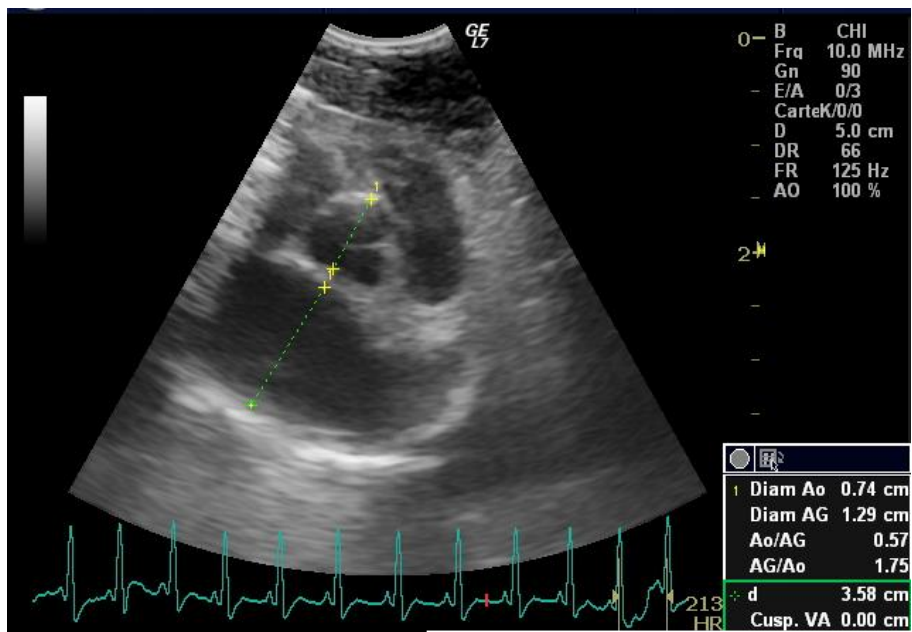


Photo (INP-ENVT ; Médecine Interne)

Figure 2 : Échocardiogramme obtenu en mode bidimensionnel à partir de la coupe « petit axe transaortique » en abord parasternal droit

L'étude se poursuit par l'obtention de la coupe petit axe transaortique modifiée permettant la visualisation du tronc pulmonaire (Figure 3). L'étude Doppler en mode pulsé est réalisée et permet d'obtenir la vitesse du flux trans pulmonaire (V_{TP}), le temps d'accélération (Ta_{TP}) et le temps d'éjection (Te_{TP}).

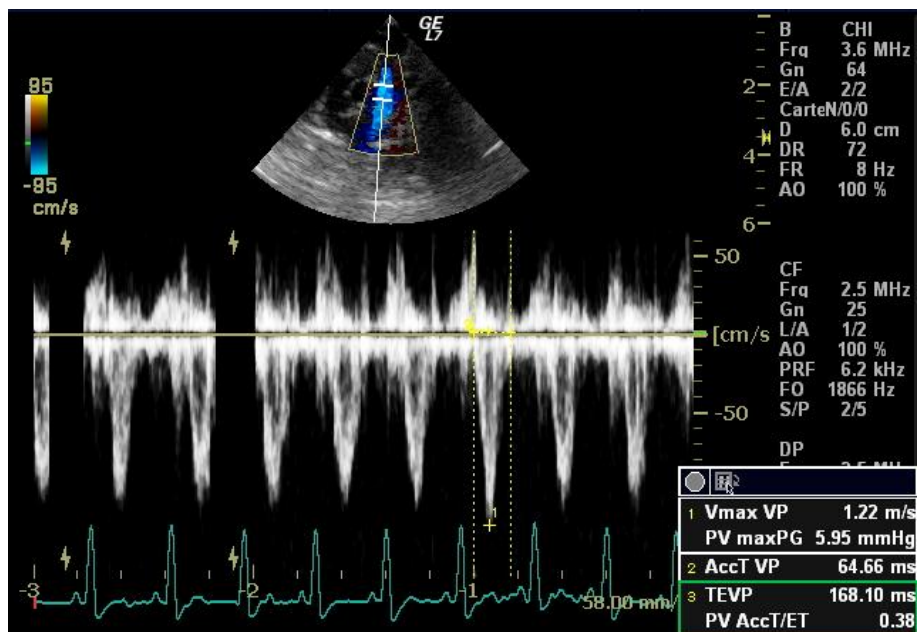


Photo (INP-ENVT ; Médecine Interne)

Figure 3 : Échocardiogramme obtenu en mode doppler pulsé à partir de la coupe « petit axe transaortique modifiée » en abord parasternal droit

Les mesures relatives au ventricule gauche (**SIVd**, **SIVs**, **VGd**, **VGs**, **PVGd**, **PVGs**) sont renouvelées en coupe longitudinale (ou « grand axe »), en mode TM, l'axe de tir étant perpendiculaire au septum inter-ventriculaire, cranialement aux cordages tendineux (Figure4).

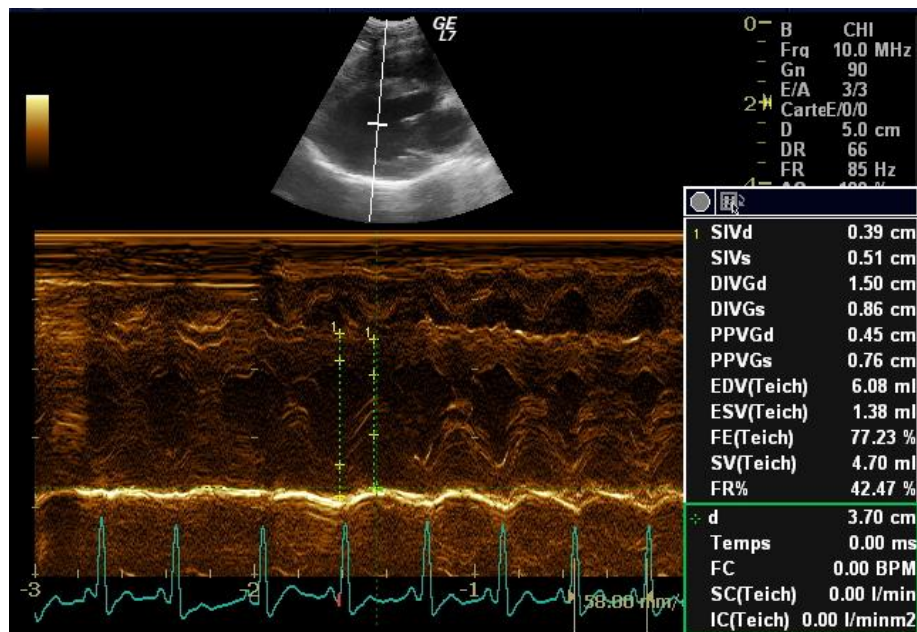


Photo (INP-ENVT ; Médecine Interne)

Figure 4 : Échocardiogramme obtenu en mode temps-mouvement à partir de la coupe « grand axe transventriculaire » en abord parasternal droit

Une étude est en cours sur la différence entre CT et CL à l'ENVT.

La mesure du segment **E-Se** est mesurée à partir de l'image en mode TM réalisée en coupe parasternale droite, grand axe, transmitrale.

En déplaçant la sonde vers la base du cœur, au niveau des cuspidés aortiques, on obtient la coupe parasternale droite grand axe trans aortique où l'on réalise une deuxième mesure de l'aorte (**Ao TM**) et de l'atrium gauche (**AG TM**). L'aorte est mesurée en fin de diastole ventriculaire tandis que l'atrium gauche est mesuré en fin de systole ventriculaire. Le rapport atrium gauche sur aorte (**AG/Ao TM**) est calculé (Figure 5).

Grace à cette même coupe, la séparation des cuspidés aortiques est déterminée (**SepCusp**) ainsi que le temps pré-éjectionnel (**PEP**) et le temps d'éjection systolique (**LVET**).

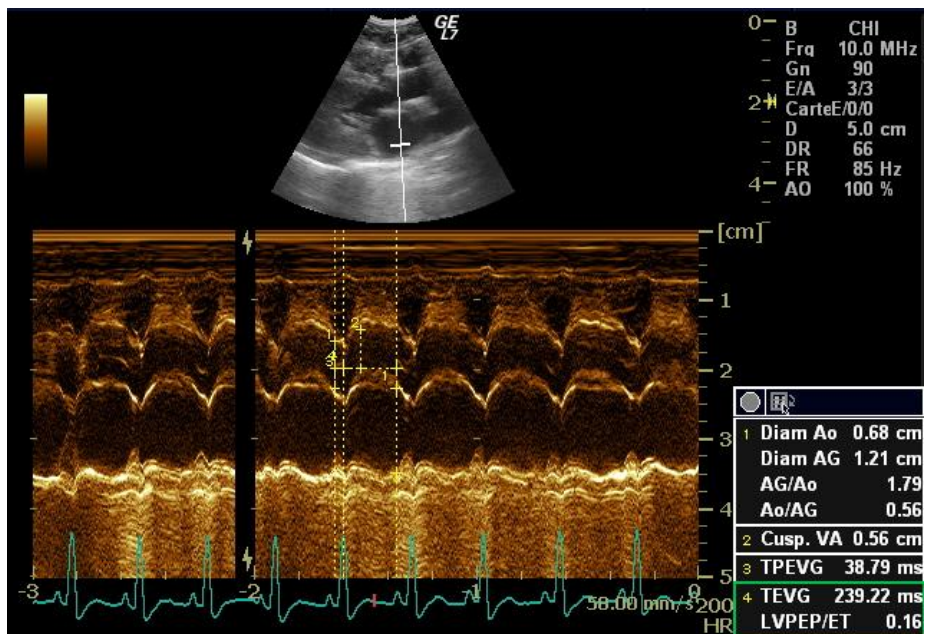


Photo (INP-ENVV ; Médecine Interne)

Figure 5 : Échocardiogramme obtenu en mode temps-mouvement à partir de la coupe « grand axe transaortique » en abord parasternal droit

Le chat est ensuite tourné de 180° afin de présenter le flanc gauche à l'opérateur. La sonde est alors positionnée entre le 5ème et le 7ème espace inter costal afin de réaliser les coupes parasternales gauches permettant de réaliser les études doppler du flux transmitral, transtricuspidien et transaortique.

Les flux transmitral et trans tricuspidien sont analysés en coupe parasternale gauche 4 cavités. L'étude du flux transmitral est débutée en positionnant l'échantillon juste derrière les valvules mitrales (Figure 6). Le Doppler couleur permet d'identifier l'existence d'un éventuel reflux puis le Doppler pulsé permet de mesurer la vitesse maximale de l'onde E : Early diastole (**EMitr**) et celle de l'onde A: Atrial systole (**AMitr**) ainsi que le temps de décélération de l'onde E (**TdMitr**). Les mêmes mesures sont réalisées pour le flux trans tricuspidien (**ETric**, **ATric** et **TdTric**) en coupe parasternale gauche 4 cavités, en positionnant l'échantillon juste derrière les valvules tricuspides. Lorsque les ondes E et A sont fusionnées, seule la vitesse maximale est relevée (**E et A Mitr**, **E et A Tric**).

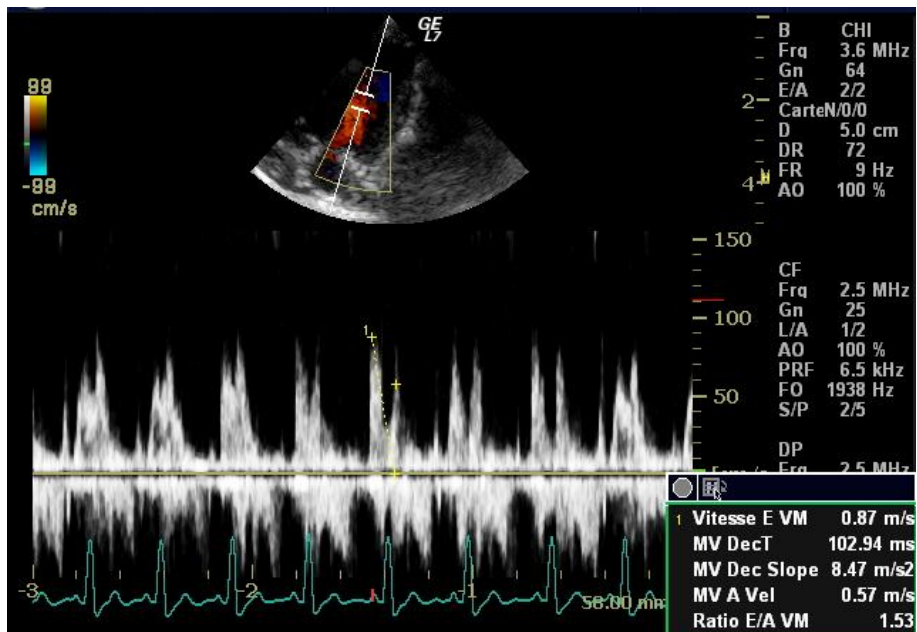


Photo (INP-ENVT ; Médecine Interne)

Figure 6 : Échocardiogramme obtenu en mode doppler pulsé à partir de la coupe « 4 cavités » en abord parasternal gauche

L'étude doppler est poursuivie en coupe parasternale gauche 5 cavités, avec les mesures relatives à l'aorte (Figure 7). On mesure alors la vitesse du flux transaortique (V_{Ao}), ainsi que le temps d'accélération (Ta_{Ao}), le temps d'éjection (Te_{Ao}) et le temps de relaxation isovolumique ($TRIV$).

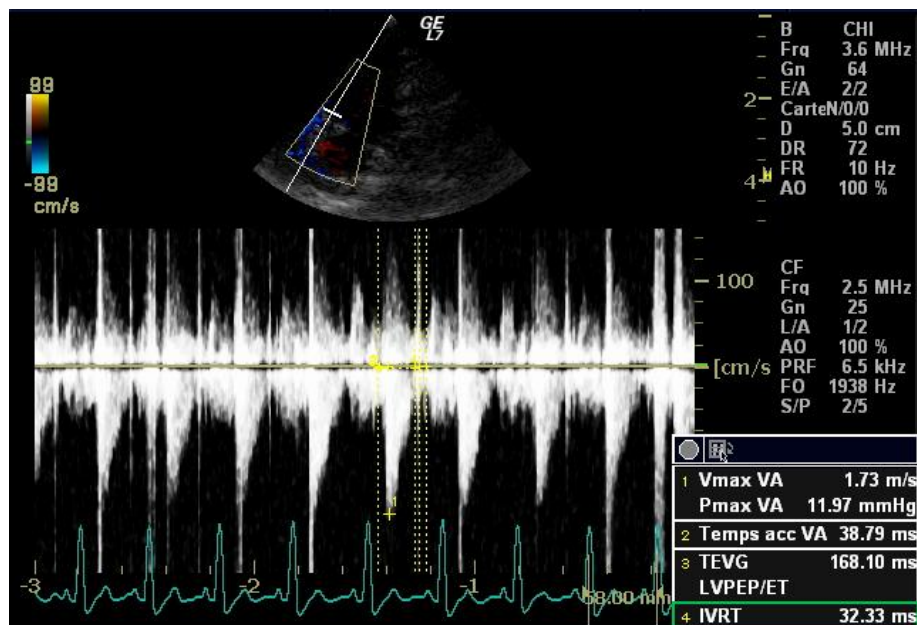


Photo (INP-ENVT ; Médecine Interne)

Figure 7 : Échocardiogramme obtenu en mode doppler pulsé à partir de la coupe « 5 cavités » en abord parasternal gauche

II. ANALYSE STATISTIQUE

Les intervalles de référence (IR) pour chaque paramètre échocardiographique sont calculés grâce au logiciel Reference Value Advisor [26]. Ce logiciel permet notamment d'utiliser une transformation de type box cox qui permet d'obtenir des valeurs suivant une loi normale pour le calcul des IR sur un échantillon de petite taille, comme celui de notre étude. En effet, le nombre de chats sains étant inférieur à 120 dans cette étude, il nous est impossible de calculer des IR grâce à une méthode non paramétrique. De plus, le logiciel permet de calculer les intervalles de confiance à 90% des bornes des IR. Les données sont également présentées pour chaque paramètre, grâce aux valeurs descriptives qui sont la moyenne, la médiane, l'écart type, les valeurs minimale et maximale.

L'influence du poids et de l'âge sont étudiés grâce à la réalisation de régressions linéaires sur le logiciel Microsoft Excel. Les équations de régression ainsi que le coefficient de détermination R^2 et le p sont calculés par le même logiciel. Une régression est considérée significative lorsque $p < 0,05$.

III. RÉSULTATS

III.1. POPULATION ÉTUDIÉE

Entre Novembre 2008 et Mars 2011, 106 chats de race Sphynx ont subi une échocardiographie à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse (67/106 soit 63%) ou au laboratoire Scil de Strasbourg (39/106 soit 37 %). Tous les examens ont été réalisés par la même personne, enseignant chercheur à l'ENVT (A. Diquélou), habituée à cet examen et recevant des cas référés en cardiologie. L'ensemble des 106 chats étudiés étaient sains d'après leur examen clinique et le recueil de l'anamnèse et des commémoratifs. Les chats sélectionnés devaient posséder un pedigree, être âgés de plus de 10 mois et ne pas être porteur d'une cardiopathie clinique ou visible par échocardiographie. Sur les 106 chats examinés :

11 Sphynx (soit 10%) avaient moins de 10 mois et ont été considérés trop jeunes pour établir les valeurs de référence échocardiographiques. Parmi ces 11 jeunes, 3 ont été présentés ultérieurement à plus de 10 mois ; le deuxième examen a donc été pris en compte dans l'étude pour ces 3 chats. Parmi eux, un chat a été diagnostiqué positif pour la CMH au moment du deuxième examen.

25 Sphynx (soit 24%) ont été diagnostiqués équivoques ou positifs pour la cardiomyopathie hypertrophique et un chat n'a pas supporté la contention nécessaire à l'examen.

71 Sphynx (soit 67%) sont indemnes de cardiopathie d'après les critères échocardiographiques et cliniques (dont les 2 jeunes réexaminés). Parmi eux, 5 chats ont été re-contrôlés un an après le premier examen : 4 chats étaient toujours indemnes mais 1 est considéré comme équivoque. Lorsque plusieurs examens ont été réalisés chez un même chat, nous avons choisi de retenir uniquement les résultats du premier examen réalisé à 10 mois ou plus.

Le groupe d'étude contient donc 71 chats indemnes de cardiomyopathie avec 51/71 (soit 72%) femelles et 20/71 (soit 28%) mâles. Les chats ont entre 10 et 134 mois et pèsent entre 2,19 et 4,94 kg. La moyenne, la médiane, l'écart-type et les valeurs maximales et minimales d'âge et de poids sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Description statistique de l'âge et du poids de l'échantillon des 71 chats sphynx indemnes de cardiopathie étudiés

	Age (mois)	Poids (kg)
Moyenne	39,0	3,47
Médiane	32,2	3,46
Ecart type	26,9	0,66
Minimum	10,3	2,19
Maximum	133,9	4,94
N Chat	71	66

III.2.VALEURS DE RÉFÉRENCE

Les intervalles de référence calculés grâce au logiciel Reference Value Advisor sont répertoriés dans le Tableau 4 ainsi que les intervalles de confiance à 90% de chaque borne. Sont également indiqués les paramètres relatifs à la distribution des données pour chaque mesure échocardiographique : moyenne, médiane, écart-type, valeur minimale et valeur maximale mesurée.

Tableau 4 : Intervalles de référence, intervalles de confiance des IR, moyenne, médiane, écart type, valeur minimale, valeur maximale et nombre de mesures effectuées pour les 38 paramètres échocardiographiques étudiés

Paramètre	IR	IC 90% inf	IC 90% sup	Moyenne	Médiane	Ecart type	Min	Max	N Chat
SIVd CT (cm)	0,27 – 0,54	0,25 – 0,28	0,50 – 0,57	0,38	0,37	0,07	0,27	0,54	71
VGd CT (cm)	1,23 – 1,72	1,20 – 1,27	1,68 – 1,76	1,46	1,47	0,12	1,24	1,73	71
PVGd CT (cm)	0,34 – 0,57	0,33 – 0,37	0,55 – 0,59	0,46	0,47	0,06	0,33	0,58	71
SIVs CT (cm)	0,41 – 0,69	0,39 – 0,44	0,67 – 0,72	0,55	0,55	0,07	0,40	0,76	71
VGs CT (cm)	0,60 – 1,10	0,57 – 0,64	1,06 – 1,14	0,85	0,86	0,12	0,59	1,09	71
PVGs CT (cm)	0,51 – 0,83	0,49 – 0,55	0,80 – 0,85	0,68	0,67	0,08	0,46	0,83	71
FR CT (%)	29,5 – 55,1	27,5 – 31,4	53,1 – 57,4	42	42	6,4	28	54	71
SIVd CL (cm)	0,27 – 0,52	0,25 – 0,28	0,49 – 0,56	0,38	0,37	0,06	0,26	0,53	70
VGd CL (cm)	1,14 – 1,72	1,09 – 1,20	1,68 – 1,77	1,44	1,44	0,14	1,07	1,78	71
PVGd CL (cm)	0,37 – 0,57	0,35 – 0,39	0,55 – 0,59	0,47	0,47	0,05	0,36	0,60	71
SIVs CL (cm)	0,55 – 0,59	0,34 – 0,41	0,69 – 0,74	0,55	0,56	0,08	0,38	0,75	71
VGs CL (cm)	0,60 – 1,06	0,56 – 0,63	1,02 – 1,11	0,82	0,82	0,12	0,58	1,12	71
PVGs CL (cm)	0,51 – 0,83	0,48 – 0,55	0,81 – 0,85	0,68	0,7	0,08	0,49	0,85	71
FR CL (%)	27,1 – 56,8	23,8 – 29,8	54,3 – 59,1	42,8	42,5	7,3	18,5	57,5	71
E-Se (mm)	0,78 – 1,90	0,72 – 0,83	1,75 – 2,04	1,23	1,2	0,28	0,7	2,15	69
E et Amitr (m/s)	0,91 – 1,47	0,86 – 0,95	1,41 – 1,54	1,18	1,18	0,14	0,87	1,48	51
Emitr (m/s)	0,76 – 1,16	0,73 – 0,79	1,05 – 1,29	0,92	0,89	0,09	0,77	1,14	20
Amitr (m/s)	0,41 – 0,99	0,34 – 0,51	0,90 – 1,08	0,69	0,7	0,13	0,43	0,98	20
TdMitr (ms)	40,6 – 102,3	32,2 – 51,4	90,6 – 111,9	71,7	69,5	14,3	38	102,5	20
E et Atric (m/s)	*	*	*	*	*	*	*	*	3
E Tric (m/s)	0,61 – 1,32	0,56 – 0,65	1,23 – 1,42	0,91	0,88	0,18	0,55	1,47	68
Atric (m/s)	0,40 – 0,89	0,36 – 0,45	0,85 – 0,94	0,65	0,65	0,12	0,39	1,06	68
TdTric (ms)	50,1 – 104,6	48,1 – 52,5	96,5 – 112,4	71,5	68,5	14,1	48,5	116	68
V TP (m/s)	0,98 – 1,60	0,95 – 1,02	1,53 – 1,68	1,26	1,24	0,15	0,88	1,68	71
TaTP (ms)	28,0 – 87,6	24,2 – 34,4	82,8 – 91,7	57,9	61,5	14,4	33	87	71
TeTP (ms)	77,4 – 179,6	64,8 – 90,1	175,2 – 183,7	137,1	145,5	24,8	90,5	181	71
AG BD (cm)	0,92 – 1,43	0,89 – 0,95	1,36 – 1,51	1,13	1,12	0,13	0,90	1,63	70
Ao BD (cm)	0,63 – 0,93	0,60 – 0,66	0,91 – 0,96	0,79	0,79	0,07	0,59	0,98	70
AG/Ao BD	1,17 – 1,86	1,13 – 1,21	1,77 – 1,98	1,44	1,42	0,17	1,12	2,14	70
AG TM (cm)	0,87 – 1,36	0,84 – 0,90	1,30 – 1,42	1,09	1,09	0,12	0,85	1,47	71
Ao TM (cm)	0,59 – 0,92	0,57 – 0,61	0,89 – 0,96	0,74	0,74	0,08	0,6	0,98	71
AG/Ao TM	1,04 – 1,97	0,97 – 1,11	1,88 – 2,06	1,49	1,48	0,23	1,02	2,04	71
Sep cusp (cm)	0,51 – 0,77	0,49 – 0,53	0,75 – 0,80	0,64	0,63	0,07	0,5	0,81	71
PEP (ms)	19,0 – 42,2	16,8 – 221,4	40,6 – 43,5	31,3	32	5,8	19	42	71
LVET (ms)	99,5 – 202,7	95,2 – 104,2	190,4 – 217,1	140,4	138	25,5	103	216,5	71
PEP/LVET	0,14 – 0,36	0,13 – 0,15	0,33 – 0,39	0,23	0,22	0,05	0,14	0,37	71
V Ao (m/s)	1,18 – 1,94	1,12 – 1,25	1,87 – 2,00	1,57	1,56	0,19	1,06	1,97	70
Ta Ao (ms)	15,4 – 66,3	13,4 – 18,2	60,8 – 71,0	38,1	35,5	12,8	15	68	70
Te Ao (m/s)	103,6 – 183,3	98,0 – 110,1	177,4 – 188,4	143,6	142,3	19,7	109	178	70
TRIV (ms)	21,8 – 47,4	19,9 – 24,0	45,3 – 49,2	34,4	33,5	6,3	22	45,5	69

III.3. INFLUENCE DE DIVERS PARAMÈTRES

III.3.1. INFLUENCE DU POIDS

Pour étudier l'influence du poids sur la mesure des paramètres échocardiographiques nous avons réalisé des régressions linéaires de chaque paramètre en fonction du poids. Les graphiques construits sont répertoriés dans l'annexe III. Le tableau suivant reprend l'équation de la régression linéaire pour chaque paramètre échocardiographique ainsi que la valeur du coefficient de détermination (R^2), du p , et du nombre de couples [valeur mesurée / poids] utilisés pour la construction de la régression linéaire. Nous avons choisis de considérer les résultats comme étant significatifs pour un $p < 0,05$.

Nous pouvons remarquer que le nombre de couple de valeurs [échocardiographique / poids] est inférieur au nombre de chats total étudiés. En effet, 6 mesures de poids n'ont pas été retrouvées dans les dossiers des patients au jour de l'échocardiographie. Seuls quatre chats présentaient des ondes E et A tricuspidiennes fusionnées, et parmi ces 4 chats, 3 pesées n'ont pas été relevées. Il nous a donc été impossible de construire une régression linéaire pour ce paramètre.

Les régressions linéaires sont significatives pour de nombreux paramètres. Ainsi on trouve une corrélation positive entre le poids et SIVd et SIVs, VGd, PVGd et PVGs en CT et en CL, E-Se, ATric, V TP, AG en BD et TM, Sep Cusp et le TRIV. Cependant ces corrélations n'ont pas d'importance majeure étant donné les faibles valeurs de R^2 pour chacune de ces corrélations (le coefficient de détermination R^2 le plus haut étant 0,3 pour l'AG TM).

Un des chats exclu de l'analyse statistique car sa PVGd CL était supérieure à 6mm, pesait 6,9 kg, ce qui est inhabituel chez le sphynx. Ce chat est considéré équivoque d'après les mesures échocardiographiques mais le doute est présent étant donné la taille de l'animal et l'existence d'un effet du poids sur les mesures. L'effet du poids est minime pour des poids relativement proches. Pour le chat de 6,9 kg il est difficile de conclure car il est difficile de faire la part des choses entre une hypertrophie ventriculaire pathologique ou une dimension plus importante du fait du poids important de l'animal. Le suivi échocardiographique de cet individu est essentiel pour conclure de façon plus sûre et il faudra donc se méfier des résultats des mesures échocardiographiques pour les chats « hors norme ».

Nous pouvons donc conclure que le poids et plusieurs mesures échocardiographiques sont reliés mais que le poids pris séparément n'a qu'une faible influence que l'on peut négliger pour des chats ayant des poids compris dans les valeurs usuelles.

Tableau 5 : Corrélations linéaires entre les paramètres échocardiographiques et le poids

Paramètre	Equation	R ²	p	N Chats
SIVd CT	$y = 0,0463x + 0,2261$	0,20	0,0001	66
VGd CT	$y = 0,0484x + 1,2906$	0,07	0,029	66
PVGd CT	$y = 0,0339x + 0,3427$	0,16	0,0008	66
SIVs CT	$y = 0,0364x + 0,4227$	0,11	0,004	66
VGs CT	$y = 0,0259x + 0,753$	0,01	0,259	66
PVGs CT	$y = 0,04x + 0,5427$	0,11	0,005	66
FR CT	$y = 0,2481x + 41,2$	0,00	0,841	66
SIVd CL	$y = 0,0426x + 0,2357$	0,19	0,0002	65
VGd CL	$y = 0,0816x + 1,1538$	0,13	0,002	66
PVGd CL	$y = 0,0235x + 0,3939$	0,10	0,007	66
SIVs CL	$y = 0,0584x + 0,3527$	0,20	0,0001	66
VGs CL	$y = 0,0046x + 0,8032$	0,0006	0,839	66
PVGs CL	$y = 0,0519x + 0,5082$	0,19	0,0002	66
FR CL	$y = 2,9584x + 32,718$	0,06	0,035	66
E-Se	$y = 0,1128x + 0,8374$	0,06	0,035	64
E et Amitr	$y = 0,0475x + 0,998$	0,05	0,130	47
Emitr	$y = 0,0144x + 0,8768$	0,01	0,651	19
Amitr	$y = 0,0236x + 0,6213$	0,01	0,630	19
TdMitr	$y = -0,893x + 74,97$	0,001	0,866	19
Etric	$y = 0,0397x + 0,7685$	0,02	0,235	65
Atric	$y = 0,0388x + 0,5059$	0,04	0,090	65
TdTric	$y = -3,6144x + 84,264$	0,02	0,181	65
V TP	$y = 0,0749x + 0,9924$	0,10	0,008	66
TaTP	$y = 2,3385x + 49,459$	0,01	0,396	66
TeTP	$y = -0,9285x + 139,84$	0,0006	0,847	66
AG BD	$y = 0,0802x + 0,8531$	0,16	0,0007	65
Ao BD	$y = 0,0271x + 0,6928$	0,05	0,057	65
AG/Ao BD	$y = 0,0519x + 1,2695$	0,03	0,118	65
AG TM	$y = 0,1031x + 0,7331$	0,30	0,000002	66
Ao TM	$y = 0,0429x + 0,595$	0,11	0,004	66
AG/Ao TM	$y = 0,0509x + 1,3125$	0,02	0,235	66
Sep cusp	$y = 0,0434x + 0,4859$	0,18	0,0003	66
PEP	$y = 0,5447x + 29,709$	0,004	0,601	66
LVET	$y = -4,9733x + 158,64$	0,01	0,299	66
PEP/LVET	$y = 0,0141x + 0,1811$	0,03	0,144	66
V Ao	$y = 0,0286x + 1,4716$	0,009	0,427	66
Ta Ao	$y = -4,0319x + 51,186$	0,04	0,081	66
Te Ao	$y = -3,4097x + 154,7$	0,01	0,360	66
TRIV	$y = 2,4406x + 25,66$	0,06	0,038	65

III.3.2. INFLUENCE DE L'ÂGE

De la même façon que pour l'étude de l'influence du poids, des régressions linéaires de chaque paramètre ont été réalisées en fonction de l'âge, en mois. Les graphiques construits sont répertoriés dans l'annexe IV. Le tableau suivant reprend l'équation de la régression linéaire pour chaque paramètre échocardiographique ainsi que la valeur du R^2 , du p , et du nombre de couples [valeur mesurée / âge] utilisés pour la construction de la régression linéaire. Les résultats sont significatifs pour un $p < 0,05$.

Les régressions linéaires indiquent l'existence d'une corrélation positive entre l'âge et SIVd, PVGd et PVGs en CT ; PVGd et PVGs en CL, V TP, AG et Ao en BD et en TM, SepCusp. De même que pour le poids, ces corrélations ont peu d'importance étant donné les R^2 faibles retrouvés (le R^2 le plus grand étant égal à 0,18 pour l'AG TM)

Nous pouvons conclure que l'âge et plusieurs mesures échocardiographiques sont reliés mais que l'âge pris séparément n'a qu'une faible influence que l'on peut négliger pour des chats de plus de 10 mois.

Tableau 6 : Corrélations linéaires entre les paramètres échocardiographiques et l'âge

Paramètre	Equation	R ²	p	N Chats
SIVd CT	$y = 0,0006x + 0,3592$	0,06	0,036	71
VGd CT	$y = -0,0005x + 1,481$	0,01	0,387	71
PVGd CT	$y = 0,0005x + 0,4374$	0,06	0,032	71
SIVs CT	$y = 0,0005x + 0,5266$	0,03	0,096	71
VGs CT	$y = -0,0004x + 0,8607$	0,006	0,507	71
PVGs CT	$y = 0,0007x + 0,6516$	0,06	0,026	71
FR CT	$y = 0,0094x + 41,634$	0,001	0,742	71
SIVd CL	$y = 0,0004x + 0,3644$	0,02	0,189	70
VGd CL	$y = -0,0003x + 1,4495$	0,002	0,683	71
PVGd CL	$y = 0,0004x + 0,455$	0,05	0,049	71
SIVs CL	$y = 9E-05x + 0,5476$	0,0008	0,817	71
VGs CL	$y = -0,0005x + 0,8404$	0,01	0,381	71
PVGs CL	$y = 0,0007x + 0,6561$	0,05	0,041	71
FR CL	$y = 0,0188x + 42,112$	0,004	0,568	71
E-Se	$y = 5E-05x + 1,227$	3,00E-05	0,966	69
E et Amitr	$y = -0,0004x + 1,1938$	0,006	0,571	51
Emitr	$y = -0,0011x + 0,9494$	0,08	0,206	20
Amitr	$y = 0,0003x + 0,6845$	0,002	0,837	20
TdMitr	$y = 0,0803x + 69,208$	0,01	0,556	20
Etric	$y = 0,0011x + 0,8676$	0,02	0,160	68
Atric	$y = 0,0008x + 0,6155$	0,02	0,168	68
TdTric	$y = -0,1075x + 75,838$	0,04	0,091	68
V TP	$y = 0,0015x + 1,2026$	0,06	0,027	71
TaTP	$y = 0,0635x + 55,443$	0,01	0,322	71
TeTP	$y = 0,0555x + 134,98$	0,003	0,618	71
AG BD	$y = 0,0014x + 1,0696$	0,09	0,009	70
Ao BD	$y = 0,0007x + 0,7577$	0,07	0,026	70
AG/Ao BD	$y = 0,0006x + 1,4216$	0,007	0,468	70
AG TM	$y = 0,002x + 1,0103$	0,18	0,0001	71
Ao TM	$y = 0,0008x + 0,7113$	0,06	0,031	71
AG/Ao TM	$y = 0,001x + 1,4531$	0,01	0,355	71
Sep cusp	$y = 0,001x + 0,5967$	0,17	0,0002	71
PEP	$y = -0,0222x + 32,206$	0,01	0,388	71
LVET	$y = -0,0121x + 140,84$	0,0002	0,916	71
PEP/LVET	$y = -0,0002x + 0,2371$	0,007	0,471	71
V Ao	$y = -0,0013x + 1,6175$	0,03	0,128	70
Ta Ao	$y = -0,0316x + 39,377$	0,004	0,583	70
Te Ao	$y = 0,0428x + 141,95$	0,003	0,629	70
TRIV	$y = -0,0096x + 34,741$	0,001	0,733	69

IV. DISCUSSION

IV.1. TAILLE ET REPRÉSENTATIVITÉ DE L'ÉCHANTILLON

Lors de l'établissement des intervalles de référence, il est nécessaire d'avoir 120 sujets minimum d'après les recommandations internationales. Cette étude établit les valeurs de référence du Sphynx à partir de 71 individus sains parmi 106 présentés en consultation pour dépistage ou suivi, ce qui est donc insuffisant d'après les recommandations internationales. Cependant, nous pouvons noter la difficulté à recruter un grand nombre de chat Sphynx, la race étant peu répandue en France. De plus les valeurs de référence jusqu'alors prises en compte, sont issues d'études basées sur un nombre encore plus restreint d'individus (11 chats dans l'étude de Moise [45], 25 chats dans l'étude de Pipers [55], 30 chats dans l'étude de Jacobs [33], 79 chats dans celle de Sisson [63]). L'étude sur l'établissement des valeurs de référence chez le Maine Coon compte quant à elle 105 sujets [20]. De plus, étant donné que le nombre de chats étudiés est inférieur à 120, il nous est impossible de calculer les IR grâce à une méthode non paramétrique. Il est donc nécessaire de poursuivre les examens échocardiographiques sur d'autres Sphynx afin d'obtenir un nombre suffisant d'individus permettant de calculer les IR pour la race grâce à une méthode non paramétrique.

Un grand nombre de chats présentés pour ces échocardiographies avaient déjà subi un à plusieurs examens échocardiographiques. Les propriétaires particuliers et éleveurs ont choisi les animaux qu'ils ont présenté : certains ont présenté uniquement les animaux qu'ils pensaient sains, d'autre ont aussi présenté des animaux qu'ils savaient équivoques ou positifs pour la CMH afin de confirmer le diagnostic antérieur ou d'en évaluer l'évolution. Les propriétaires n'ayant donc pas amené la totalité de leurs chats, la population étudiée ne représente pas la population de Sphynx en général, c'est pourquoi nous ne calculons pas de prévalence de la maladie chez le Sphynx dans cette étude. Cette sélection explique également que le nombre total de Sphynx échographiés pour cette étude soit nettement supérieur aux 71 retenus pour l'établissement des intervalles de référence. Cela faisant cependant partie de la motivation des personnes pour le déplacement, nous avons systématiquement effectué les examens, que l'animal soit à priori indemne, qu'il ait une anomalie d'auscultation ou qu'il soit déjà diagnostiqué positif par des examens réalisés antérieurement par un autre vétérinaire.

IV.2. AGE ET SUIVI

La « pré-sélection » des chats par les propriétaires exposée ci dessus explique peut être aussi l'âge moyen relativement bas dans l'étude. La CMH étant une maladie pouvant

apparaître tardivement au cours de la vie, il est possible que des animaux considérés indemnes de CMH au moment de l'étude deviennent malades plusieurs mois après. Toutefois, aucune anomalie lors de l'examen clinique ou échocardiographique n'ayant été décelée au moment de l'établissement des valeurs de cette étude, nous pouvons considérer ces animaux comme sains lors des échographies. Il serait néanmoins intéressant de pouvoir suivre l'évolution de chaque individu pour pouvoir ensuite comparer les valeurs initiales des chats qui resteront indemnes toute leur vie et celles de ceux qui développeront une CMH par la suite.

IV.3. EXAMENS COMPLÉMENTAIRES ET DÉPISTAGE

Les animaux étudiés ont subi un examen clinique comprenant une auscultation attentive et une échocardiographie qui ont permis de les considérer comme indemnes de cardiopathie. Cependant, d'autres examens auraient pu compléter ceux-ci.

La mesure de la pression artérielle n'a pas été réalisée sur les chats étudiés, or, comme vu dans le paragraphe II.2.3.5, une augmentation de la pression artérielle peut entraîner, après plusieurs semaines, des modifications de la structure cardiaque et des modifications des valeurs échocardiographiques. Une hypertension artérielle peut notamment avoir modifié les valeurs de PVGd et SIVd, tout en restant dans les valeurs usuelles. Les résultats concernant certaines mesures pourraient ainsi être faussement augmentés, même de façon modérée. Toutefois, la mesure de pression artérielle sur l'ensemble des animaux aurait rendu la réalisation de l'étude très lourde, surtout au vu de la nécessité de réaliser les mesures en suivant les recommandations internationales (après 10 minutes d'acclimatation dans une pièce au calme avec les propriétaires et par un opérateur expérimenté). De plus l'hypertension artérielle primitive est extrêmement rare chez le chat, elle est le plus souvent secondaire à une insuffisance rénale chronique (aucun cas de polyurie-polydipsie n'a été rapporté par les propriétaires des chats étudiés) ou une hyperthyroïdie. C'est pourquoi le dosage de T4, qui n'a pas été réalisé pour des raisons de coût et de lourdeur des manipulations, aurait été envisageable. En effet, une hyperthyroïdie entraîne, en plus d'une hypertension artérielle systémique, une hypertrophie de la paroi ventriculaire par effet direct des hormones thyroïdiennes, et donc peut de la même façon entraîner des modifications des paramètres échocardiographiques. Cependant, seulement 5/71 (8%) chats considérés sains et inclus dans l'étude ont plus de 6 ans. L'hyperthyroïdie se développant plutôt chez des chats âgés, et entraînant dans la majorité des cas des anomalies à l'auscultation, qui étaient dans notre étude un critère d'exclusion des animaux, nous pouvons raisonnablement supposer qu'aucun de nos animaux n'en étaient atteints.

IV.4. CRITÈRES D'ÉCHANTILLONAGE

Concernant les critères de sélection des animaux retenus pour le calcul des intervalles de référence, nous avons choisi de retenir des critères stricts : absence d'anomalie à l'examen clinique et à l'auscultation cardiaque, mais aussi absence d'anomalie à l'examen échocardiographique, notamment ceux pouvant évoquer une cardiomyopathie hypertrophique débutante : quasi oblitération de la cavité ventriculaire en systole, hétérogénéité du myocarde, présence de déficit diastolique (inversion E et A mitrales), présence de SAM et PVGd et SIVd > 6 mm.

Nous avons choisi dans cette étude, la valeur seuil de 6 mm pour l'hypertrophie de la paroi ventriculaire gauche et du septum inter-ventriculaire entraînant une exclusion des animaux de l'étude. Ce critère est discutable car certains auteurs considèrent que l'hypertrophie est présente lorsqu'on atteint 5,5 mm ; d'autres considèrent qu'à partir d'une épaisseur de 5,0 mm le diagnostic de CMH est équivoque. En considérant la valeur seuil d'hypertrophie à 5,5 mm d'épaisseur, sur les 71 chats que nous avons considérés indemnes de CMH au jour de l'examen, 8 chats auraient été supprimés de l'étude pour hypertrophie de la paroi du ventricule gauche ou du septum inter-ventriculaire (2 chats avec VGd CT et VGd CL > ou = 5,5 cm, 3 chats avec VGd CT > ou = 5,5 cm et 3 chats avec VGd CL > ou = 5,5 cm). Plus généralement, le choix d'une limite arbitraire dans le cadre de calculs de valeurs de référence peut être discutable. Il nous semblait toutefois hasardeux de ne prendre comme critères d'exclusion que l'absence d'anomalie à l'examen clinique et à l'auscultation. C'est pourquoi nous avons choisi comme critère d'exclusion échocardiographique une valeur seuil haute, considérée par la majorité des experts comme la limite maximale observable chez un chat sain. Par exemple, parmi les 105 chats Maine Coon échographiés par Drourr en 2005 [20], la valeur maximale observée était de 5,9 mm, les Maine Coon étant des chats particulièrement imposants. Il serait cependant intéressant de suivre particulièrement ces chats ayant des valeurs comprises entre 5,5 et 6 mm pour voir s'ils développent une CMH dans les mois ou années qui suivent, de façon systématique ou plus fréquente, que les chats ayant une valeur de PVGd et/ou SIVd inférieure à 5,5 mm.

Nous avons également appuyé les critères d'exclusion des animaux sur la visualisation d'hypertrophie des muscles papillaires et/ou d'échogénicité du myocarde généralisée ou localisée. Ces critères non mesurés sont subjectifs et peuvent être à l'origine d'un biais de l'étude. Cependant, pour un imageur expérimenté, l'observation de ce type d'anomalie peut être fortement indicatrice de cardiomyopathie hypertrophique débutante, entraînant la classification du chat comme « équivoque pour la CMH », et ne doit pas être négligée.

IV.5. RÉSULTATS

Les intervalles de référence du Sphynx obtenus dans cette étude sont proches de ceux du chat domestique publiés précédemment (Tableaux 8 et 9), cependant ils offrent des précisions pour la race. En effet, certains intervalles sont beaucoup plus étroits que ceux déjà publiés (par exemple pour l'Ao), les données sont donc plus précises et adaptées à la race pour une meilleure interprétation des mesures lors d'une échocardiographie.

Cependant il est impossible de comparer l'ensemble de nos résultats étant donné l'absence de publication des intervalles de référence en échocardiographie chez le chat pour l'ensemble des paramètres étudiés dans cette étude.

On peut néanmoins remarquer que la vitesse de l'onde E transmitrale (EMitr) est plus importante chez le Sphynx et la valeur du temps de relaxation isovolumique (TRIV) plus petite, que chez le chat domestique d'après les moyennes publiées par Santilli et Disatian [59,19]. Ceci peut être une particularité de la race mais mérite d'autres investigations et notamment la réalisation des IR sur un nombre plus important de Sphynx. En effet, du fait de la tachycardie fréquente dans cette espèce, il nous est arrivé dans un certain nombre de cas de ne pas pouvoir différencier E et A mitrales, ce qui fait que les IR ont été calculés sur un nombre faible de mesures.

Nous avons toutefois observé un rapport AG/Ao supérieur aux valeurs précédemment publiées et une vitesse du sang dans le tronc pulmonaire relativement élevée (0,98 à 1,6 m/s) comparé aux valeurs 0,69-1,29 m/s établies pour les carnivores domestiques [11].

Le poids, l'âge n'influencent pas, ou très peu, les résultats des mesures échocardiographiques chez le Sphynx d'après notre étude, contrairement à ce qui est rapporté dans la littérature. Cependant, comme nous l'avons expliqué au dessus, l'échantillon d'étude n'inclut pas des individus ayant des âges ou des poids très différents, ce qui pourrait expliquer l'absence de corrélation entre ces facteurs de variation et les mesures échocardiographiques.

Tableau 7 : Comparaison des intervalles de référence des Sphynx avec ceux du chat domestique publiés par Pipers, Jacobs, Sisson, Moise [55, 33, 63, 45]

	Sphynx ENVT	Pipers (1979)	Jacobs (1985)	Sisson (1981)	Moise (X +/- SD)
VDd (cm)	-	-	0,00 - 0,70	0,00 - 0,83	-
VDs (cm)	-	-	0,27 - 0,94	-	-
PVDs (cm)	-	-	0,23 - 0,43	-	-
VGd (cm)	1,14 - 1,72	1,12 - 2,18	1,20 - 1,98	1,08 - 2,14	1,51 +/- 0,21
VGs (cm)	0,60 - 1,06	0,64 - 1,68	0,52 - 1,08	0,40 - 1,12	0,69 +/- 0,22
FR (%)	27,1 - 56,8	23 - 56	39 - 61	40,0 - 66,7	55 +/- 10,2
LVET (s)	0,10 - 0,02	0,11 - 0,19	0,10 - 0,18	-	-
Vcf (cm/s)	-	1,27 - 4,55	2,35 - 4,95	-	-
SIVd (cm)	0,27 - 0,52	0,28 - 0,60	0,22 - 0,40	0,30 - 0,60	0,50 +/- 0,07
SIVs (cm)	0,55 - 0,59	-	0,47 - 0,70	0,40 - 0,90	0,76 +/- 0,12
PVGd (cm)	0,37 - 0,57	0,32 - 0,56	0,22 - 0,44	0,25 - 0,60	0,46 +/- 0,05
PVGs (cm)	0,51 - 0,83	-	0,54 - 0,81	0,43 - 0,98	0,78 +/- 0,10
Ao (cm)	0,59 - 0,92	0,40 - 1,18	0,72 - 1,19	0,60 - 1,21	0,95 +/- 0,15
AG (cm)	0,87 - 1,36	0,45 - 1,12	0,93 - 1,51	0,70 - 1,70	1,21 +/- 0,18
AG/Ao	1,04 - 1,97	-	0,95 - 1,65	0,88 - 1,79	1,29 +/- 0,23
E-Se (cm)	0,08 - 0,19	-	0,00 - 0,21	0,00 - 0,20	0,04 +/- 0,07
FC (bpm)	-	120 - 240	147 - 242	120 - 240	182 +/- 22
Poids (kg)	2,19 - 4,94	2,3 - 6,8	1,96 - 6,26	2,7 - 8,2	4,3 +/- 0,5
Nombre	71	25	30	79	11

Tableau 8 : Comparaison des moyennes +/- écart-type des Sphynx avec ceux du chat domestique publiés par Santilli et Disatian [59,19]

Paramètres	Sphynx ENVT	Santilli	Disatian
EMitr (m/s)	0,92 +/- 0,09	0,67 +/- 0,13	0,70 +/- 0,14
AMitr (m/s)	0,69 +/- 0,13	0,59 +/- 0,14	0,65 +/- 0,14
TRIV (ms)	34,4 +/- 6,3	55,40 +/- 13,24	46,2 +/- 7,6
Nombre	71	20	87

CONCLUSION

Les intervalles de référence échocardiographiques en mode bidimensionnel, temps-mouvement et doppler pour la race sphynx sont établis dans cette étude à partir de 71 individus. Les résultats sont proches des valeurs précédemment publiées pour le chat domestique mais restent plus précis pour la race Sphynx. Quelques différences sont néanmoins remarquables : la vitesse **EMitr** est notamment plus importante et le **TRIV** plus petit chez le Sphynx que chez le chat domestique dans cette étude. Le rapport **AG/Ao** et la vitesse du flux dans le tronc pulmonaire sont également plus élevés par rapport aux données précédemment publiées. Le poids et l'âge n'ont pas d'influence importante sur la mesure des paramètres échocardiographiques dans cette étude. Il serait intéressant, dans l'avenir, d'une part de faire un suivi de l'ensemble de ces chats pour étudier l'évolution de ces mesures échocardiographiques et d'autre part de calculer les intervalles de référence pour la race à partir d'un nombre plus grand de chats, afin d'utiliser une méthode non paramétrique.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, **Armelle DIQUELOU**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Laura AURIOL** intitulée « *Etude des intervalles de références des mesures échocardiographique chez le chat de race Sphynx* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.



Fait à Toulouse, le 5 juillet 2011
Docteur **Armelle DIQUELOU**
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur **Alain MILON**



Professeur **Jérôme RONCALLI**
Praticien Hospitalier
Service de Cardiologie A
CHU Toulouse - Hôpital Rangueil
TSA 80032 - 31054 TOULOUSE Cedex 9

Vu :
Le Président du jury
Professeur **Jérôme RONCALLI**

Vu et autorisation de l'impression
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur **Gilles FOURTANIER**



Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ABBOTT JA, MACLEAN HN
Two-Dimensional Echocardiographic assessment of the Feline Left Atrium
J Vet Intern Med 2006; **20**: 111-119
- [2] ALLEN DG
Echocardiographic Study of the Anesthetized Cat
J Comp Med 1982; **46**: 115-122
- [3] ALMENAR BONET L, MARTINEZ- DOLZ L
Natriuretic peptides in heart failure
Rev Esp Cardiol 2006; **6**: 15-26
- [4] BELEW AM, BARLETT T, BROWN SA
Evaluation of the White-Coat Effect in Cats
J Vet Intern Med 1999, **13**: 134-142
- [5] BONAGURA JD, GRADY MR, POWERS JD, HERRING DS
Quantitative Cross Sectional Echocardiography in the Normal Dog
Vet Radiol 1986,**27**(2): 34-49
- [6] BONAGURA JD
Feline echocardiography
J Fel Med Surg 2000; **2**: 147-151
- [7] BOON JA
M-Mode reference values in specific canine breeds.
In: BOON J, Manual of veterinary echocardiography 1st ed. (1998), Williams & Wilkins,
Baltimore, C.C.Cann, Appendix IV: 458-459
- [8] CAMPBELL FE, KITTLESOM MD
The Effect of Hydration Status on the Echocardiographic Measurement of Normal Cats
J Vet Intern Med 2007; **21**: 1008-1015
- [9] CHETBOUL V, CONCORDET D, POUCHELON J-L, ATHANASSIADIS N, MULLER C, BENIGNI L,
MUNARI AC, LEFEBVRE HP
Effects of Inter- and Intra-Observer Variability on Echocardiographic Measurements in
Awake Cats
J Vet Med A 2003; **50**: 326-331

[10] CHETBOUL V, TIDHOLM A, NICOLLE A, SAMPEDRANO CC, GOUNI V, POUCHELON J-L, LEFEBVRE H.P, CONCORDET D

Effect of Animal Position and Number of Repeated Measurements on Selected Two-Dimensional and M-mode Echocardiographic variables in healthy dogs

J Am Vet Med Assoc, 2005; **227**: 743-747

[11] CHETBOUL V, POUCHELON JL, TESSIER D, BUREAU, BLOT S, COTARD JP, SIMON M, TAINURIER D

Echographie et Doppler du Chien et du Chat (2005), Masson, Paris: 58-65

[12] CHETBOUL V, SAMPEDRANO CC, GOUNI V, NICOLLE AP, POUCHELON J-L

Two-Dimensional Color Tissue Doppler Imaging Detects Myocardial Dysfunction Before Occurrence of Hypertrophy in a Young Maine Coon Cat

Vet Radio Ultr 2006; **47**(3):295-300

[13] CHETBOUL V

Les myocardiopathies hypertrophiques du chat : diagnostic échocardiographique ou génétique ?

Proceeding AFVAC 2008: 31-32

[14] CONNOLLY DJ, CANNATA J, BOSWOOD A, ARCHER J, GROVES EA, NEIGER R

Cardiac troponin I in cats with hypertrophic cardiomyopathy

J Feline Med Surg 2003; **5**: 209-216

[15] CONNOLLY DJ, MAGALHAES RJ, SYME HM, BOSWOOD A, FUENTES VL, CHU L, *et al*

Circulating Natriuretic Peptides in Cats with Heart Disease

J Vet Intern Med 2008; **22**:96-105

[16] CONNOLLY DJ, BRODBELT DC, COPELAND H, COLLINS S, FUENTES VL

Assessment of the Diagnostic Accuracy of Circulating Natriuretic Peptide Concentration to Distinguish between cats with Cardiac and non Cardiac Causes of Respiratory Distress

J Vet Cardiol 2009; **11**:41-50

[17] CONNOLLY DJ

Natriuretic Peptides : the Feline Experience

Vet Clin North Am Small Pract 2010, **40**(4): 559-570

[18] CRIPPA L, FERRO E, MELLONI E, BRAMBILLA P, CAVALLETTI E

Echocardiographic Parameters and Indices in the Normal Beagle Dog

Lab Anim 1992; **26**:190-195

- [19] DISATIAN S, BRIGHT JM, BOON J
Association of Age and Heart Rate with Pulsed-Wave Doppler Measurement in Healthy, Nonsedated Cats
J Vet Inter Med 2008; **22**:351-356
- [20] DROURR L, LEBOM BK, ROSENTHAL SL, TYRELL WD
Measurement of M-Mode Echocardiographic Parameters in Healthy Adult Maine Coon Cats
J Am Vet Med Assoc 2005; **226**: 734-737
- [21] FERASIN L, STURGESS CP, CANNON MJ, CANEY SMA, RUFFYDD-JONES TJ, WOTTON PR
Feline Idiopathic Cardiomyopathy: a Retrospective Study of 106 Cats (1994-2001)
J Fel Med Surg 2003; **5**:151-159
- [22] FERASIN L
Feline Myocardial Disease : Diagnostis, Prognosis and Clinical Management
J Fel Med Surg 2009; **11**:183-194
- [23] FOX PR, BOND PR, PETERSON ME
Echocardiographic reference values in healthy cats sedated with ketamine hydrochloride
Am J Vet Res 1985; **46**:1479-1484
- [24] FOX PR, SI-KWANG L, MARON BJ
Echocardiographic Assessment of Spontaneously Occuring Feline Hypertrophic Cardiomyopathy
Circulation 1995; **92**:2645-2651
- [25] FOX PR, OYAMA MA, REYNOLDS C, RUSH JE, DE FRANCESCO TC, KEENE BW *et al*
Utility of Plasma N-terminal pro-Brain Natriuretic Peptide (NT-proBNP) to Distinguish between Congestive Heart Failure and Non-Cardiac Causes of Acute Dyspnea in Cats
J Vet Cardiol 2009; **11**:51-61
- [26] GEFFRE A, CONCORDET D, BRAUN JP, TRUMEL C
Reference Value Advisor : A New Freeware Set of Macroinstructions to Calculate Reference Intervals with Microsoft Excel.
Vet Clin Pathol 2011; **40(1)**:107-112
- [27] GEFFRE A, FRIEDRICHS K, HARR K, CONCORDET D, TRUMEL C, BRAUN JP
Reference value: a review
Vet Clin Pathol 2009, **38(3)**: 288-298

- [28] GUNDLER S, TIDHOLM A, HAGGSTRÖM J
Prevalence of Myocardial Hypertrophy in a Population of Asymptomatic Swedish Maine Coon Cats
Acta Vet Scand 2008; **50**:22
- [29] HENIK RA, STEPIEN RL, BORTNOWSKI HB
Spectrum of M-Mode Echocardiographic Abnormalities in 75 Cats with Systemic Hypertension
J Am Anim Hosp Assoc 2004; **40**: 359-363
- [30] HERNDON WE, KITTLESON MD, SANDERSON K, DROBATZ KJ, CLIFFORD CA, GELZER A, SUMMERFIELD NJ, SLEEPER MM
Cardiac Troponin I in Feline Hypertrophic Cardiomyopathy
J Vet Intern Med 2002; **16**:558-564
- [31] HORI Y, YAMANO S, IWANAGA K, KANO T, TANABE M, UECHI M, *et al*
Evaluation of Plasma C-terminal Atrial Natriuretic Peptide in Healthy Cats and Cats with Heart Disease
J Vet Intern Med 2008; **22**:135-139
- [32] HSU A, KITTLESON MD, PALING A
Investigation into the Use of Plasma NT-proBNP Concentration to Screen for Feline Hypertrophic Cardiomyopathy
J Vet Cardiol, 2009; **11**:63-70
- [33] JACOBS G, KNIGHT DH
M-mode echocardiographic measurement in non anesthetized healthy cats : effects of body weight, heart rate, and other variables
Am.J.Vet.Res 1985; **46**:1705-1711
- [34] JACOBS G, KNIGHT DH
Change in M-mode echocardiographic values in cats given ketamine
Am.J.Vet.Res 1985; **46**:1712-1713
- [35] KITTLESON MD, MEURS KM, MUNRO MJ, KITTLESON JA, LIU SK, PION PD, TOWBIN JA
Familial Hypertrophic Cardiomyopathy in Maine Coon Cats, An Animal Model of Human disease
Circulation 1999; **99**:3172-3180

- [36] LOBO L, CANADA N, BUSSADORI C, LOPES GOMES J, CARVALHEIRA J
Transthoracic echocardiography in Estrela Mountain Dogs: Reference values for the breed.
Vet J 2008; **177**:250-259
- [37] MAC DONALD KA, KITTLESON MD, REED T, LARSON R, KASS P, WISNER ER
Quantification of Left Ventricular Mass Using Cardiac Magnetic Resonance Imaging
Compared with Echocardiography in Domestic Cats
Vet Radiol Ultrasound 2005; **46**:192-199
- [38] MAC DONALD KA, WISNER ER, LARSON R, KLOSE T, KASS PH, KITTLESON MD
Comparison of Myocardial Contrast Enhancement via Cardiac Magnetic Resonance Imaging
in Healthy Cats and Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy
Am J Vet Res 2005; **66**:1891-1894
- [39] MAC DONALD KA, KITTLESON MD, GARCIA-NOLDEN T, LARSON RF, WISNER ER
Tissue Doppler Imaging and Gradient Echo Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Normal
Cats and Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy
J Vet Intern Med 2006; **20**:627-634
- [40] MAC DONALD KA
Myocardial Disease: Feline
In: Ettinger SJ and Feldman EC, *Textbook of Veterinary Internal Medicine 7th ed.*, 2009, WB
Saunders, Philadelphia: 510-534
- [41] MAC LEAN HN, ABBOTT JA, WARD DL, HUCKLE WR, SISSON DD, PYLE RL
N-terminal Atrial Natriuretic Peptide Immunoreactivity in Plasma of Cats with Hypertrophic
Cardiomyopathy.
J Vet Intern Med 2006; **20**:284-289
- [42] MEURS KM, SANCHEZ X, DAVID RM, BOWLES NE, TOWBON JA, REISER PJ, KITTLESON JA,
MUNRO MJ, DRYBURGH K, MAC DONALD KA, KITTLESON MD
A Cardiac Myosin Binding Protein C Mutation in the Maine Coon Cat with Familial
Hypertrophic Cardiomyopathy
Hum Mol Gen 2005; **14**:3587-3593
- [43] MEURS KM, NORGARD MM, EDERER MM, HENDRIX KP, KITTLESON MD
A substitution mutation in the myosin binding protein C gene in ragdoll hypertrophic
cardiomyopathy
Genomics 90 2007:261-264

- [44] MEURS KM, NORGARD MM, KUAN M, HAGGSTRÖM J, KITTLESON M
Analysis of 8 Sarcomeric Candidate Genes for Feline Hypertrophic Cardiomyopathy
Mutations in Cats with Hypertrophic Cardiomyopathy
J Vet Intern Med 2009; **23**:840-843
- [45] MOISE NS, DIETZE AE, MEZZA LE, STRICKLAND D, ERB HN, EDWARDS NJ
Echocardiography, Electrocardiography, and Radiography of Cats with Dilatation
Cardiomyopathy, and Hypertthyroidism
Am J Vet Res 1986; **47**(7):1476-1486
- [46] MORRISON SA, MOISE NS, SCARLETT J, MOHAMMED H, YEAGER AE
Effet of Breed and Body Weight on Echocardiographic Values in Four Breeds of Dogs of
different Somatotypes
J Vet Int Med 1992; **6**: 220-224
- [47] MULLER A
Variabilité de l'Échocardiographie chez le Chat à l'E.N.V.T
Th : Med vet, Toulouse, 2009 : 76
- [48] MUZZI RAL, MUZZI LAL, ARAUJO RB, CHEREM M
Echocardiographic Indices in Normal German Shepherd Dogs
J Vet Sci 2006; **7**:193-198
- [49] NELSON OL, REIDSESEL E, WARE WA, CHRISTENSEN WF
Echocardiographic and Radiographic Changes Associated with Systemic Hypertension in Cats
J Vet Intern Med 2002; **16**:418-425
- [50] NIELSEN LN, KJELGAARD-HANSEN MK, JENSEN AL, KRISTENSEN AT
Breed-specific Variation of Hematologic and Biochemical Analytes in Healthy Adult Bernese
Mountain Dogs
Vet Clin Pathol 2010; **39**: 20-28
- [51] NIELSEN L.N, WIINBERG BO, KJELGAARD-HANSEN M, JENSEN , KRISTENSEN AT
Prolonged Activated Prothromboplastin Time and Breed Specific Variation in Haemostatic
Analytes in Healthy Adult Bernese Mountain Dogs
Vet J 2010, [Epub ahead of print] doi: 10.1016/j.tvjl.2010.09.016
- [52] O'LEARY CA, MACKAY BM, TAPLIN RH, ATWELL RB
Echocardiographic parameters in 14 healthy English Bull Terriers
Ast Vet J, Sept 2003; **81**(9):535-542

- [53] PAGE A, EDMUNDS G, ATWELL RB
Echocardiographic Values in the Greyhound
Aust Vet J, 1993; **70**:361-364
- [54] PAIGE CF, ABBOTT JA, ELVINGER F, PYLE RL
Prevalence of cardiomyopathy in apparently healthy cats
J Am Vet Med Assoc 2009; **234**(11):398-403
- [55] PIPERS FS, REEF V, HAMLIN RL
Echocardiography in the domestic cat
Am J Vet Res 1979; **40**(6): 882-886
- [56] REYNOLDS B, CONCORDET D, GERMAIN CA, DASTE T, BOUDET KG, LEFEBVRE HP
Breed Dependency of Reference Intervals for Plasma Biochemical Values in Cats
J Vet Intern Med 2010; **24**:809-818
- [57] RIESEN SC, KOVACEVIC A, LOMBARD CW, AMBERGER C
Prevalence of heart disease in symptomatic cats: an overview from 1998 to 2005.
Schweiz Arch Tierheilkd 2007; **149**(2):65-71
- [58] SAHN DJ, DE MARIA A, KISSLO J, WEYMAN A
Recommendations Regarding Quantitation in M-mode Echocardiography. Results of a Survey
of Echocardiographic Measurement
Circulation 1978; **58**:1072-1083
- [59] SANTILLI RA, BUSSADORI C
Doppler Echocardiographic Study of Left Ventricular Diastole in Non-Anesthetized Healthy
Cats
Vet J 1998; **156**:203-215
- [60] SCHILLE S, SKRODZKI M
M-mode echocardiographic reference values in cats in the first three months of life
Vet Radiol 1999; **40**: 491-500
- [61] SIMPSON KE, GUUN-MOORE DA, FRENCH AT, DUKES-McEWAN J, MORAN CM,
CORCORAN BM
Pulsed-wave Doppler Tissue Imaging Velocities in Normal Geriatric Cats and Geriatric Cats
with Primary or Systemic Diseases Linked to Specific Cardiomyopathies in Humans, and the
Influence of Age and Heart Rate upon these Velocities
J Fel Med Surg, 2009; **11**, 293-304

- [62] SINGH MK, COCCHIARO MF, KITTLESON MD
NT-proBNP Measurement Fails to Reliably Identify Subclinical Hypertrophic Cardiomyopathy
in Maine Coon Cats
J Fel Med Surg 2010; **12**:942-947
- [63] SISSON DD, KNIGHT DH, HELINSKI C, FOX PR, BOND BR, HARPSTER NK, MOISE NS,
KAPLAN PM, BONAGURA JD, CZARNECKI G, SCHAEFFER DJ
Plasma Taurine Concentrations and M-mode Echocardiographic Measures in Healthy Cats
and in Cats with Dilated Cardiomyopathy
J Vet Int Med 1991; **5**:232-238
- [64] SLEEPER MM, CLIFFORD CA, LASTER LL
Cardiac Troponin I in the Normal Dog and Cat
J Vet Intern Med 2001; **15**:501-503
- [65] SNYDER PS, SADEK D, JONES GL
Effect of Amlodipine on Echocardiographic Variables in Cats with Systemic Hypertension
J Vet Intern Med 2001; **15**:52-56
- [66] SODERBERG SF, BOON JA, WINGFIELD WE, MILLER CW
M-mode echocardiography as a diagnostic aid for feline cardiomyopathy
Vet. Radiol 1983; **24**: 66-73
- [67] VOLLMAR A,
Echocardiographic measurement in the Irish Wolfhound : reference values for the breed
J Am Vet Med Assoc 1999; **35**:271-277
- [68] WESS G, DAISENBERG P, HIRSCHBERGER J
The Utility of NT-proBNP to Differentiate Cardiac and Respiratory Causes of Dyspnea in Cats
[abstract] J Vet Intern Med 2008; **22**: 707-708
- [69] WESS G, DAISENBERG P, HIRSCHBERGER J, HARTMANN K
The Utility of NT-proBNP to Detect Early Stages of Hypertrophic Cardiomyopathy in Cats and
to Differentiate Disease Stages
[abstract] J Vet Intern Med 2009; **23**:687
- [70] WESS G, DAISENBERG P, MAHLING M, HIRSCHBERGER J, HARTMANN K
Utility of Measuring Plasma N-Terminal Pro-Brain Natriuretic Peptide in Detecting
Hypertrophic Cardiomyopathy and Differentiating Grades of Severity in Cats
Vet Clin Pathol 2011, **40**: 237-244

ANNEXES

ANNEXES 1 : Age et poids des chats

Chat	Age (mois)	Poids (kg)
1	26,0	
2	23,1	
3	25,7	
4	21,1	
5	10,5	
6	54,9	
7	19,6	3,85
8	12,4	
9	12,3	2,93
10	32,2	2,71
11	32,9	3,47
12	11,0	2,89
13	34,4	
14	12,3	3,2
15	36,4	4,38
16	48,3	3,1
17	35,7	3,36
18	31,1	2,87
19	62,0	4,94
20	60,2	3,61
21	59,4	3,2
22	29,0	3,45
23	28,8	2,76
24	11,5	
25	11,3	2,56
26	34,8	3,83
27	55,8	3,63
28	69,4	4,5
29	40,6	3,65
30	41,9	2,26
31	54,8	3,6
32	77,2	2,73
33	41,9	2,19
34	57,0	
35	63,6	3,32
36	63,6	4,55
37	30,9	3,97
38	11,3	2,7
39	41,3	3,96
40	27,7	3,6
41	133,9	4,55

42	121,1	3,42
43	118,4	3,74
44	17,3	
45	17,3	
46	22,3	
47	22,6	3,85
48	14,6	3,4
49	12,5	2,6
50	55,2	3,66
51	24,3	3,5
52	16,5	2,55
53	56,0	4,46
54	19,3	3,29
55	19,3	2,92
56	22,9	3,17
57	39,6	3,23
58	24,0	3,12
59	19,5	4,54
60	69,8	2,84
61	18,6	3,61
62	62,0	4,25
63	43,4	3,74
64	112,1	4,6
65	40,9	4,9
66	41,3	3,06
67	45,4	4,6
68	29,8	3,5
69	10,3	2,93
70	51,7	3,48
71	16,0	3,5

ANNEXES II : Valeurs mesurées des paramètres échocardiographiques pour chaque chat

Chat	SIVd CT 1	SIV CT 2	VGd CT 1	VGd CT 2	PVG CT 1	PVG CT 2	SIV CT 1	SIV CT 2	VGs CT 1	VGs CT 2	PVGs CT 1	PVGs CT 2	FR CT 1	FR CT 2
1	0,44	0,38	1,48	1,57	0,52	0,49	0,47	0,47	0,96	0,96	0,71	0,69	35	39
2	0,33	0,31	1,49	1,52	0,4	0,37	0,44	0,55	0,92	0,81	0,64	0,62	38	46
3	0,3	0,26	1,5	1,53	0,33	0,36	0,54	0,53	0,87	0,91	0,61	0,61	42	41
4	0,39	0,29	1,4	1,63	0,45	0,37	0,62	0,47	0,8	1,01	0,7	0,64	43	38
5	0,31	0,3	1,22	1,42	0,43	0,44	0,43	0,51	0,66	0,74	0,66	0,72	46	48
6	0,45	0,39	1,48	1,69	0,51	0,47	0,66	0,51	0,78	1,03	0,84	0,72	47	39
7	0,37	0,44	1,73	1,73	0,37	0,42	0,42	0,54	1,09	1,06	0,59	0,62	37	39
8	0,36	0,35	1,6	1,69	0,44	0,47	0,58	0,51	1,02	0,88	0,59	0,68	36	48
9	0,35	0,37	1,54	1,56	0,45	0,49	0,49	0,43	1,01	1,15	0,74	0,58	35	26
10	0,49	0,41	1,11	1,56	0,56	0,41	0,64	0,62	0,58	0,74	0,8	0,78	48	52
11	0,29	0,33	1,54	1,56	0,37	0,39	0,39	0,56	1,05	0,95	0,53	0,58	32	39
12	0,25	0,28	1,61	1,5	0,3	0,35	0,4	0,4	0,91	0,82	0,56	0,56	44	45
13	0,35	0,41	1,77	1,69	0,49	0,47	0,6	0,6	1,03	1,09	0,7	0,78	42	35
14	0,45	0,33	1,3	1,44	0,37	0,39	0,68	0,56	0,68	0,68	0,74	0,72	48	53
15	0,3	0,42	1,63	1,63	0,32	0,44	0,47	0,49	1,09	1,09	0,59	0,64	33	33
16	0,29	0,29	1,54	1,36	0,45	0,49	0,64	0,58	0,7	0,7	0,72	0,78	55	48
17	0,43	0,39	1,5	1,46	0,45	0,41	0,53	0,58	0,86	0,76	0,7	0,76	42	48
18	0,37	0,33	1,54	1,5	0,35	0,41	0,49	0,56	0,95	0,56	0,58	0,74	39	49
19	0,43	0,37	1,79	1,63	0,53	0,58	0,56	0,58	1,05	1,05	0,64	0,7	41	35
20	0,41	0,41	1,65	1,69	0,43	0,43	0,51	0,53	1,05	0,86	0,7	0,76	36	49
21	0,42	0,3	1,56	1,65	0,4	0,38	0,64	0,66	0,81	0,87	0,77	0,67	48	47
22	0,37	0,35	1,38	1,58	0,47	0,45	0,56	0,53	0,7	0,8	0,76	0,7	49	49
23	0,38	0,36	1,55	1,56	0,41	0,53	0,59	0,58	0,86	1,09	0,64	0,58	45	31
24	0,33	0,35	1,45	1,3	0,48	0,48	0,44	0,51	0,86	0,92	0,69	0,64	41	29
25	0,31	0,33	1,63	1,33	0,36	0,4	0,51	0,49	0,94	0,77	0,46	0,63	42	42
26	0,47	0,45	1,46	1,38	0,47	0,47	0,6	0,64	0,8	0,86	0,76	0,76	39	33
27	0,37	0,41	1,34	1,17	0,53	0,51	0,49	0,49	0,88	0,62	0,66	0,64	34	47
28	0,27	0,37	1,34	1,44	0,35	0,45	0,47	0,49	0,95	1,05	0,56	0,64	29	27
29	0,41	0,39	1,3	1,34	0,47	0,53	0,64	0,64	0,74	0,7	0,62	0,72	43	48
30	0,31	0,3	1,45	1,38	0,44	0,4	0,46	0,44	0,86	0,91	0,56	0,58	41	35
31	0,31	0,31	1,34	1,3	0,58	0,47	0,6	0,53	0,66	0,58	0,76	0,78	51	56
32	0,4	0,33	1,37	1,32	0,36	0,41	0,51	0,59	0,92	0,63	0,64	0,72	33	52
33	0,31	0,28	1,25	1,27	0,48	0,41	0,41	0,44	0,89	0,76	0,59	0,67	29	40
34	0,31	0,31	1,65	1,58	0,43	0,43	0,56	0,58	1,03	0,7	0,7	0,74	36	56
35	0,35	0,31	1,46	1,36	0,47	0,49	0,56	0,53	0,86	0,64	0,66	0,68	41	53
36	0,29	0,45	1,48	1,54	0,47	0,47	0,49	0,62	0,88	0,93	0,68	0,66	40	40
37	0,41	0,29	1,6	1,69	0,56	0,56	0,62	0,6	0,95	0,82	0,78	0,82	41	51
38	0,33	0,26	1,27	1,42	0,49	0,41	0,46	0,36	0,89	0,94	0,64	0,58	30	34
39	0,39	0,41	1,42	1,38	0,47	0,43	0,49	0,56	0,93	0,93	0,66	0,62	35	33
40	0,35	0,31	1,4	1,38	0,43	0,53	0,66	0,58	0,62	0,74	0,78	0,72	56	46

41	0,45	0,45	1,42	1,36	0,49	0,45	0,53	0,39	0,91	0,93	0,7	0,68	36	32
42	0,27	0,39	1,6	1,42	0,41	0,53	0,53	0,47	1,09	0,93	0,51	0,7	32	35
43	0,49	0,31	1,34	1,56	0,58	0,58	0,64	0,62	0,56	0,82	0,88	0,78	58	47
44	0,33	0,33	1,6	1,52	0,41	0,53	0,51	0,56	0,78	0,72	0,62	0,62	52	53
45	0,31	0,31	1,4	1,28	0,35	0,47	0,47	0,51	0,76	0,72	0,58	0,68	46	44
46	0,35	0,31	1,28	1,32	0,38	0,4	0,44	0,4	0,79	0,87	0,54	0,49	38	34
47	0,37	0,35	1,52	1,54	0,47	0,43	0,62	0,51	0,76	0,88	0,86	0,74	50	43
48	0,44	0,51	1,56	1,47	0,44	0,38	0,56	0,59	0,69	0,76	0,69	0,66	56	48
49	0,3	0,26	1,56	1,56	0,36	0,36	0,46	0,46	1,02	0,95	0,46	0,46	35	39
50	0,45	0,56	1,19	1,35	0,48	0,53	0,56	0,61	0,69	0,71	0,71	0,85	42	47
51	0,53	0,34	1,59	1,59	0,42	0,4	0,56	0,63	1,06	0,95	0,61	0,57	33	40
52	0,3	0,38	1,46	1,52	0,47	0,49	0,59	0,57	0,8	0,72	0,76	0,76	45	53
53	0,44	0,49	1,43	1,48	0,52	0,49	0,52	0,64	0,9	0,87	0,67	0,67	37	41
54	0,36	0,38	1,5	1,31	0,52	0,52	0,55	0,55	0,93	0,79	0,6	0,67	38	40
55	0,45	0,4	1,36	1,19	0,5	0,48	0,55	0,52	0,86	0,76	0,69	0,79	37	36
56	0,43	0,45	1,43	1,55	0,48	0,45	0,57	0,52	0,95	1	0,6	0,71	33	35
57	0,37	0,37	1,51	1,61	0,5	0,53	0,58	0,48	0,82	1,14	0,79	0,63	46	29
58	0,4	0,4	1,48	1,38	0,43	0,48	0,55	0,55	0,83	0,81	0,67	0,67	43	41
59	0,37	0,45	1,59	1,53	0,42	0,56	0,53	0,63	1,01	0,77	0,74	0,82	37	50
60	0,45	0,48	1,26	1,21	0,45	0,43	0,69	0,57	0,6	0,57	0,76	0,76	53	53
61	0,52	0,44	1,28	1,63	0,52	0,58	0,55	0,55	0,76	0,81	0,64	0,7	41	50
62	0,42	0,53	1,3	1,3	0,48	0,42	0,56	0,63	0,77	0,66	0,79	0,79	41	49
63	0,48	0,54	1,27	1,37	*	0,57	0,76	0,76	0,54	0,67	0,86	0,79	57	51
64	0,52	0,52	1,48	1,4	0,49	0,47	0,49	0,73	0,81	0,7	0,73	0,67	45	50
65	0,44	0,55	1,57	1,57	0,52	0,61	0,67	0,67	0,79	0,73	0,76	0,81	50	54
66	0,4	0,37	1,4	1,61	0,48	0,42	0,48	0,56	0,9	1,03	0,71	0,66	36	36
67	0,55	0,47	1,31	1,46	0,52	0,52	0,64	0,7	0,79	0,7	0,67	0,76	40	52
68	0,33	0,38	1,48	1,36	0,48	0,5	0,45	0,52	0,88	0,93	0,64	0,64	40	32
69	0,56	0,42	1,35	1,24	0,48	0,37	0,61	0,61	0,77	0,71	0,61	0,58	43	43
70	0,52	0,55	1,37	1,34	0,49	0,44	0,64	0,55	0,87	0,81	0,67	0,7	36	39
71	0,39	0,37	1,48	1,46	0,53	0,51	0,43	0,49	0,99	0,91	0,7	0,7	33	38

Chat	SIV CL 1	SIV CL 2	VGd CL 1	VGd CL 2	PVGd CL 1	PVGd CL 2	SIVs CL 1	SIVs CL 2	VGs CL 1	VGs CL 2	PVGs CL 1	PVGs CL 2	FR CL 1	FR CL 2
1	0,33	0,33	1,52	1,45	0,35	0,44	0,42	0,48	0,88	0,79	0,66	0,7	42	45
2	0,35	0,29	1,32	1,27	0,4	0,34	0,48	0,4	0,79	0,77	0,59	0,59	40	40
3	0,33	0,31	1,37	1,38	0,43	0,38	0,51	0,49	0,94	0,84	0,58	0,61	32	39
4	0,39	0,39	1,44	1,4	0,49	0,49	0,6	0,58	0,84	0,86	0,68	0,7	40	34
5	0,26	0,28	1,63	1,66	0,38	0,48	0,43	0,54	0,92	0,86	0,54	0,59	43	49
6	0,43	0,45	1,44	1,34	0,49	0,51	0,58	0,51	0,8	0,78	0,78	0,74	44	42
7	0,37	0,4	1,8	1,7	0,42	0,42	0,52	0,54	1,19	1,04	0,57	0,57	34	39
8	0,33	0,39	1,52	1,48	0,41	0,49	0,58	0,56	0,82	0,91	0,68	0,7	46	39

9	0,29	0,35	1,56	1,58	0,43	0,49	0,41	0,49	1,07	0,88	0,64	0,78	32	44
10	0,31	0,31	1,42	1,63	0,47	0,45	0,58	0,49	0,7	0,86	0,72	0,78	51	47
11	0,35	0,39	1,54	1,26	0,39	0,35	0,37	0,49	1,01	0,91	0,56	0,58	35	29
12	0,31	0,3	1,42	1,43	0,41	0,36	0,63	0,48	0,56	0,76	0,64	0,58	60	47
13	0,29	0,39	1,54	1,6	0,6	0,47	0,62	0,58	0,95	0,93	0,74	0,68	39	42
14	0,29	0,35	1,38	1,36	0,43	0,51	0,45	0,47	0,82	0,72	0,72	0,7	40	47
15	0,37	0,44	1,63	1,58	0,49	0,44	0,54	0,54	1,06	0,94	0,69	0,72	35	41
16	0,37	0,37	1,52	1,48	0,43	0,43	0,58	0,58	0,82	0,72	0,7	0,7	46	51
17	0,37		1,54		0,51		0,6		0,86		0,72		44	
18	*	*	1,23	1,23	0,47	0,47	0,62	0,62	0,86	0,86	0,7	0,7	49	
19	0,43	0,49	1,75	1,81	0,51	0,51	0,56	0,74	1,09	1,01	0,7	0,7	38	44
20	0,35	0,39	1,65	1,65	0,43	0,45	0,62	0,56	0,72	0,76	0,78	0,66	56	54
21	0,37	0,39	1,63	1,5	0,45	0,51	0,72	0,7	0,78	0,7	0,68	0,74	52	53
22	0,33	0,43	1,58	1,4	0,49	0,47	0,53	0,53	0,7	0,72	0,74	0,7	56	49
23	0,37	0,37	1,69	1,69	0,47	0,43	0,51	0,62	1,01	1,01	0,53	0,56	40	40
24	0,29	0,25	1,28	1,34	0,45	0,45	0,39	0,41	0,84	0,8	0,53	0,68	34	40
25	0,33	0,31	1,37	1,43	0,51	0,49	0,63	0,54	0,67	0,79	0,66	0,64	51	45
26	0,37	0,45	1,36	1,65	0,49	0,49	0,6	0,68	0,8	0,86	0,76	0,76	41	47
27	0,37	0,29	1,28	1,52	0,56	0,53	0,7	0,6	0,53	0,66	0,82	0,8	58	57
28	0,37	0,33	1,4	1,48	0,41	0,51	0,49	0,56	0,93	0,97	0,64	0,68	34	35
29	0,37	0,33	1,32	1,38	0,41	0,47	0,56	0,41	0,64	0,8	0,62	0,56	42	42
30	0,33	0,28	1,2	1,17	0,41	0,44	0,43	0,49	0,81	0,74	0,46	0,54	33	37
31	0,31	0,35	1,15	1,32	0,47	0,53	0,53	0,62	0,53	0,62	0,82	0,86	54	53
32	0,31	0,3	1,51	1,35	0,48	0,41	0,53	0,54	0,77	0,86	0,74	0,61	49	37
33	0,38	0,4	1,05	1,09	0,48	0,53	0,4	0,4	0,82	0,92	0,67	0,59	22	15
34	0,39	0,31	1,5	1,52	0,45	0,51	0,51	0,58	0,86	0,72	0,76	0,74	42	53
35	0,37	0,37	1,26	1,28	0,39	0,47	0,47	0,49	0,7	0,78	0,62	0,66	44	39
36	0,39	0,33	1,67	1,5	0,51	0,51	0,7	0,62	0,8	0,76	0,82	0,72	52	49
37	0,41	0,31	1,56	1,56	0,47	0,45	0,58	0,49	0,76	1,01	0,74	0,78	52	36
38	0,28	0,31	1,35	1,48	0,41	0,33	0,4	0,36	0,95	1,07	0,49	0,49	29	28
39	0,43	0,31	1,42	1,52	0,47	0,47	0,53	0,58	0,93	0,95	0,7	0,62	35	38
40	0,35	0,39	1,54	1,23	0,49	0,56	0,6	0,47	0,84	0,86	0,66	0,72	45	30
41	0,39	0,39	1,3	1,56	0,45	0,47	0,47	0,45	0,93	0,99	0,56	0,64	29	37
42	0,31	0,31	1,5	1,4	0,45	0,49	0,43	0,37	0,99	0,88	0,66	0,72	34	37
43	0,31	0,31	1,34	1,05	0,45	0,7	0,47	0,47	0,74	0,53	0,58	0,8	45	49
44	0,3	0,35	1,5	1,47	0,43	0,46	0,46	0,43	0,97	0,99	0,54	0,61	35	33
45	0,33	0,35	1,32	1,28	0,41	0,48	0,38	0,48	0,84	0,67	0,61	0,61	36	47
46	0,26	0,38	1,19	1,22	0,44	0,38	0,33	0,49	0,76	0,79	0,53	0,58	36	35
47	0,31	0,35	1,65	1,67	0,47	0,43	0,66	0,56	0,72	0,78	0,8	0,7	56	53
48	0,43	0,45	1,21	1,34	0,6	0,53	0,66	0,62	0,72	0,64	0,7	0,76	41	52
49	0,26	0,25	1,56	1,78	0,36	0,35	0,49	0,33	0,95	1,04	0,54	0,64	39	42
50	0,48	0,48	1,32	1,11	0,5	0,42	0,53	0,58	0,77	0,5	0,69	0,74	42	54
51	0,5	0,43	1,45	1,48	0,4	0,55	0,67	0,57	0,9	0,83	0,57	0,67	38	43
52	0,47	0,38	1,4	1,5	0,66	0,53	0,59	0,63	0,72	0,7	0,7	0,78	48	54
53	0,45	0,37	1,56	1,61	0,45	0,45	0,63	0,58	0,82	0,95	0,79	0,63	47	41

54	0,38	0,4	1,29	1,38	0,43	0,5	0,6	0,5	0,83	0,83	0,57	0,55	35	40
55	0,4	0,48	1,38	1,38	0,52	0,43	0,6	0,57	0,93	0,88	0,64	0,76	33	36
56	0,4	0,45	1,67	1,55	0,5	0,57	0,52	0,76	1,14	0,88	0,67	0,74	31	43
57	0,5	0,45	1,38	1,53	0,48	0,53	0,58	0,58	0,93	0,79	0,69	0,79	33	48
58	0,48	0,38	1,43	1,33	0,43	0,48	0,48	0,45	0,9	0,93	0,67	0,64	37	30
59	0,4	0,48	1,48	1,61	0,56	0,48	0,74	0,63	0,74	0,85	0,69	0,71	50	47
60	0,4	0,52	1,14	1,26	0,5	0,4	0,6	0,64	0,74	0,62	0,67	0,74	35	51
61	0,58	0,42	1,24	1,14	0,5	0,56	0,61	0,71	0,66	0,66	0,85	0,85	47	53
62	0,45	0,48	1,48	1,59	0,5	0,61	0,58	0,63	0,77	0,87	0,79	0,69	48	45
63	0,5	0,45	1,48	1,53	0,56	0,53	0,69	0,53	0,66	0,79	0,71	0,79	55	48
64	0,47	0,49	1,48	1,54	0,58	0,44	0,67	0,58	0,7	0,81	0,81	0,79	53	47
65	0,52	0,52	1,31	1,51	0,58	0,52	0,73	0,76	0,49	0,73	0,87	0,81	62	52
66	0,45	0,37	1,46	1,48	0,48	0,48	0,56	0,61	1,03	0,79	0,71	0,77	29	46
67	0,47	0,49	1,48	1,48	0,49	0,52	0,73	0,67	0,73	0,7	0,76	0,79	51	53
68	0,33	0,38	1,31	1,36	0,52	0,5	0,48	0,6	0,88	0,79	0,69	0,71	33	42
69	0,48	0,34	1,38	1,43	0,45	0,45	0,69	0,66	0,74	0,63	0,63	0,69	46	56
70	0,61	0,44	1,4	1,43	0,47	0,52	0,55	0,52	0,84	0,79	0,7	0,79	40	45
71	0,33	0,33	1,34	1,36	0,43	0,45	0,6	0,56	0,8	0,8	0,76	0,66	40	41

Chat	E-Se 1	E-Se 2	E et A Mitr 1	E et A Mitr 2	Emitr 1	Emitr 2	A Mitr 1	A Mitr 2	Td Mitr 1	Td Mitr 2
1	1,1	1,3			0,7	0,84	0,64	0,52	52	76
2	1,1	1,3	1,22	1,09						
3	1	0,7	1,43	1,45						
4	1,6	0,8			0,88	0,86	0,65	0,7	72	78
5	1,3	1,5	1,25	1,37						
6	1,2	1,4	1,18	1,3						
7	2	2			1,08	1,19	0,85	1,11	65	93
8	1,4	1,6			0,93	0,84	0,58	0,52	64	85
9	2,1	1,4			0,92	1,11	0,65	0,81	38	38
10	1,2	1,4			0,91	0,86	0,48	0,37	91	102
11	1,2	1			0,8	0,89	0,71	0,73	70	71
12	2	1,5			0,94	0,94	0,68	0,52	71	92
13	1,9	1	1,26	1,18						
14	1,2	1,2	1,14	1,31						
15	1,2	1,5	1,49	1,46						
16	0,8	1,2	1,06	1,18						
17	1	0,8	1,24	1,28						
18	NR	NR	1,28	1,31						
19	1,4	1,6	1,57	1,35						
20	1,4	1,6			0,86	0,85	0,62	0,62	56	64
21	0,8	1			0,77	0,97	0,76	0,85	87	64

22			1,25	1,21							
23	1,6	1,6			0,91	0,89	0,71	0,72	45	78	
24	1,3	1,3			1,04	1,04	0,85	0,94	71	66	
25	1,3	1,2			0,83	0,88	0,75	0,62	77	46	
26	1,2	1,4	1,08	1,27							
27	1,2	1,2	0,92	0,97							
28	1,41	1,6	1,04	1,05							
29	1,2	1,2	1,31	1,24							
30	1	1,2	0,9	0,94							
31	1,2	0,8	1	1,05							
32	0,8	0,8	1,07	1,12							
33	1	1,2	1,09	1,02							
34	1	1,6			1,04	0,87	0,78	0,57	102	103	
35	1,4	1,2	1,13	1,09							
36	0,8	1	1,28	1,28							
37	1	1,6	1,17	1,22							
38	1,5	1,5	1,29	1,29							
39	1,2	1	1,28	1,31							
40	1	1,2	1,25	1,24							
41	1,4	1,2	1,28	1,19							
42	1	1,2	1,12	1,18							
43	1	1,2	1,08	1,07							
44	1,5	0,8	1,27	1,39							
45	1	1,3	1,49	1,44							
46	0,7	0,7			0,82	0,76	0,47	0,51	85	83	
47	1,6	0,6	1,1	1,07							
48	0,8	1									
49	1,5	1,5			0,88	0,91	0,73	0,8	53	60	
50	1,3	0,8	0,96	1,05							
51	1,2	1,7	0,96	1,04							
52	0,8	0,8			0,99	1,06	0,77	0,77	61	74	
53	0,8	1,1	1,2	1,35							
54	1,2	1	1	1,15							
55	1,2	1,9	1,18	0,93							
56	1,2	1,2	1,13	1,13							
57	1,1	0,8	1,25	1,17							
58	1	1,2	1,19	1,21							
59	1,3	1,1			1,17	0,89	0,56	0,63	63	73	
60	0,7	1	1,06	1,17							
61	1,1	1,1	1,17	1,22							
62	1,6	1,9	1,27	1,32							
63	1,1	0,8	1,1	1,01							
64	2	2,3			0,87	0,84	0,8	0,71	67	64	
65	1,5	1,5	1,17	1,14							
66	1,1	1,1	1,31	1,36							

67	1,5	1,2	1,1	1,19						
68	1	0,7			0,89	0,93	0,8	0,84	95	71
69	1,1	1,1	1,04	1						
70	1,2	1,5	0,99	1,2						
71	1,2		1,03	1,03						

Chat	E et A Tric 1	E et A Tric 2	E Tric 1	E Tric 2	A Tric 1	A Tric 2	Td Tric 1	Td Tric 2
1			1,19	1,11	0,77	0,78	52	76
2	1,18	1,18						
3			1,03	1,1	0,91	0,78	45	79
4			0,68	0,72	0,34	0,43	90	96
5	0,83	0,95						
6			0,9	0,78	0,82	0,62	64	47
7			0,81	0,77	0,65	0,56	94	81
8			0,91	0,94	0,61	0,68	59	45
9			0,99	0,74	0,55	0,56	70	93
10			0,97	0,91	0,57	0,67	58	66
11			0,83	0,73	0,57	0,44	84	65
12			0,58	0,56	0,4	0,42	65	72
13			0,98	0,89	0,67	0,7	63	90
14	1,17	1,28						
15			0,54	0,56	0,39	0,48	74	93
16			0,8	0,96	0,57	0,57	80	72
17			0,91	0,76	0,68	0,67	67	57
18			0,65	0,61	0,51	0,37	96	71
19			1,17	1,02	0,8	0,77	72	53
20			0,75	0,74	0,68	0,53	58	58
21			0,77	0,97	0,76	0,85	87	64
22			0,84	0,79	0,56	0,6	45	57
23			0,8	0,8	0,72	0,57	103	118
24			0,84	1,25	0,73	0,9	51	52
25			0,8	0,83	0,48	0,66	72	65
26			0,9	0,73	0,47	0,51	72	63
27			1,23	1,37	0,59	0,71	72	51
28			0,62	0,75	0,45	0,58	92	73
29			0,76	0,76	0,49	0,44	54	83
30			0,89	0,96	0,65	0,69	79	92
31			1,19	1,02	0,69	0,67	65	65
32			0,71	0,85	0,61	0,69	53	87
33			0,89	0,8	0,63	0,41	70	81
34			0,75	0,74	0,61	0,7	103	129
35			0,85	0,89	0,6	0,69	46	100

36			0,91	1,22	0,79	0,92	56	79
37			0,96	0,9	0,63	0,66	79	86
38			1	1,09	0,52	0,68	83	78
39			0,74	0,93	0,58	0,65	84	81
40			0,94	0,92	0,58	0,57	66	71
41			0,77	0,83	0,54	0,55	100	58
42			1,19	1,28	0,79	0,83	59	38
43			1,03	1,2	0,69	0,59	52	72
44			0,7	0,69	0,54	0,47	72	58
45			0,72	0,76	0,58	0,56	80	64
46			0,75	0,72	0,67	0,66	59	105
47			0,86	0,89	0,63	0,79	62	71
48			0,94	1,05	0,76	0,76	52	78
49			0,98	0,98	0,67	0,68	52	119
50			0,76	0,85	0,54	0,75	101	44
51			0,77	0,82	0,62	0,5	94	65
52			0,89	0,74	0,6	0,54	73	54
53			1,64	1,3	1,11	1,01	63	73
54			0,88	1,01	0,63	0,81	66	59
55			0,93	1,12	0,69	0,89	88	56
56			0,78	0,85	0,58	0,6	117	102
57			1,02	1,44	0,77	0,8	58	63
58			0,94	0,82	0,63	0,59	84	81
59			0,99	1,06	0,73	0,85	110	96
60			1,15	1,3	0,77	0,84	51	65
61			0,99	0,89	0,79	0,66	77	66
62			1,16	1,03	0,65	0,76	49	67
63			0,96	0,87	0,75	0,66	66	59
64			0,67	0,66	0,59	0,62	59	46
65			1,23	0,91	0,72	0,74	59	52
66			1	1,02	0,57	0,53	77	79
67			1,03	1,06	0,74	0,79	111	40
68			0,78	0,75	0,51	0,44	42	70
69			1,06	1,01	0,52	0,52	71	78
70			1,09	1,2	0,59	0,95	55	55
71			0,92	0,87	0,69	0,68	79	45

Chat	VTP 1	VTP 2	Ta TP 1	Ta TP 2	Te TP 1	Te TP 2
1	1,49	1,53	84	65	149	142
2	1,43	1,35	52	64	136	142
3	1,23	1,12	71	65	168	149
4	0,84	0,92	78	58	181	155
5	1,34	1,43	52	39	129	116
6	1,42	1,39	65	103	149	168
7	1,42	1,26	65	71	155	142
8	1,53	1,49	78	39	149	123
9	1,38	1,32	52	39	136	136
10	1,15	1,19	58	65	136	155
11	1,03	1,09	65	71	162	162
12	1,2	1,11	58	65	162	168
13	1,35	1,48	58	76	155	155
14	1,26	1,23	71	65	136	136
15	1,49	1,53	45	58	155	155
16	1,48	1,79	58	71	155	149
17	0,98	1,1	78	58	168	155
18	1,43	1,5	58	65	155	142
19	1,25	1,39	76	65	155	155
20	1,14		45	45	129	123
21	1,3	1,37	52	45	129	136
22	1,31	1,03	78	65	155	136
23	1,09	1,11	58	84	129	155
24	1,1	0,99	71	91	142	162
25	1,22	1,24	45	65	155	155
26	1,21	1,26	71	58	162	142
27	1,62	1,55	58	71	123	142
28	1,22	1,34	65	58	142	155
29	1,05	1,1	39	58	129	168
30	1,06	1,07	65	71	155	155
31	1,23	1,21	58	91	181	155
32	1,34	1,27	84	78	155	155
33	1,06	1,06	58	39	110	116
34	1,35	1,22	97	64	175	168
35	1,17		58	52	149	142
36	1,45	1,47	78	58	155	175
37	1,07	1,1	65	71	162	142
38	1,2		65	58	175	162
39	1,24	1,28	78	71	149	149
40	1,34	1,32	84	52	194	149
41	1,49	1,34	71	91	168	168
42	1,21	1,2	26	52	129	129
43	1,59	1,76	52	84	136	162
44	1,29	1,29	65	52	142	142

45	1,05	1,18	32	45	110	129
46	1,02	1,1	39	52	129	149
47	1,25	1,28	78	65	168	155
48	1,28	1,16	71	45	168	162
49	1,17	1,16	71	103	155	181
50	1,23	1,25	48	52	104	118
51	1,02	1,1	52	63	111	118
52	1,05	1,12	37	37	104	92
53	1,58	1,46	26	63	71	116
54	1,19	1,2	44	37	118	96
55	1,36	1,38	55	41	126	92
56	1,22	1,24	41	48	92	96
57	1,2	1,34	44	55	115	111
58	1,11	1,12	37	33	100	111
59	1,2	1,28	37	33	89	107
60	1,23	1,2	37	30	137	133
61	1,14	1,18	37	30	92	92
62	1,33	1,48	48	74	100	129
63	1,26	1,28	44	44	96	92
64	1,2	1,13	59	67	133	129
65	1,32	1,32	70	59	115	115
66	1,2	1,23	30	37	81	111
67	1,19	1,19	33	41	81	118
68	1,47	1,25	44	33	122	96
69	1,27	1,41	44	44	111	87
70	1,19	1,3	33	33	85	96
71	1,35	1,26	71	65	187	175

Chat	AG BD 1	AG BD 2	Ao CL 1	Ao CL 2	AG/Ao CL 1	AG/Ao CL 2
1	1,03	1,11	0,73	0,73	1,41	1,52
2	0,97	0,98	0,81	0,72	1,20	1,36
3	1,02	1	0,83	0,79	1,23	1,27
4	0,89	1,18	0,68	0,73	1,31	1,62
5	1,14	1,13	0,74	0,78	1,54	1,45
6	1,31	1,25	0,85	0,81	1,54	1,54
7	1,05	1,07	0,74	0,7	1,42	1,53
8	1,48	1,21	0,83	0,77	1,78	1,57
9	1,22	1,29	0,69	0,67	1,77	1,93
10	1,32	1,3	0,9	0,77	1,47	1,69
11	1,14	1,13	0,8	0,86	1,43	1,31

12	1,25	1,02	0,75	0,72	1,67	1,42
13	1,13	1,1	0,9	0,76	1,26	1,45
14	0,88	1,11	0,76	0,84	1,16	1,32
15	1,15	1,03	0,8	0,83	1,44	1,24
16	1,08	1,2	0,95	1	1,14	1,20
17	1,1	1,25	0,74	0,79	1,49	1,58
18	1,04	1,32	0,78	0,92	1,33	1,43
19	1,6	1,65	0,77	0,75	2,08	2,20
20	1,15	1,37	0,67	0,79	1,72	1,73
21	1,1	1,13	0,83	0,84	1,33	1,35
22						
23	1,09	1,05	0,75	0,77	1,45	1,36
24	1,04	1,05	0,74	0,75	1,41	1,40
25	0,95	1	0,92	0,76	1,03	1,32
26	1,06	1,03	0,97	0,9	1,09	1,14
27	1,08	0,86	0,74	0,83	1,46	1,04
28	1	1,05	0,73	0,66	1,37	1,59
29	1,21	1,06	0,93	0,69	1,30	1,54
30	0,93	0,91	0,7	0,73	1,33	1,25
31	1,39	1,31	0,89	0,76	1,56	1,72
32	1,19	1,12	0,83	0,71	1,43	1,58
33	1,26	1,24	0,77	0,79	1,64	1,57
34	1,1	1,13	0,83	0,84	1,33	1,35
35	1,14	1,1	0,71	0,84	1,61	1,31
36	1,13	1,16	0,83	0,74	1,36	1,57
37	1,34	1,17	0,78	0,93	1,72	1,26
38	0,75	1,04	0,67	0,68	1,12	1,53
39	1,12	1,09	0,7	0,87	1,60	1,25
40	1,06	1,15	0,65	0,73	1,63	1,58
41	1,25	1,02	0,93	0,8	1,34	1,28
42	1,17	1,15	0,63	0,72	1,86	1,60
43	1,22	1,22	0,92	0,85	1,33	1,44
44	1,25	1,24	0,8	0,67	1,56	1,85
45	1,06	1,11	0,62	0,62	1,71	1,79
46	1,01	1,08	0,82	0,85	1,23	1,27
47	0,99	1,1	0,8	0,91	1,24	1,21
48	0,97	1,11	0,82	0,83	1,18	1,34
49	1,02	1,11	0,76	0,68	1,34	1,63
50	1,08	1,07	0,76	0,87	1,42	1,23
51	1,07	0,97	0,67	0,7	1,60	1,39
52	0,94	0,91	0,7	0,81	1,34	1,12
53	1,31	1,25	0,9	0,96	1,46	1,30
54	1,14	0,95	0,77	0,64	1,48	1,48
55	0,99	0,89	0,76	0,73	1,30	1,22
56	1,17	1,3	0,89	0,89	1,31	1,46

57	1,07	1,03	0,87	0,85	1,23	1,21
58	1,1	1,17	0,83	0,83	1,33	1,41
59	1,25	1,27	0,8	0,83	1,56	1,53
60	1,05	1,21	0,76	0,83	1,38	1,46
61	0,96	0,99	0,66	0,87	1,45	1,14
62	1,19	0,95	0,68	0,76	1,75	1,25
63	1,33	1,21	0,82	0,89	1,62	1,36
64	1,24	1,29	0,86	0,92	1,44	1,40
65	1,4	1,3	0,86	0,84	1,63	1,55
66	1,34	1,26	0,9	0,82	1,49	1,54
67	1,23	1,13	0,91	0,76	1,35	1,49
68	1,03	1,2	0,79	0,83	1,30	1,45
69	0,92	0,88	0,59	0,58	1,56	1,52
70	1,16	1	0,62	0,76	1,87	1,32
71	1,07	1,09	0,66	0,76	1,62	1,43

Chat	AG TM 1	AG TM 2	Ao TM 1	Ao TM 2	AG/Ao TM 1	AG/Ao TM 2	Sép cusp 1	Sép cusp 2	PEP 1	PEP 2	LVET Ao 1	LVET Ao 2	PEP/LVET 1	PEP/LVET 2
1	1,08	1,19	0,81	0,7	1,33	1,70	0,76	0,59	22	17	125	151	0,18	0,11
2	1,1	1,08	0,7	0,81	1,57	1,33	0,55	0,66	22	17	103	121	0,21	0,14
3	0,87	0,89	0,81	0,91	1,07	0,98	0,69	0,71	26	32	155	181	0,17	0,18
4	0,97	0,97	0,74	0,88	1,31	1,10	0,6	0,7	39	39	175	162	0,22	0,24
5	1	1,2	0,71	0,51	1,41	2,35	0,58	0,58	39	39	103	110	0,38	0,35
6	1,17	1,26	0,86	0,81	1,36	1,56	0,72	0,7	39	32	181	136	0,22	0,24
7	1,19	1,21	0,68	0,68	1,75	1,78	0,56	0,6	13	39	155	175	0,08	0,22
8	1,07	1,15	0,58	0,64	1,84	1,80	0,7	0,7	32	39	116	155	0,28	0,25
9	1,15	1,28	0,64	0,6	1,80	2,13	0,59	0,66	13	26	116	103	0,11	0,25
10	1,01	1,21	0,62	0,66	1,63	1,83	0,56	0,6	32	26	116	136	0,28	0,19
11	0,88	0,93	0,64	0,76	1,38	1,22	0,64	0,74	26	26	136	175	0,19	0,15
12	1	0,99	0,63	0,67	1,59	1,48	0,58	0,59	26	19	148	136	0,18	0,14
13	1,05	1,05	0,68	0,58	1,54	1,81	0,58	0,7	39	26	103	116	0,38	0,22
14	0,89	1,14	0,51	0,69	1,75	1,65	0,61	0,49	52	32	136	149	0,38	0,21
15	1,16	1,14	0,59	0,72	1,97	1,58	0,69	0,69	39	32	123	103	0,32	0,31
16	1,15	1,05	0,7	0,7	1,64	1,50	0,66	0,7	26	32	103	110	0,25	0,29
17	0,97	0,97	0,62	0,66	1,56	1,47	0,62	0,58	32	39	103	103	0,31	0,38
18	1,07	1,13	0,72	0,72	1,49	1,57	0,72	0,62	32	32	129	135	0,25	0,24
19	1,48	1,46	0,7	0,74	2,11	1,97	0,62	0,72	19	19	129	149	0,15	0,13
20	1,34	1,15	0,56	0,7	2,39	1,64	0,64	0,66	45	32	181	168	0,25	0,19
21	1,13	1,17	0,7	0,8	1,61	1,46	0,68	0,7	32	45	136	162	0,24	0,28
22	1,09	1,01	0,72	0,8	1,51	1,26	0,66	0,68	26	32	129	129	0,20	0,25
23	0,88	0,84	0,74	0,78	1,19	1,08	0,64	0,74	19	26	116	175	0,16	0,15

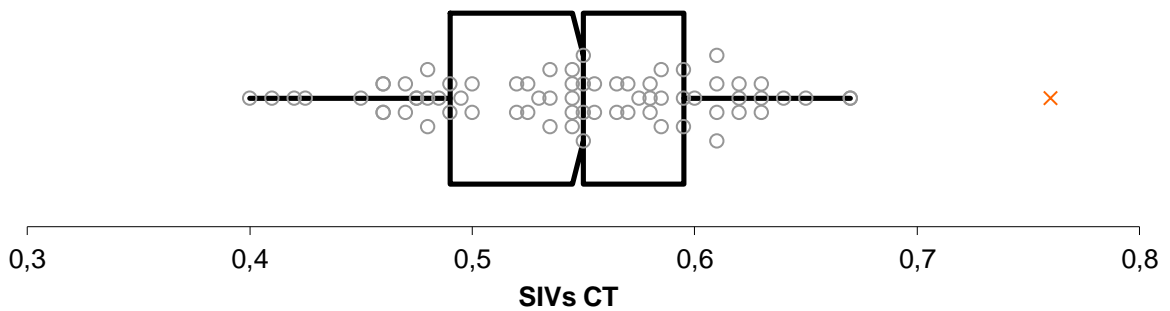
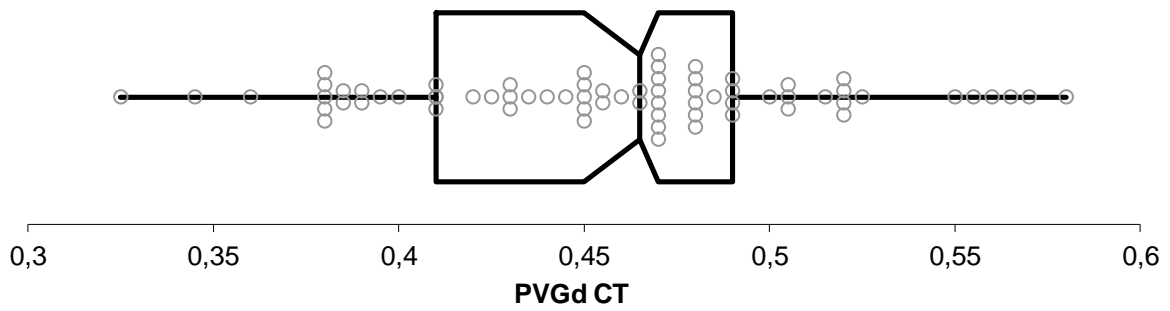
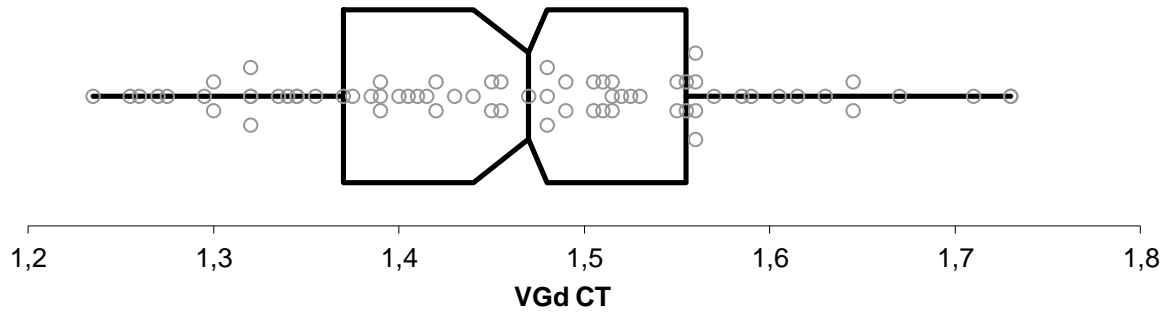
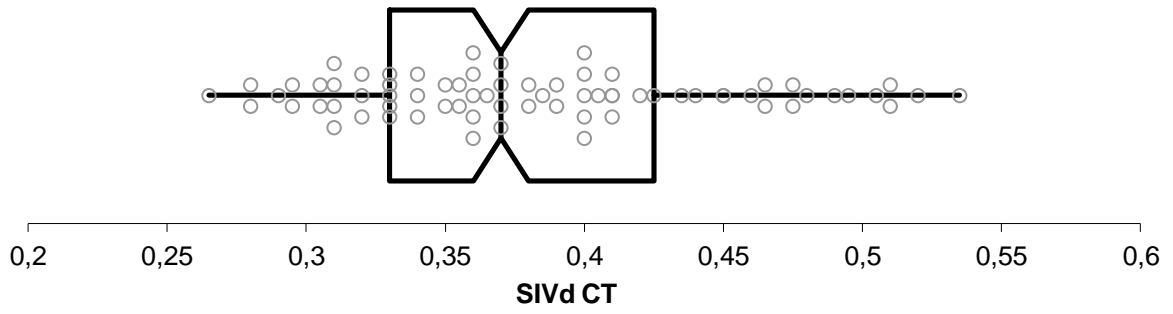
24	1,04	0,94	0,79	0,81	1,32	1,16	0,56	0,61	39	26	175	110	0,22	0,24
25	0,84	0,86	0,77	0,71	1,09	1,21	0,59	0,64	39	32	175	181	0,22	0,18
26	0,95	1,05	1,01	0,95	0,94	1,11	0,82	0,8	32	32	175	200	0,18	0,16
27	1,19	1,05	0,76	0,82	1,57	1,28	0,68	0,62	39	32	181	187	0,22	0,17
28	0,95	1,05	0,66	0,76	1,44	1,38	0,6	0,62	26	45	129	168	0,20	0,27
29	1,01	1,17	0,76	0,91	1,33	1,29	0,62	0,6	26	45	226	207	0,12	0,22
30	1	1,05	0,63	0,67	1,59	1,57	0,48	0,54	26	26	116	142	0,22	0,18
31	1,01	1,03	0,82	0,7	1,23	1,47	0,68	0,74	32	32	168	175	0,19	0,18
32	1	1,19	0,71	0,76	1,41	1,57	0,67	0,59	19	32	129	116	0,15	0,28
33	1,07	0,94	0,91	0,92	1,18	1,02	0,58	0,63	32	32	149	168	0,21	0,19
34	1,21	1,26	0,68	0,78	1,78	1,62	0,56	0,64	39	39	239	168	0,16	0,23
35	1,09	1,13	0,82	0,72	1,33	1,57	0,76	0,64	32	27	142	116	0,23	0,23
36	1,35	1,46	0,82	0,76	1,65	1,92	0,72	0,64	26	19	162	103	0,16	0,18
37	1,28	1,34	0,74	0,82	1,73	1,63	0,64	0,7	19	32	142	175	0,13	0,18
38	0,97	1,07	0,67	0,61	1,45	1,75	0,59	0,51	32	32	187	168	0,17	0,19
39	1,3	1,32	0,82	0,76	1,59	1,74	0,62	0,62	32	45	162	129	0,20	0,35
40	1,05	1,11	0,72	0,74	1,46	1,50	0,6	0,58	32	32	175	149	0,18	0,21
41	1,19	1,19	0,84	0,74	1,42	1,61	0,72	0,74	26	26	142	142	0,18	0,18
42	1,21	1,3	0,64	0,76	1,89	1,71	0,7	0,64	19	32	129	129	0,15	0,25
43	1,15	1,09	0,95	0,8	1,21	1,36	0,78	0,72	32	19	181	129	0,18	0,15
44	1,11	1,15	0,6	0,64	1,85	1,80	0,47	0,53	39	32	129	116	0,30	0,28
45	0,97	1,02	0,66	0,66	1,47	1,55	0,59	0,51	45	32	162	175	0,28	0,18
46	0,92	0,77	0,84	0,82	1,10	0,94	0,59	0,74	26	26	129	168	0,20	0,15
47	1,03	1,01	0,78	0,72	1,32	1,40	0,72	0,8	26	32	123	162	0,21	0,20
48	0,84	1,09	0,69	0,79	1,22	1,38	0,51	0,76	39	32	123	175	0,32	0,18
49	1	0,92	0,64	0,66	1,56	1,39	0,63	0,64	39	39	175	175	0,22	0,22
50	1,01	1,06	0,82	0,63	1,23	1,68	0,77	0,63	15	37	103	103	0,15	0,36
51	0,79	1,12	0,74	0,69	1,07	1,62	0,48	0,52	22	37	96	118	0,23	0,31
52	1,12	1,04	0,68	0,8	1,65	1,30	0,61	0,72	37	30	126	140	0,29	0,21
53	1,22	1,14	0,93	0,77	1,31	1,48	0,58	0,74	30	37	103	118	0,29	0,31
54	1,14	1,05	0,62	0,76	1,84	1,38	0,48	0,57	30	22	111	133	0,27	0,17
55	1,17	0,93	0,62	0,81	1,89	1,15	0,52	0,5	30	22	126	126	0,24	0,17
56	1,21	1,12	0,81	0,62	1,49	1,81	0,62	0,55	30	37	111	111	0,27	0,33
57	1,06	1,06	0,85	0,77	1,25	1,38	0,53	0,61	30	30	126	177	0,24	0,17
58	1	0,95	0,67	0,74	1,49	1,28	0,67	0,57	37	37	118	111	0,31	0,33
59	1,14	1,01	0,93	0,83	1,23	1,22	0,61	0,61	37	44	126	103	0,29	0,43
60	1,17	0,86	0,64	0,55	1,83	1,56	0,64	0,6	37	37	148	155	0,25	0,24
61	1,08	0,85	0,74	0,74	1,46	1,15	0,61	0,61	30	30	126	118	0,24	0,25
62	1,24	1,03	0,77	0,79	1,61	1,30	0,63	0,56	22	37	126	111	0,17	0,33
63	1,24	1,19	0,79	0,58	1,57	2,05	0,66	0,56	22	37	126	103	0,17	0,36
64	1,25	1,19	0,96	0,79	1,30	1,51	0,79	0,73	37	44	126	126	0,29	0,35
65	1,25	1,28	0,81	0,81	1,54	1,58	0,61	0,67	37	37	118	133	0,31	0,28
66	0,98	1,16	0,63	0,87	1,56	1,33	0,61	0,58	37	30	111	96	0,33	0,31
67	1,25	1,13	0,96	0,84	1,30	1,35	0,76	0,79	37	30	104	140	0,36	0,21
68	1,07	1,17	0,74	0,88	1,45	1,33	0,6	0,62	22	37	148	148	0,15	0,25

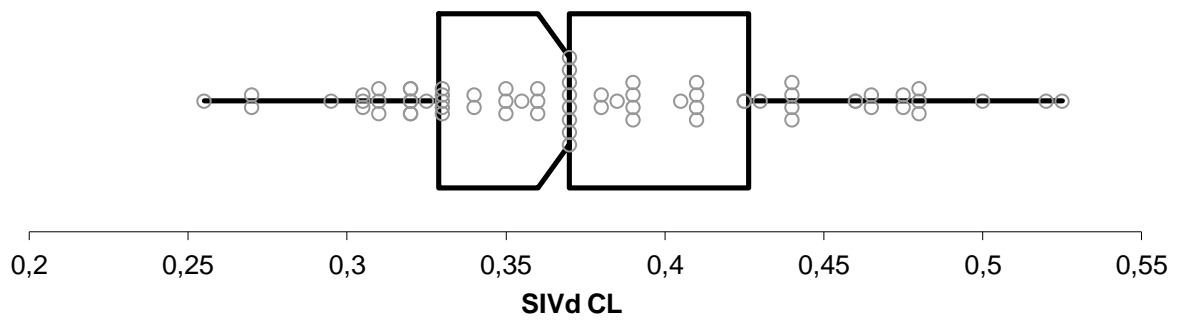
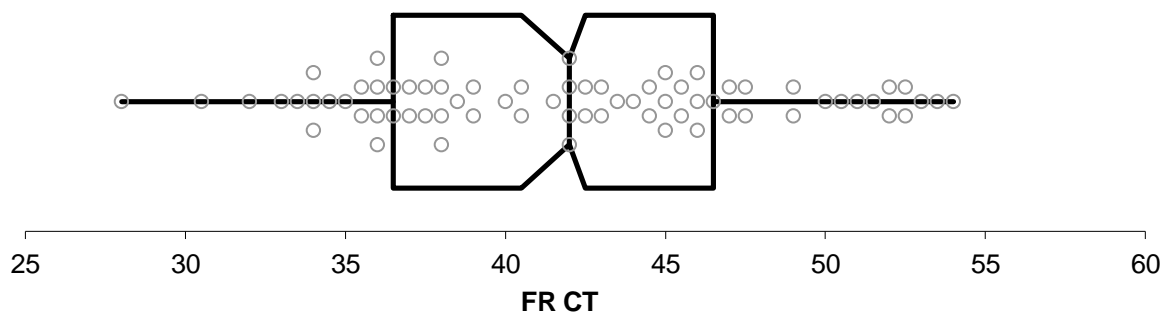
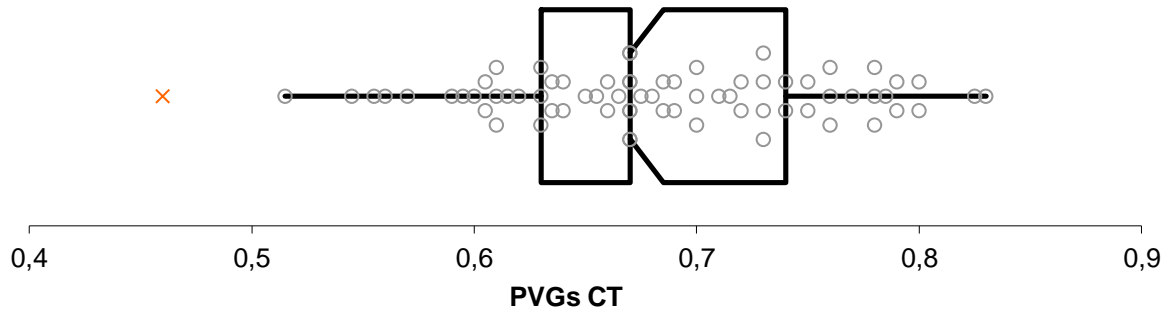
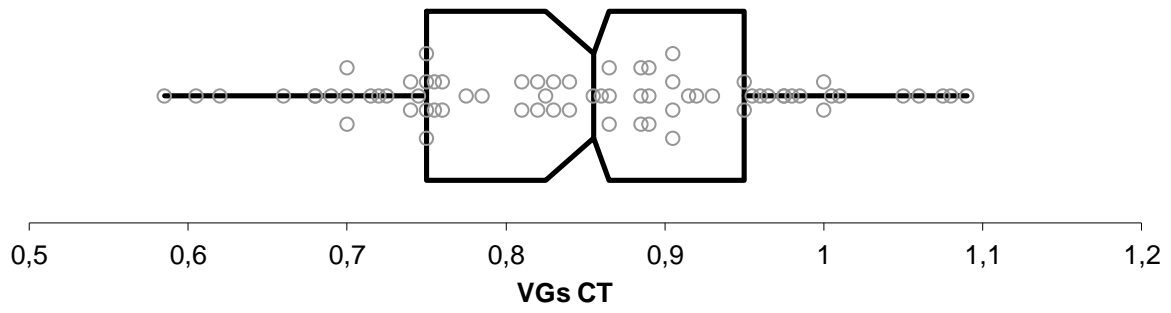
69	0,98	1,11	0,82	0,74	1,20	1,50	0,63	0,61	37	22	148	126	0,25	0,17
70	1,11	1,22	0,73	0,79	1,52	1,54	0,61	0,58	22	30	118	126	0,19	0,24
71	0,88	0,97	0,78	0,84	1,13	1,15	0,7	0,7	32	45	175	175	0,18	0,26

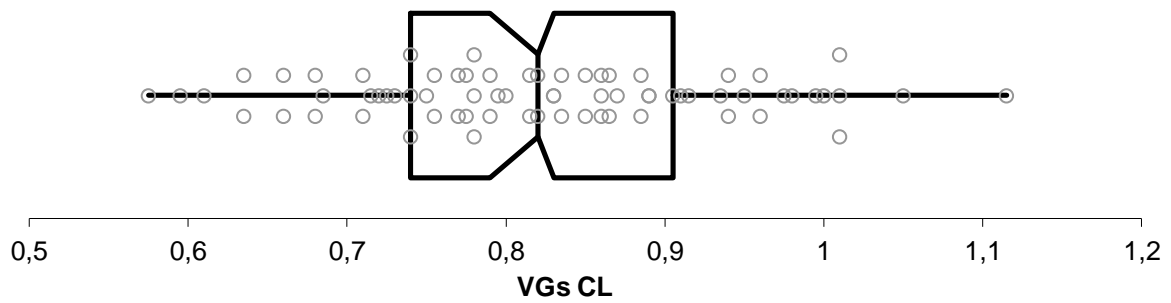
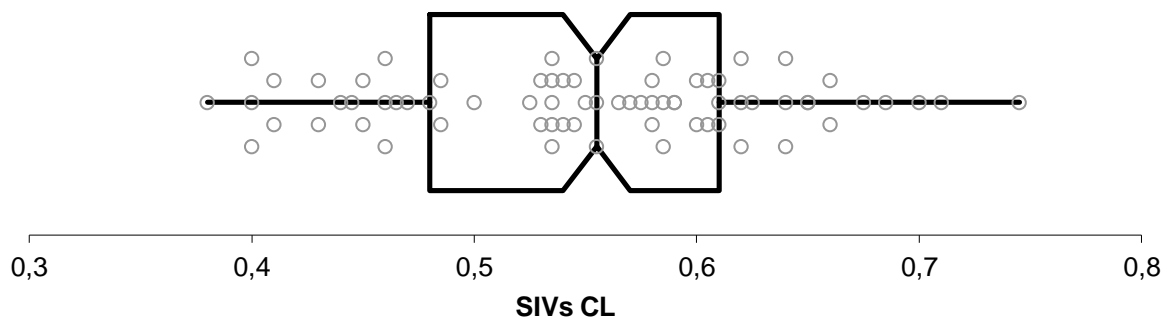
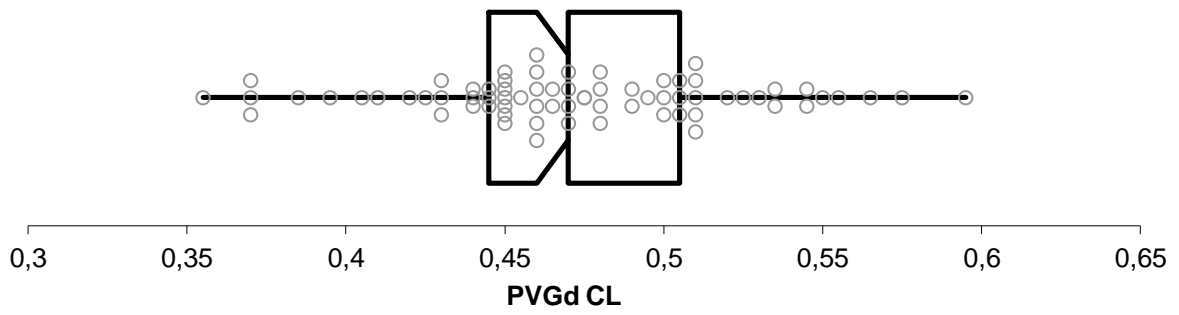
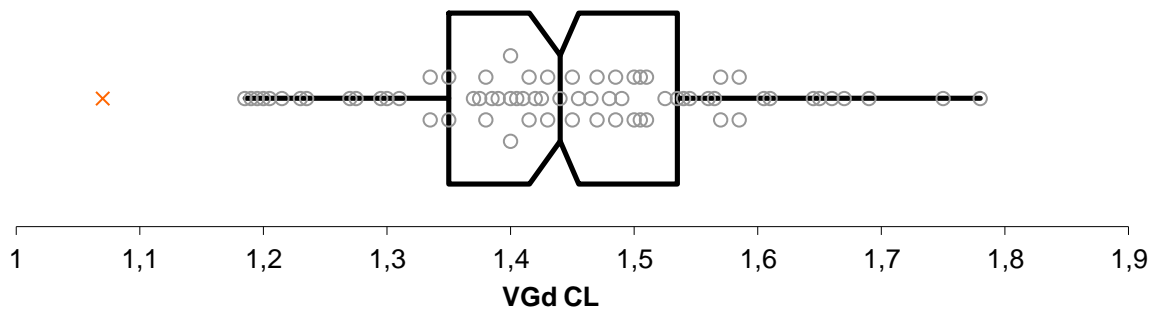
Chat	VAo 1	VAo 2	Ta Ao 1	Ta Ao 2	Te Ao 1	Te Ao 2	TRIV 1	TRIV 2
1	1,63	1,69	26	52	123	149	39	45
2								
3	1,8	1,43	78	58	181	168	32	26
4	1,3	1,6	52	39	129	142	52	39
5	1,37	1,52	65	45	149	149	32	45
6	1,34	1,3	16	52	162	162	39	39
7	1,83	1,87	71	45	162	175	39	52
8	1,42	1,41	52	45	162	168	39	45
9	1,92	1,78	45	39	129	129	26	39
10	1,48	1,48	45	32	142	136	39	45
11	1,3	1,25	32	39	136	142	32	32
12	1,53	1,75	65	58	175	149	26	39
13	1,35	1,36	39	65	168	162	45	39
14	1,89	1,82	71	52	162	155	26	26
15	1,78	1,78	45	45	155	142	39	39
16	1,71	1,69	26	58	136	129	18	39
17	1,71	1,53	65	58	175	162	39	32
18	2,12	1,58	39	84	136	187		
19	1,96	1,94	32	45	149	162	39	45
20	1,56	1,56	71	45	175	136	26	52
21	1,85	1,77	39	26	149	123	45	39
22	1,65	1,62	39	32	116	175	58	32
23	1,68	1,47	58	58	149	187	26	32
24	1,69	1,69	65	32	129	136	52	39
25	1,54	1,48	45	26	142	142	26	39
26	1,6	1,38	19	39	162	155	32	26
27	1,13	1,25	45	58	155	187	32	52
28	1,57	1,53	52	45	142	136	32	45
29	1,51	1,45	45	45	181	175	45	45
30	1,45	1,21	52	58	162	155	39	32
31	1,5	1,53	32	32	142	162	32	32
32	1,44	1,47	71	32	168	175	32	19
33	0,98	1,13	58	45	142	168	39	39
34	1,62	1,73	65	39	162	168	39	32
35	1,62	1,69	32	45	136	155	32	26
36	1,92	1,86	32	39	175	162	45	39
37	1,42		45	19	116	142	32	32

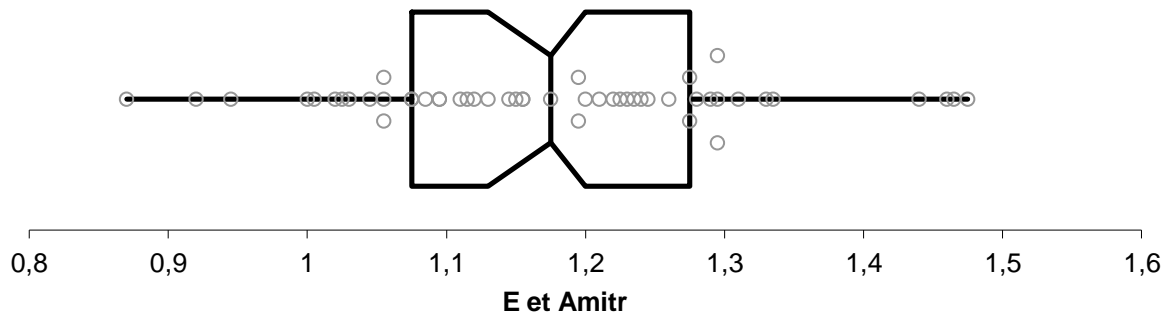
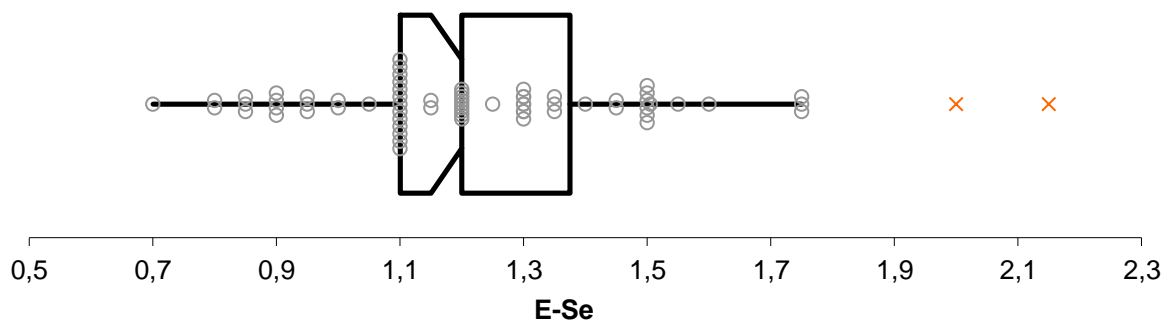
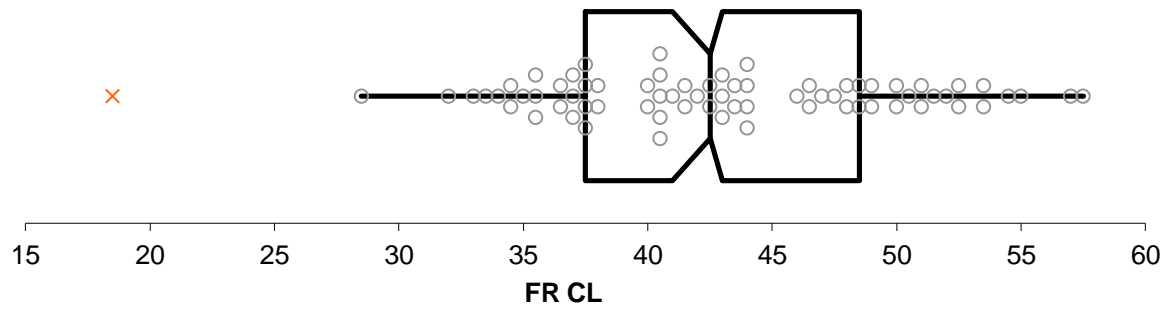
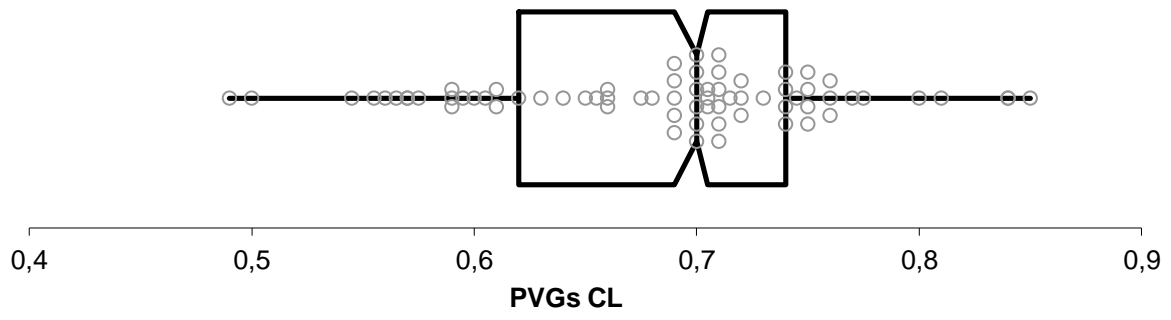
38	1,73	1,53	52	39	155	194	26	26
39	1,53	1,61	26	39	175	181	32	26
40	1,61	1,91	19	32	142	155	39	19
41	1,43	1,32	39	45	142	142	26	39
42	1,62	1,7	26	45	162	162	26	39
43	1,46	1,35	39	45	142	155	32	26
44	1,99	1,95	45	39	155	129	32	26
45	1,87	1,9	19	19	149	136	32	32
46	1,26	1,38	32	26	142	168	26	19
47	1,57	1,6	39	39	155	149	32	45
48	1,4	1,56	52	19	174	168	39	39
49	1,79	1,84	32	32	149	129	26	39
50	1,52	1,42	22	26	118	126	22	22
51	1,2	1,23	15	22	115	107	22	22
52	1,69	1,61	30	33	118	129	30	30
53	1,41	1,47	15	15	133	133	33	37
54	1,83	1,64	26	22	115	126	37	33
55	1,47	1,55	39	22	105	128	22	33
56	1,67	1,55	22	22	129	144	37	33
57	1,33	1,3	15	22	126	118	37	30
58	1,52	1,77	48	33	126	107	30	30
59	1,71	1,71	37	22	122	126	37	37
60	1,45	1,52	22	22	115	133	30	44
61	1,6	1,55	26	15	126	129	37	44
62	1,47	1,52	30	22	111	107	22	26
63	1,53	1,58	30	33	122	118	30	30
64	1,37	1,65	22	33	144	137	37	44
65	1,73	1,82	22	30	104	115	37	37
66	1,53	1,6	26	37	104	126	30	22
67	1,61	1,48	26	26	111	107	30	33
68	1,41	1,41	18	22	118	115	33	41
69	1,51	1,43	33	30	129	122	41	37
70	1,5	1,34	15	26	115	107	22	30
71	1,62	1,54	39	32	155	136	39	26

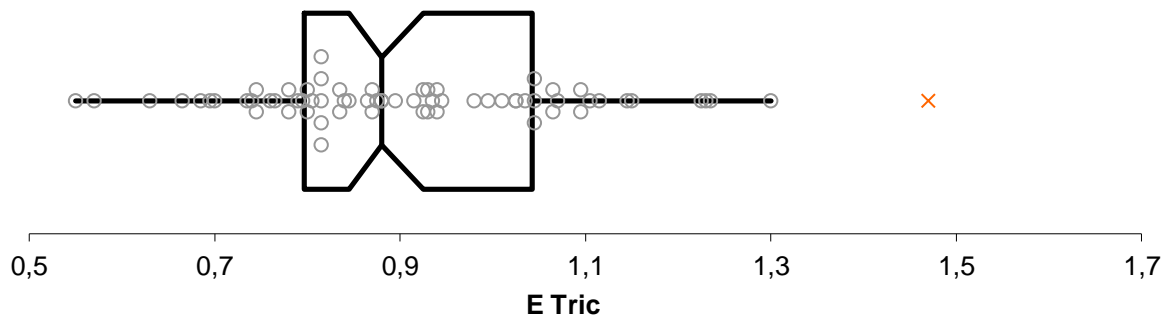
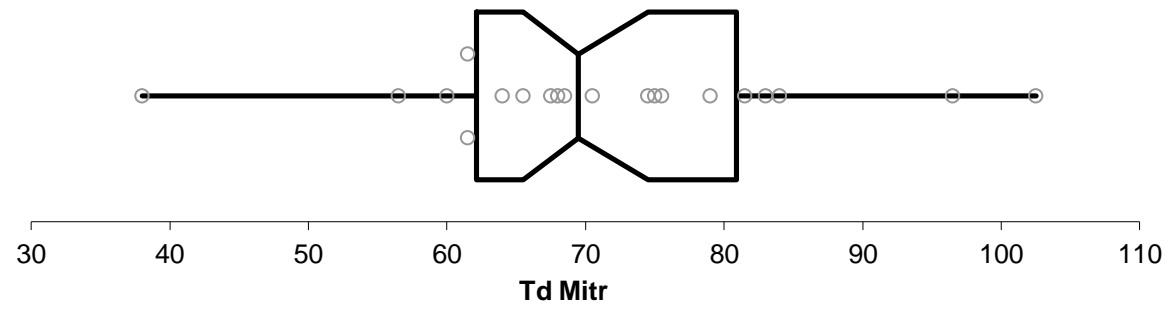
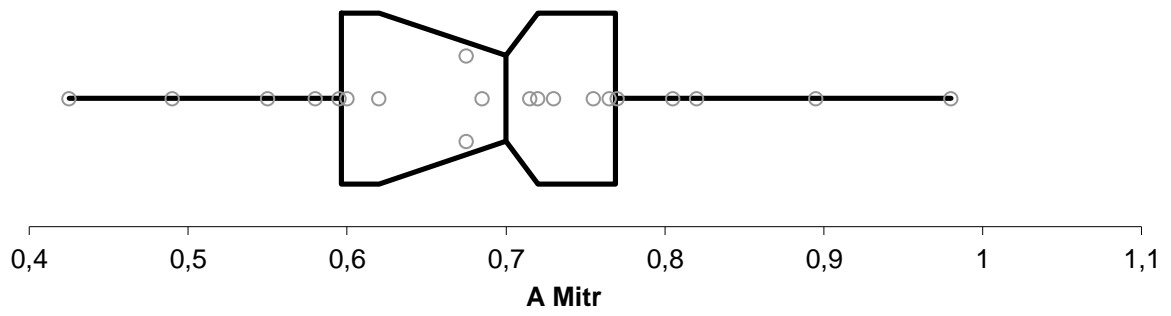
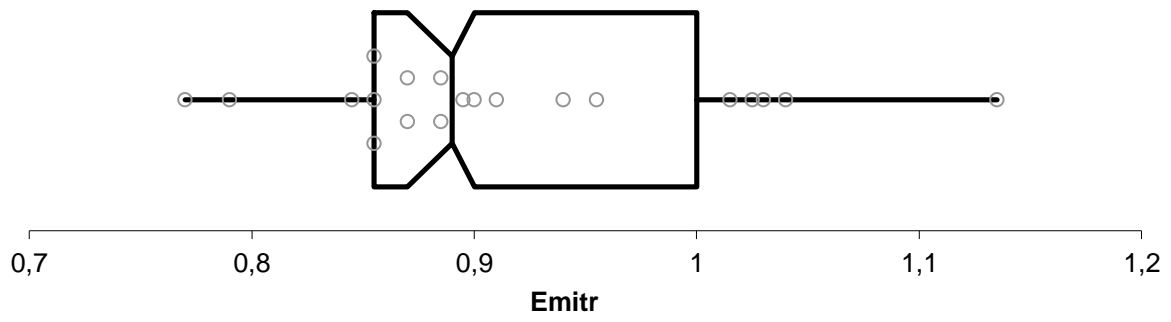
ANNEXES III : Distribution des valeurs moyennes de chaque paramètre échocardiographique

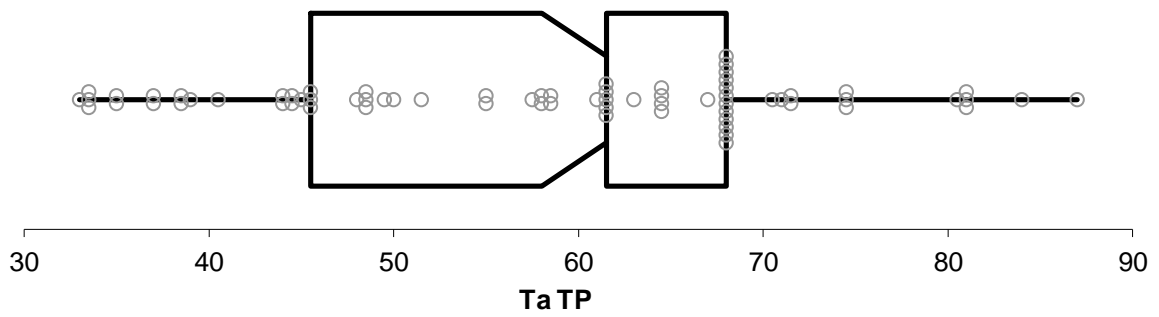
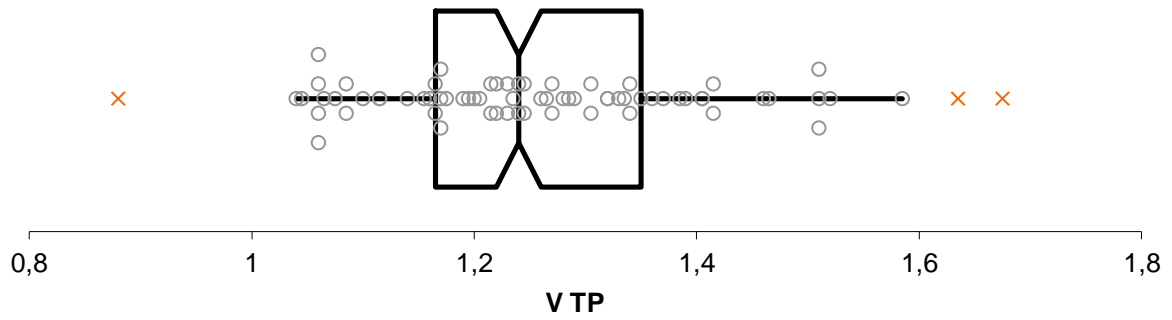
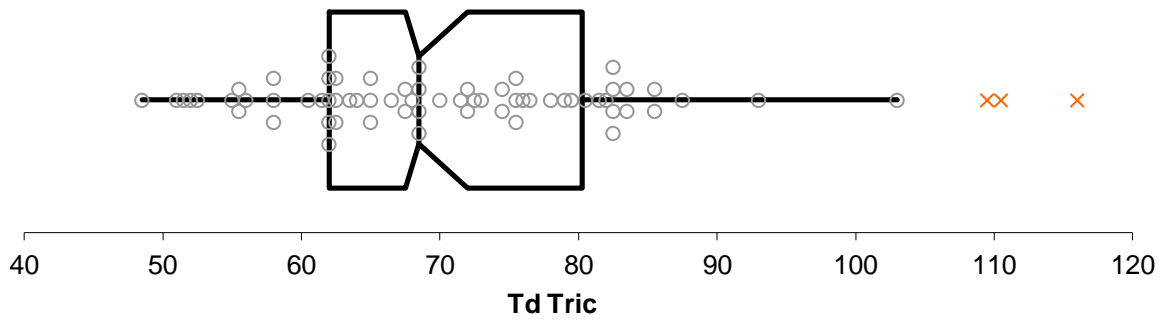
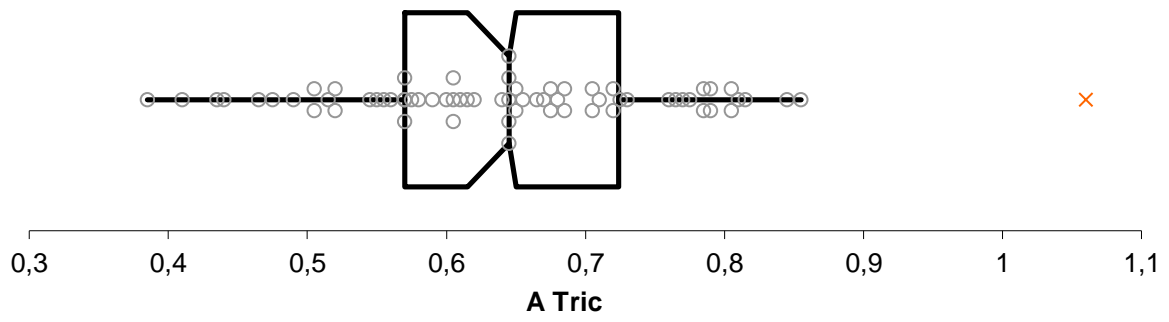


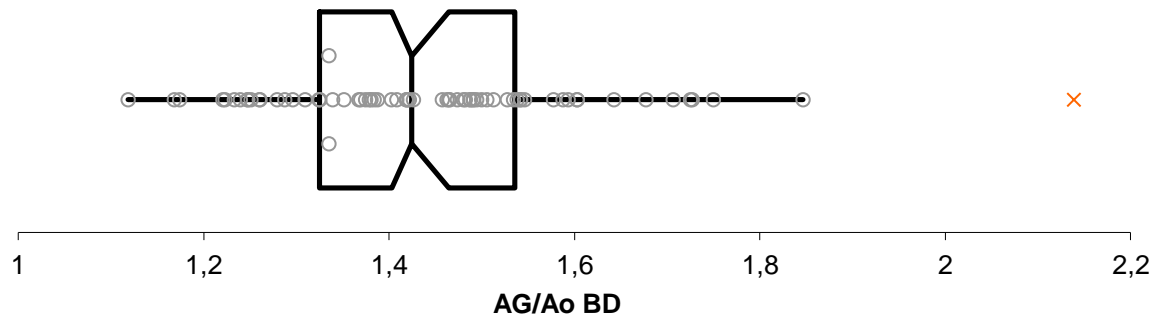
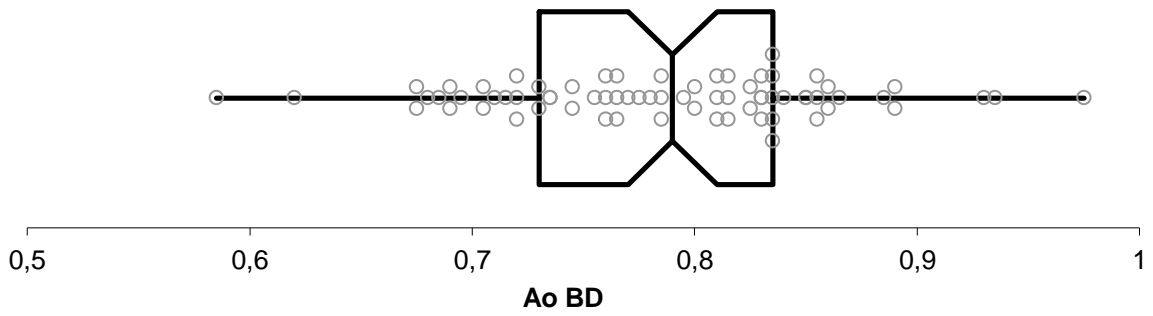
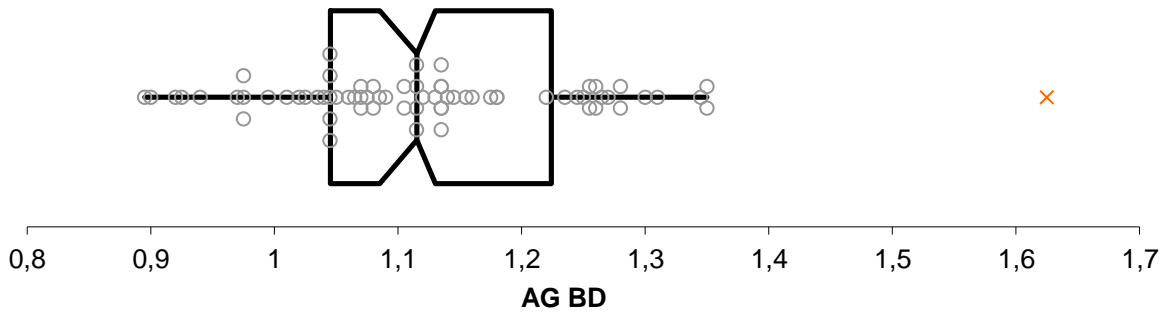
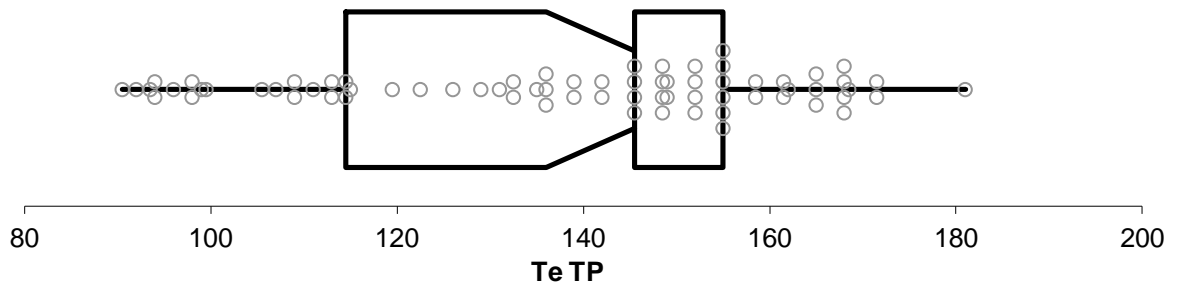


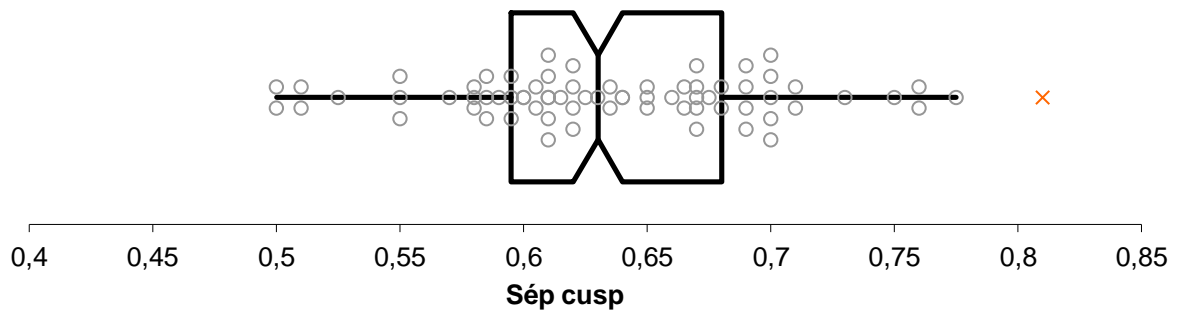
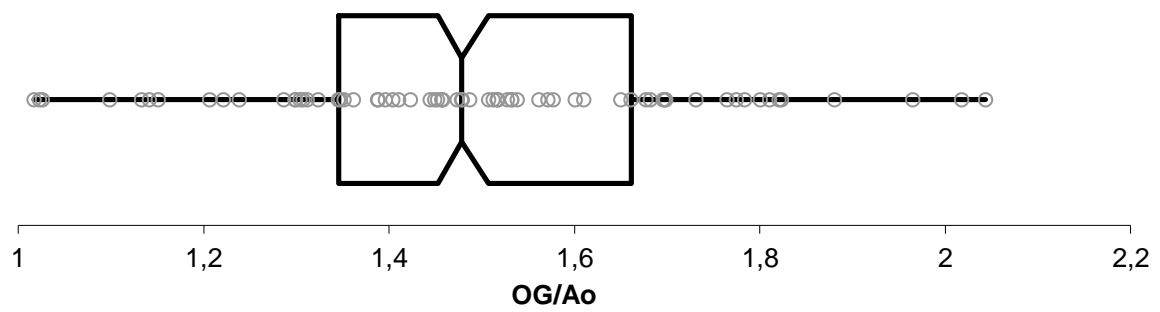
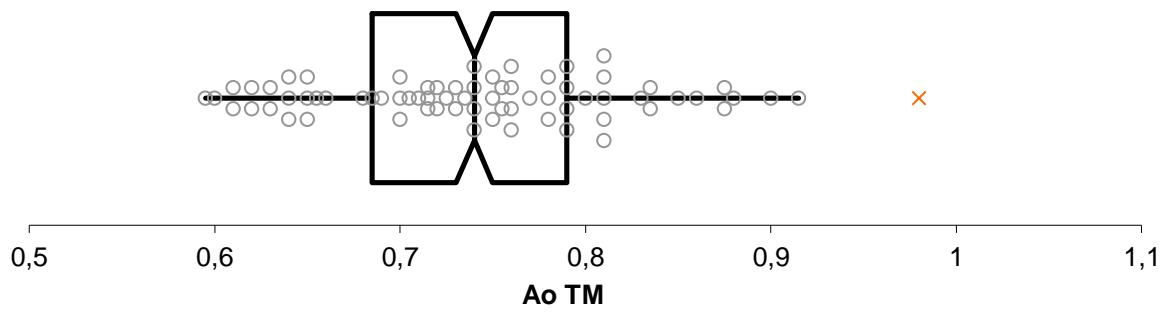
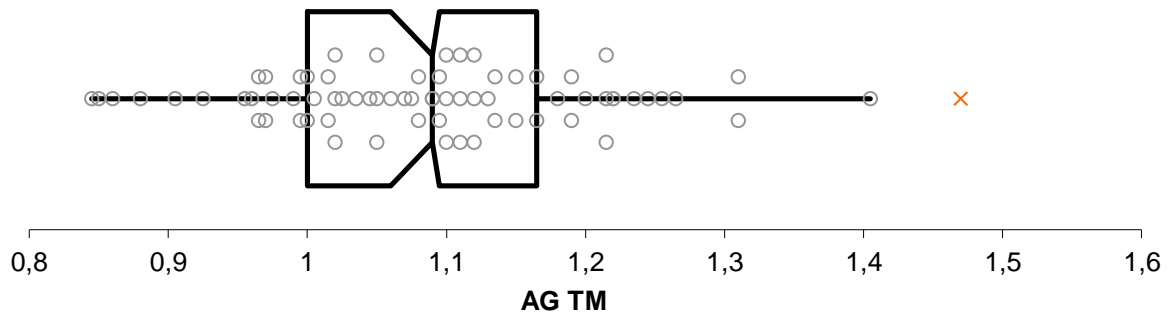


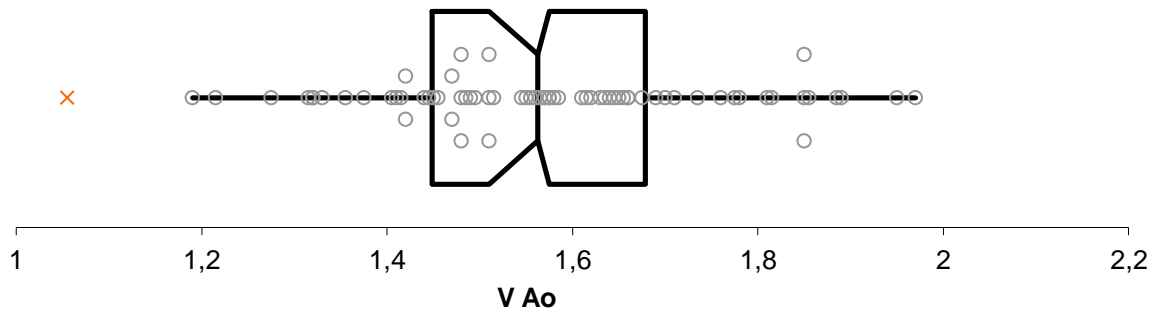
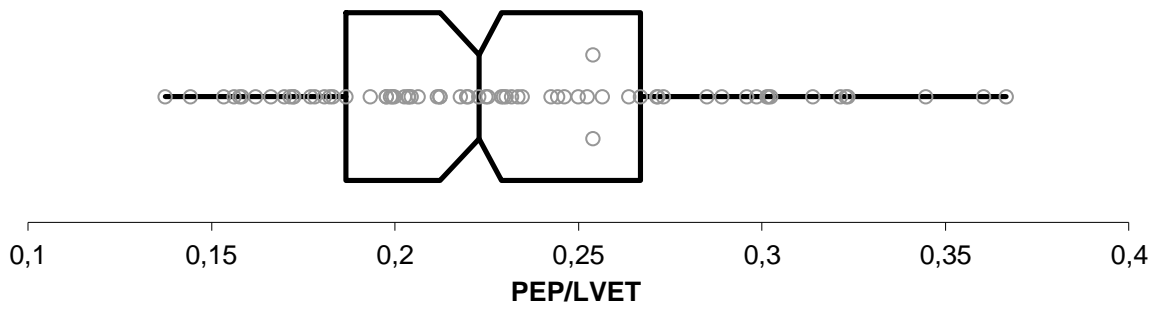
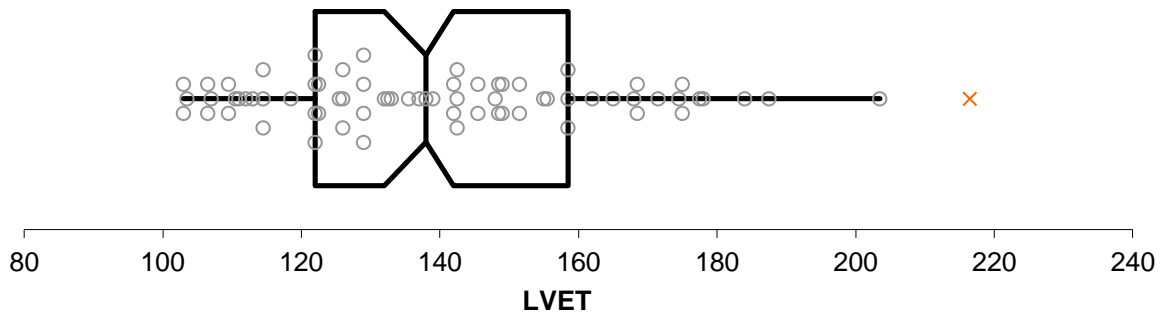
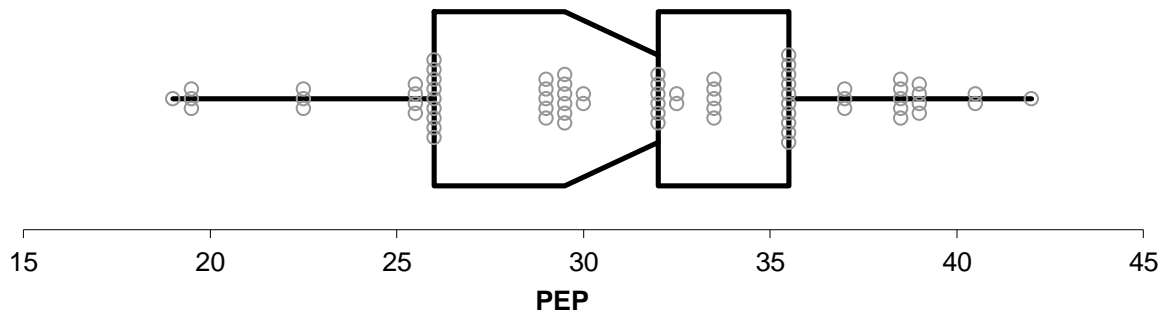


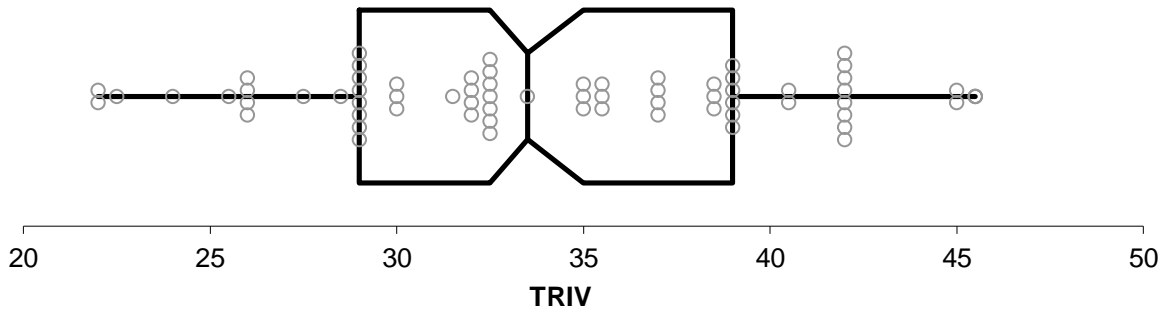
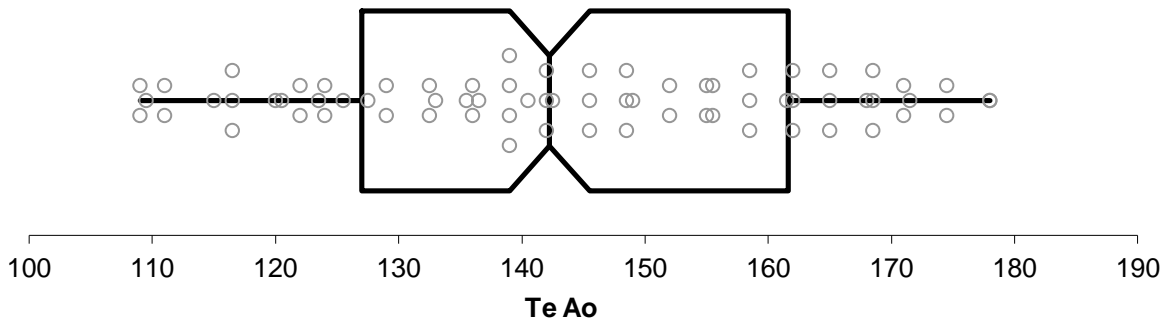
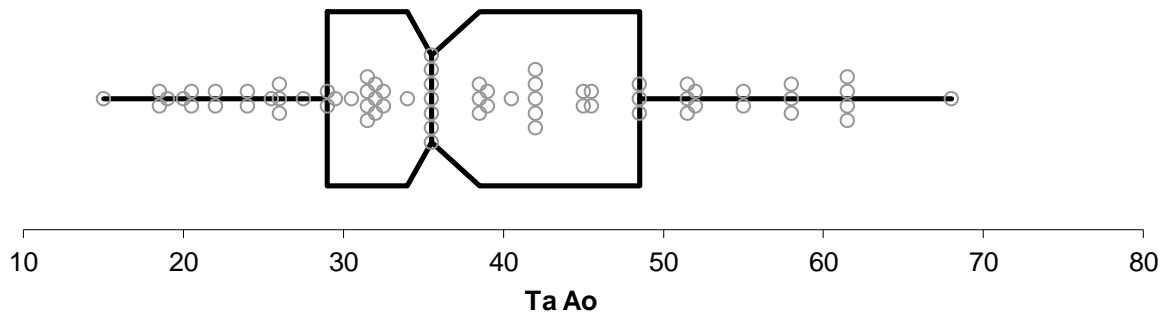




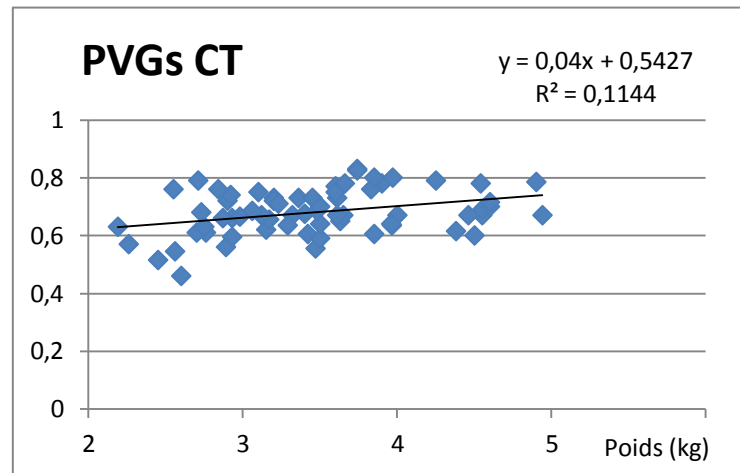
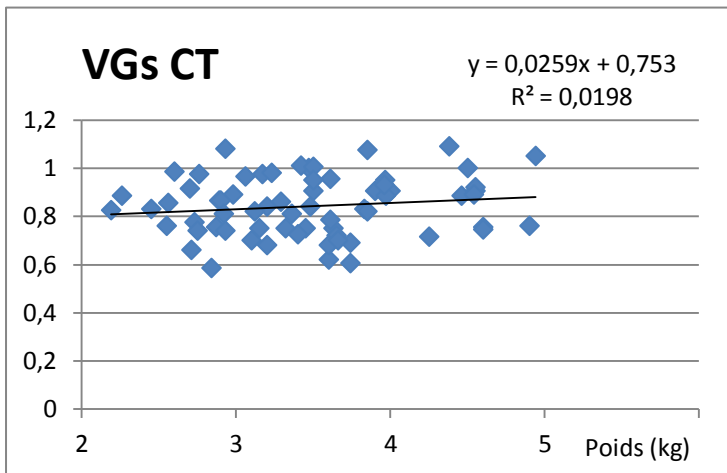
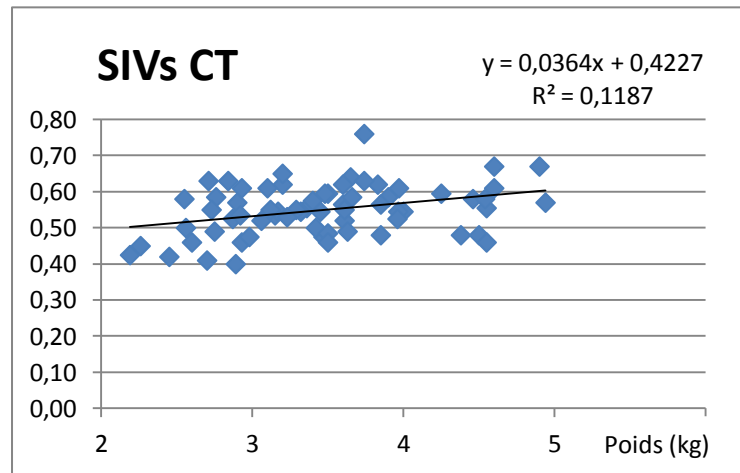
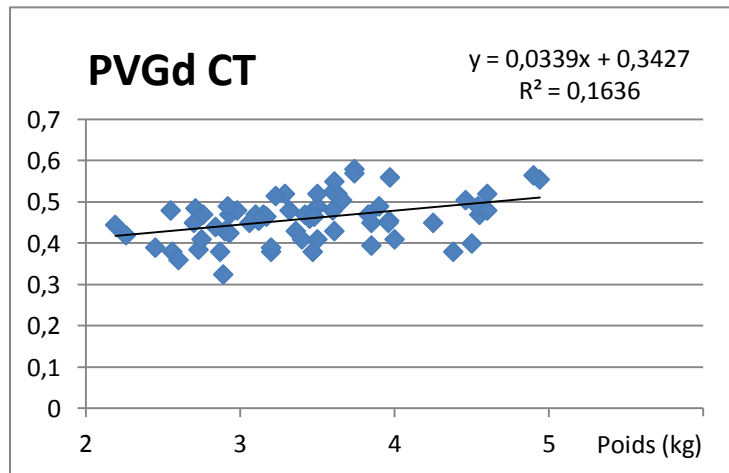
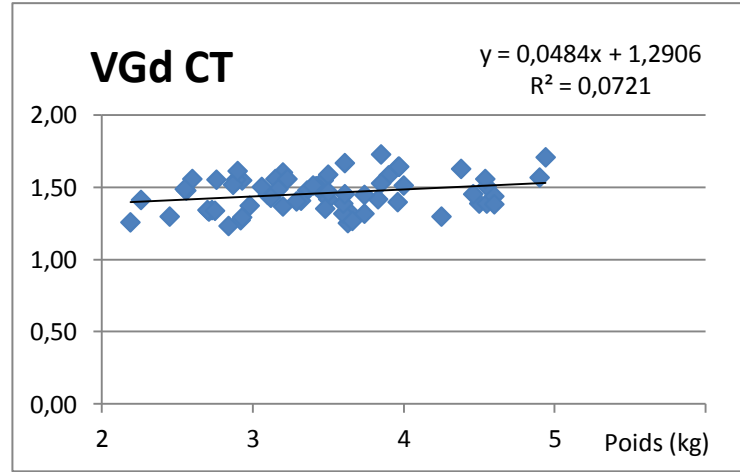
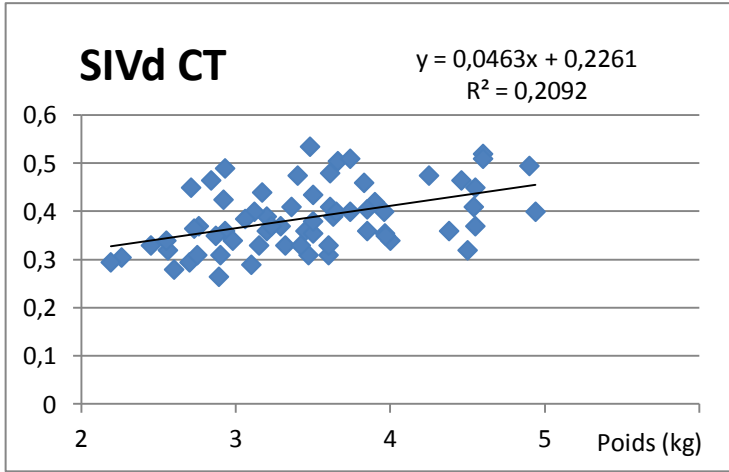


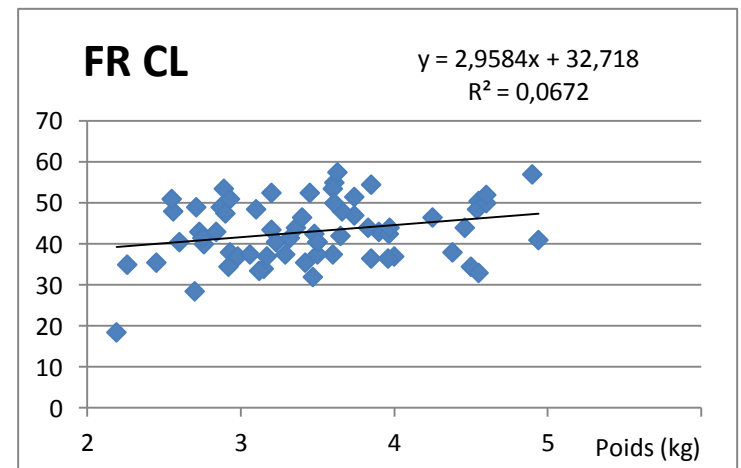
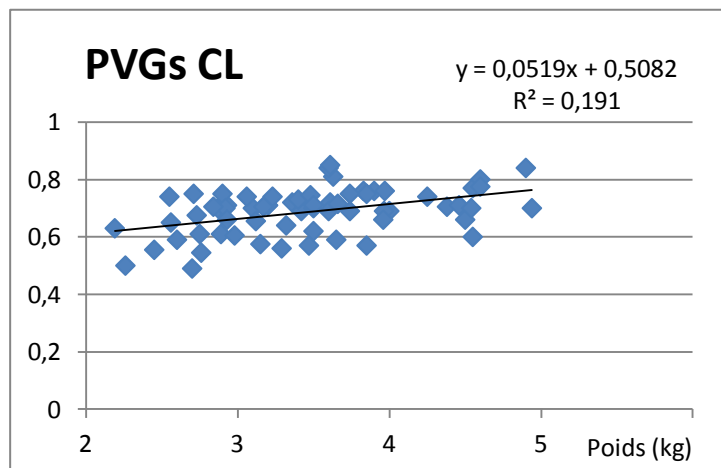
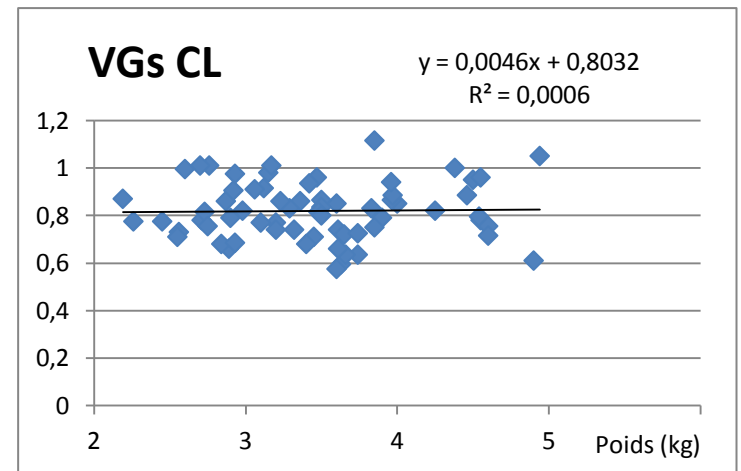
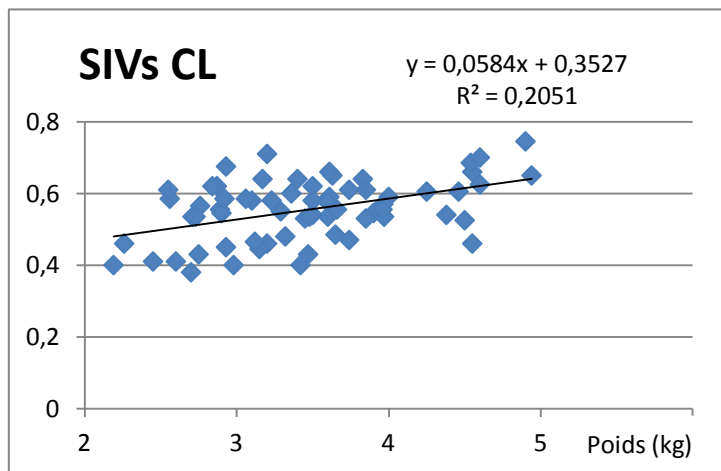
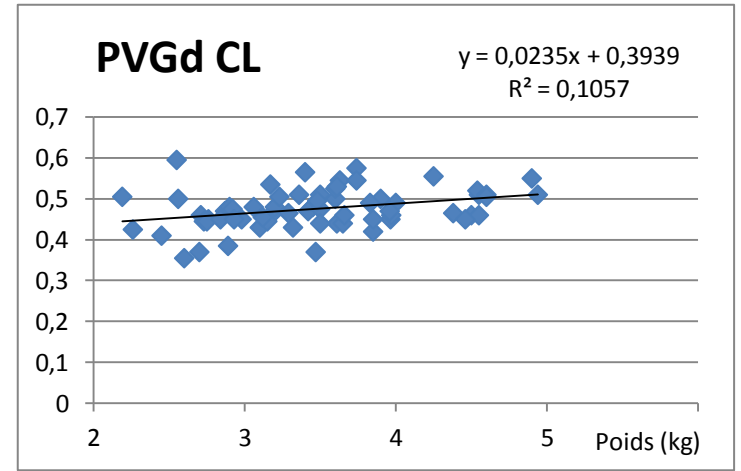
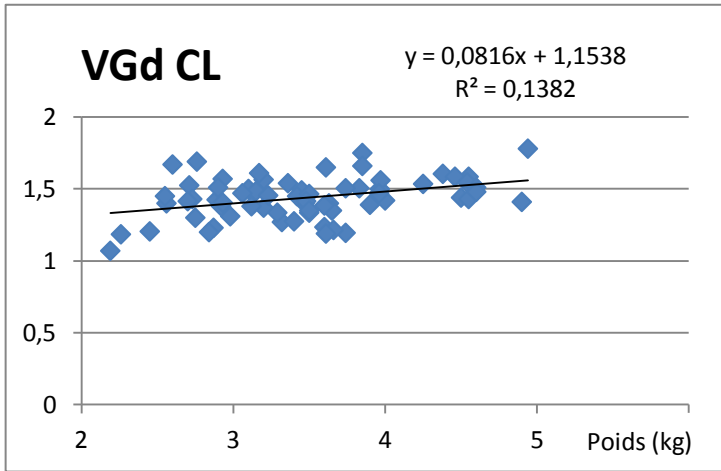
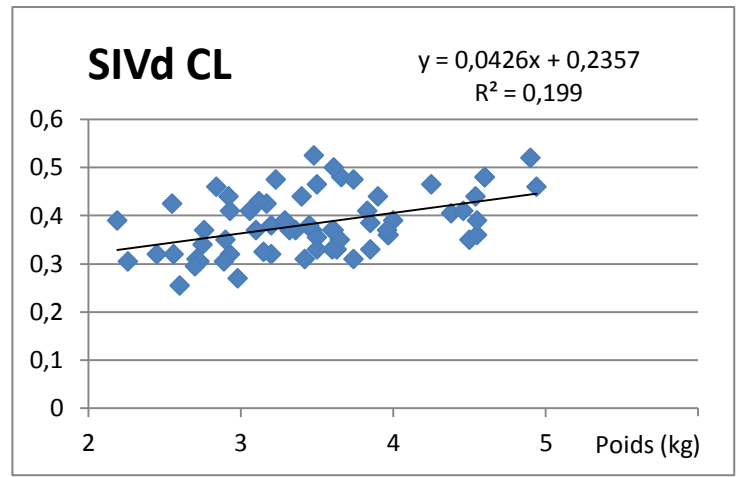
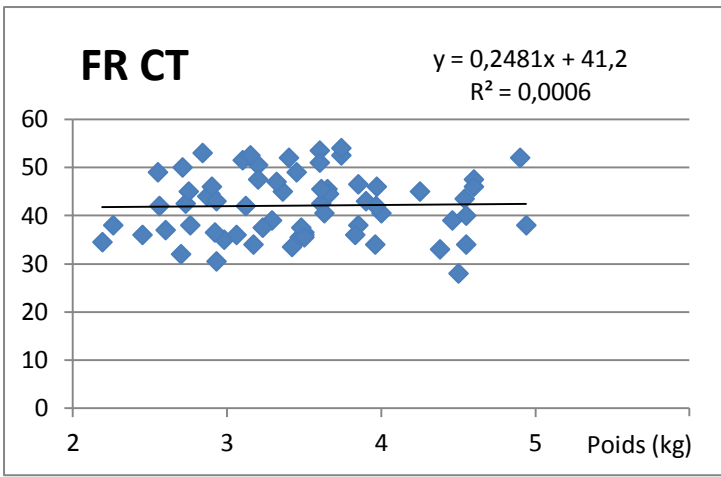


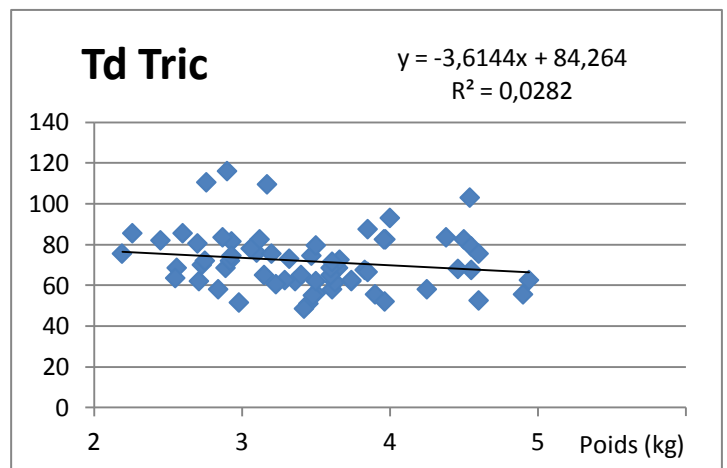
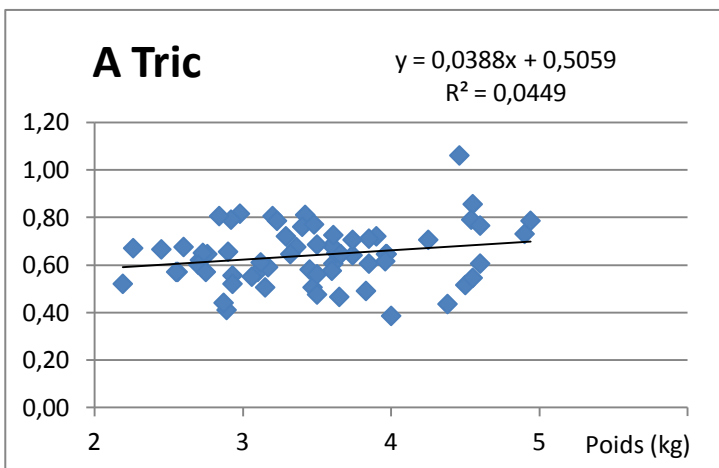
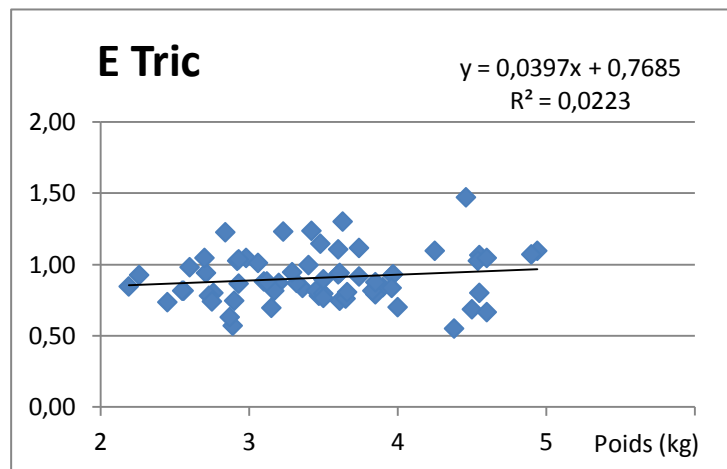
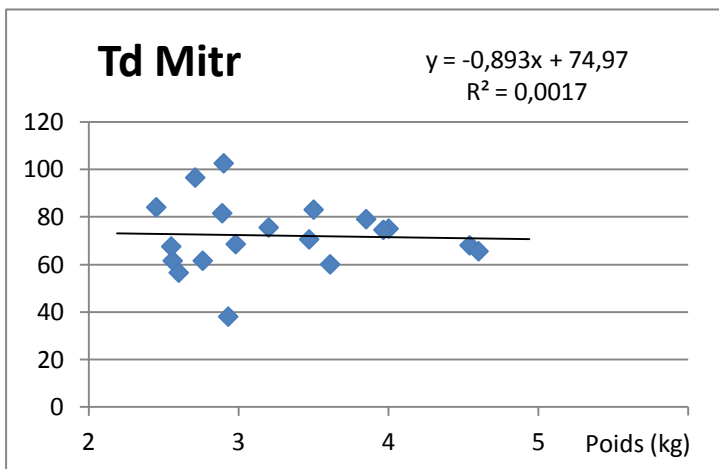
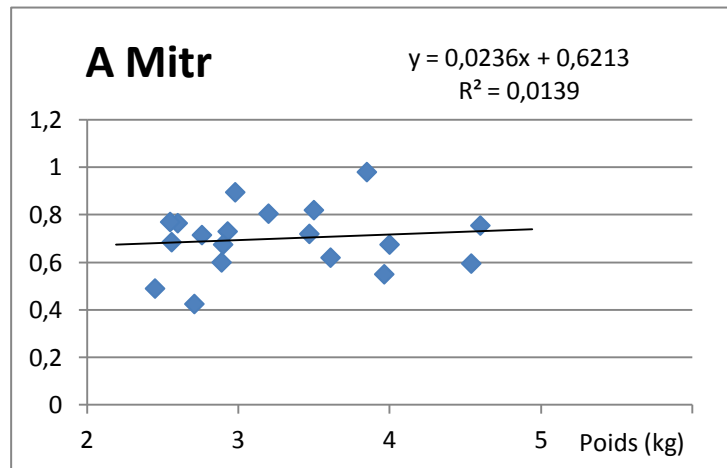
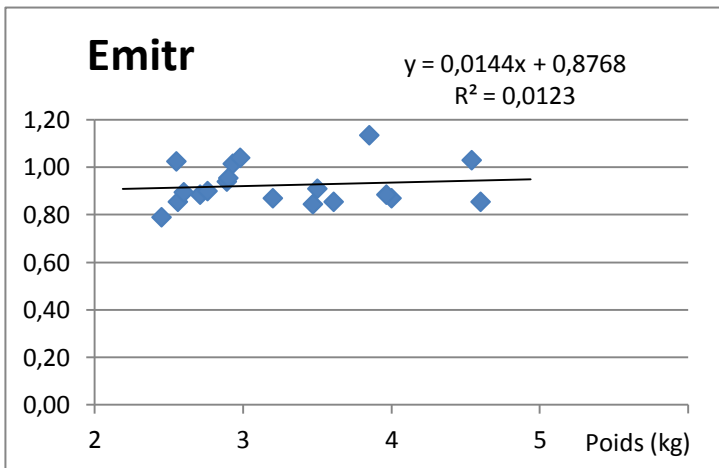
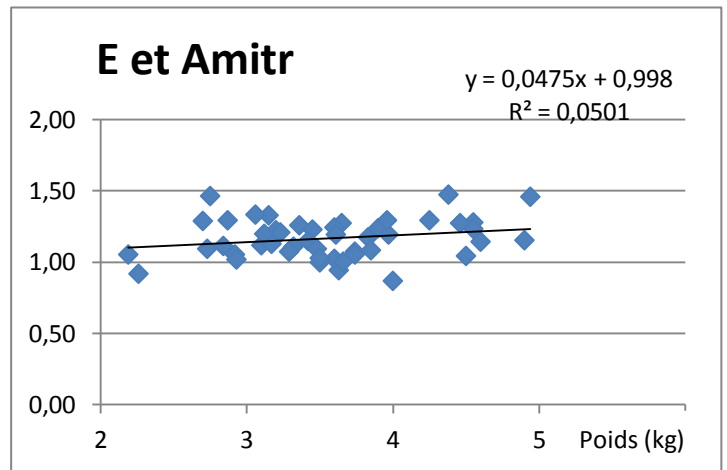
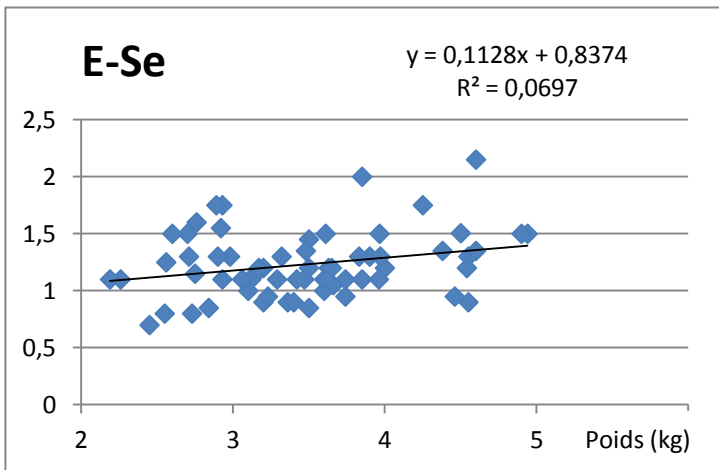


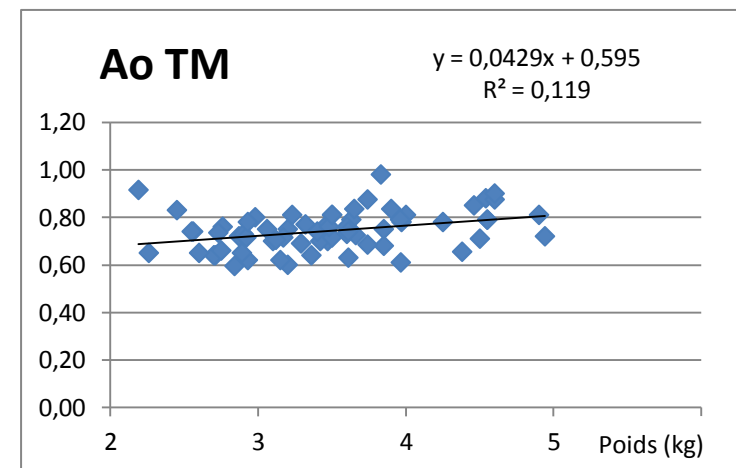
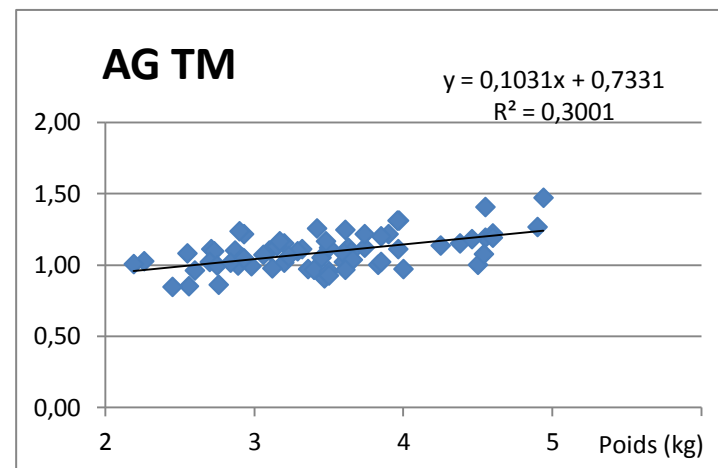
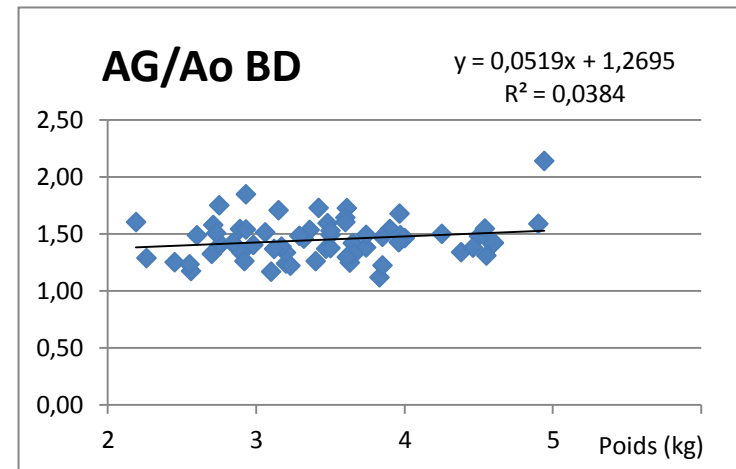
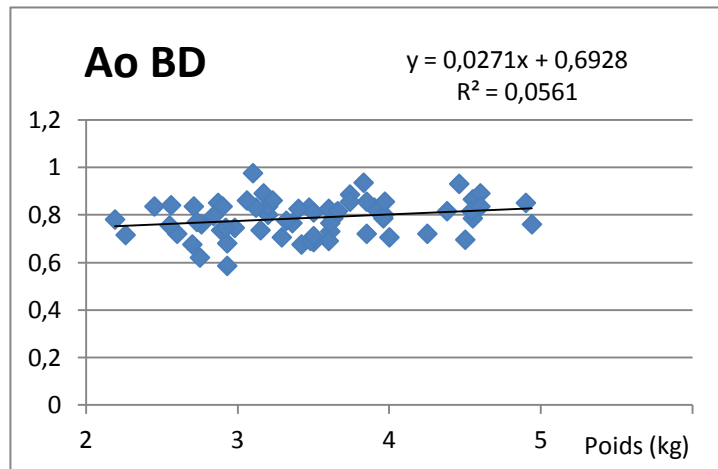
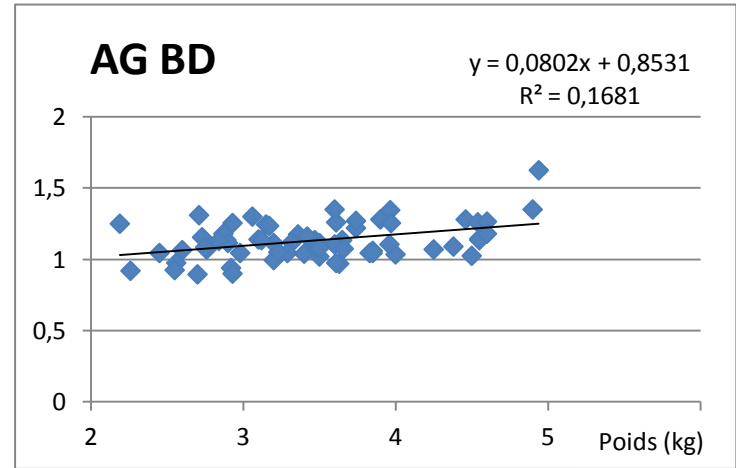
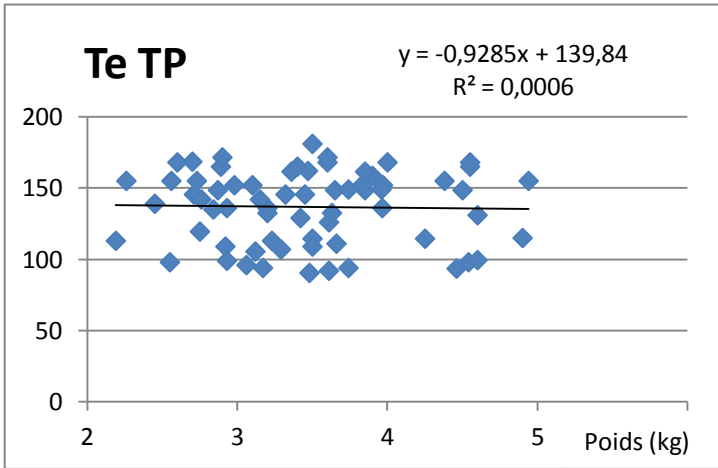
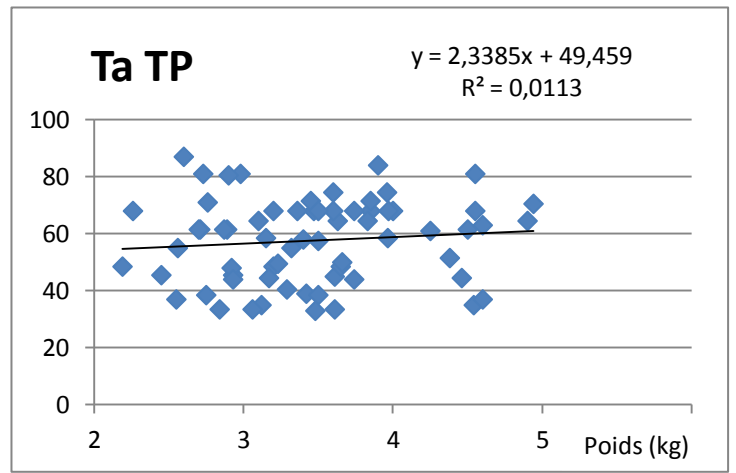
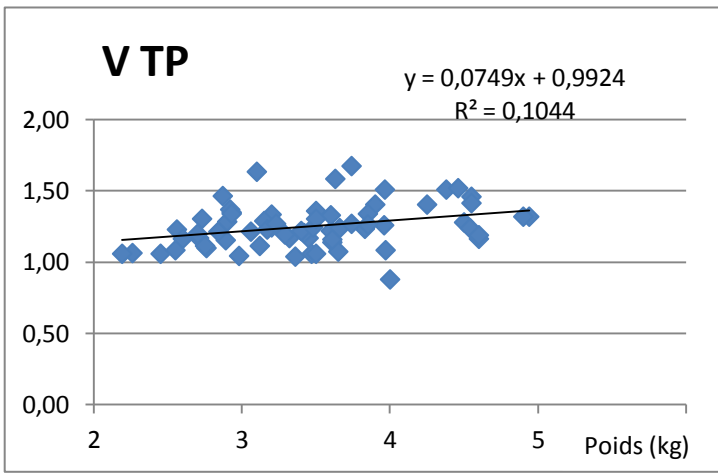


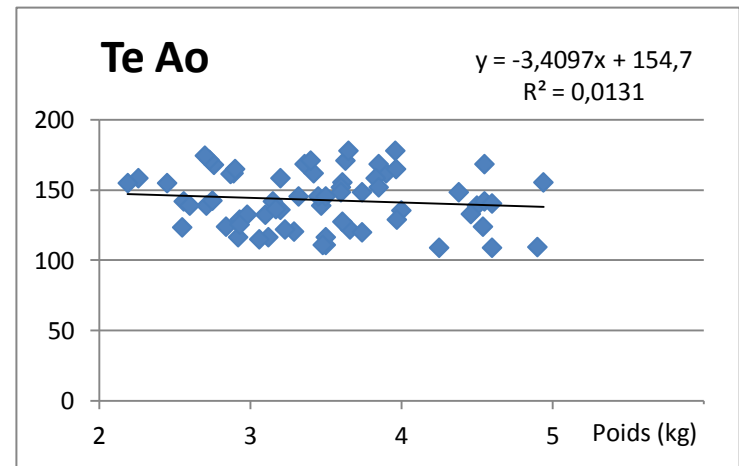
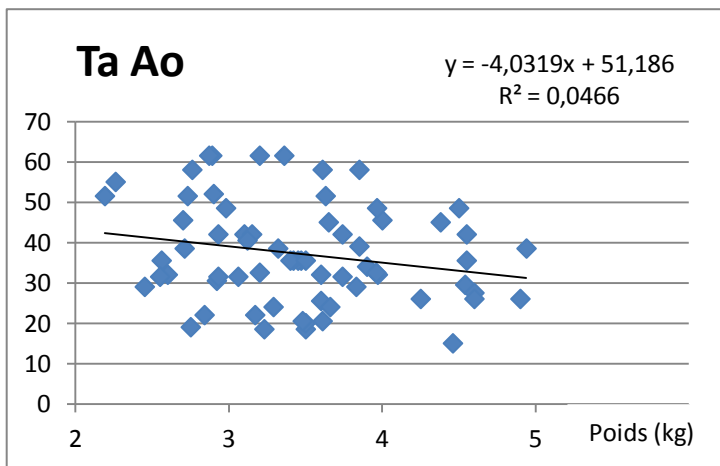
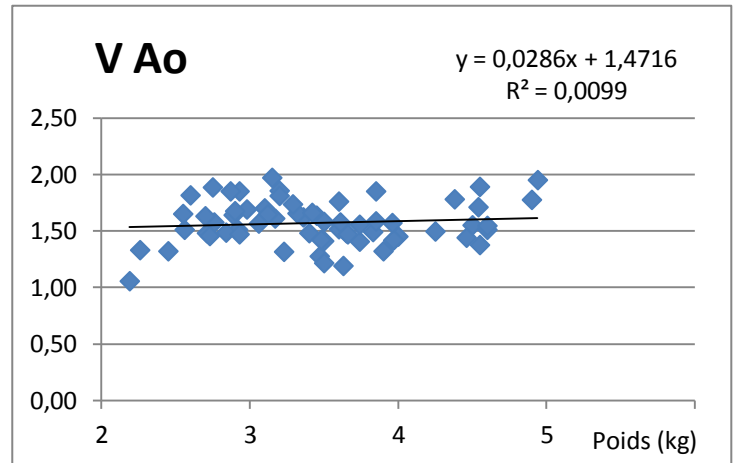
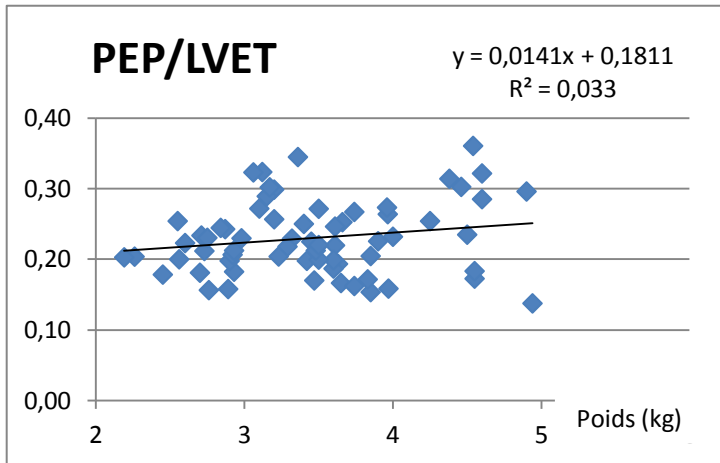
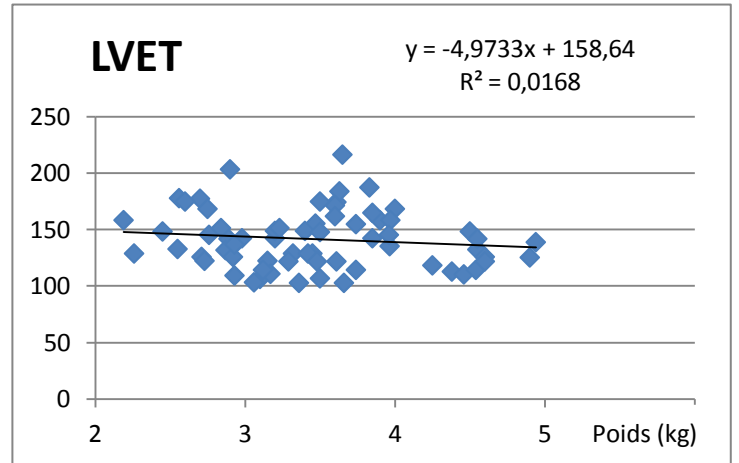
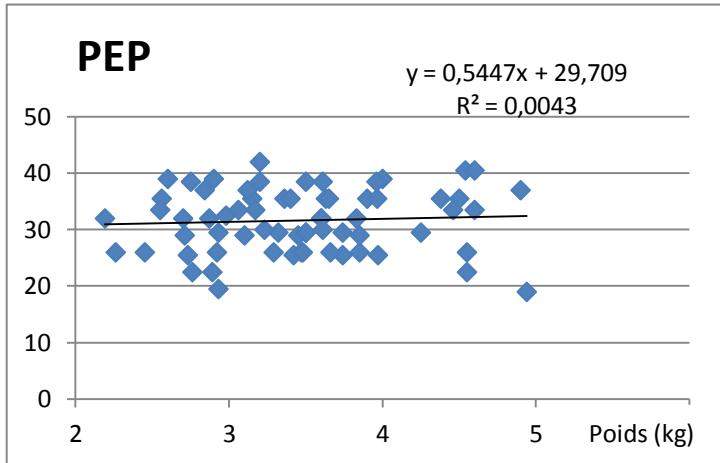
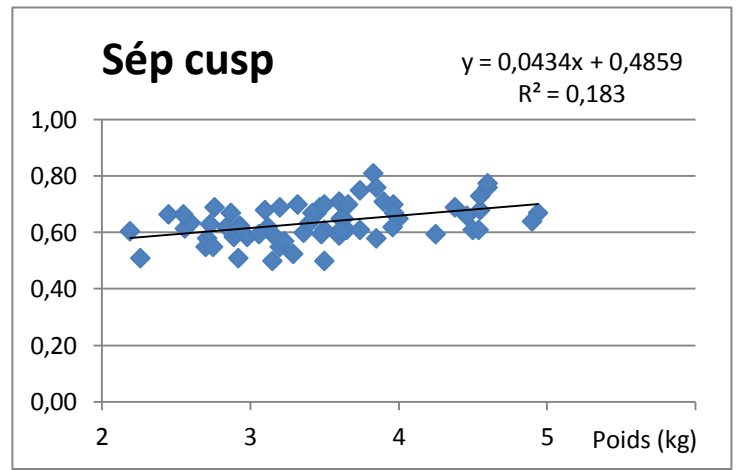
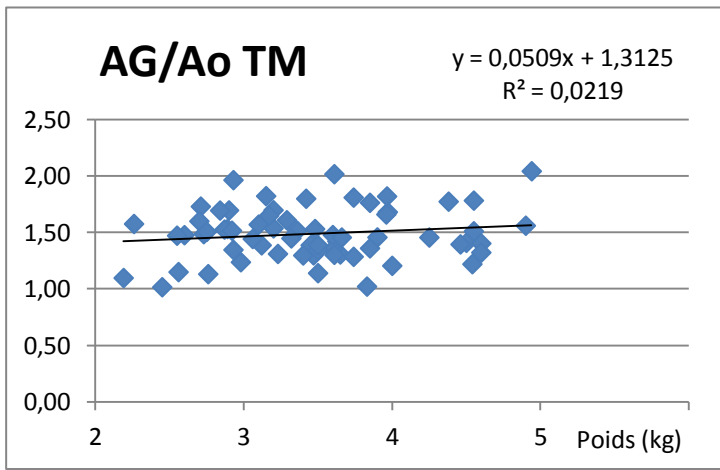
ANNEXES IV : Régressions linaires entre le poids en kg (en abscisse) et les différents paramètres échocardiographiques (en ordonnée).

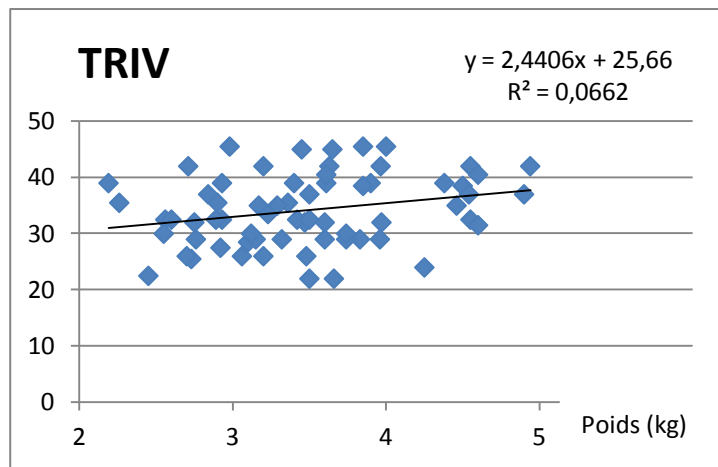




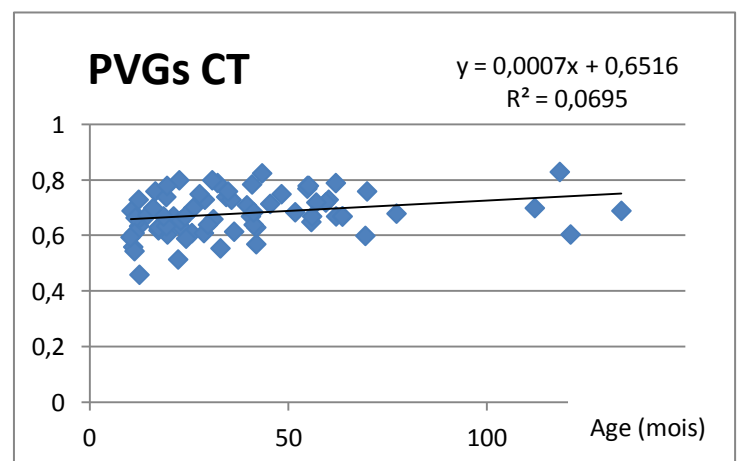
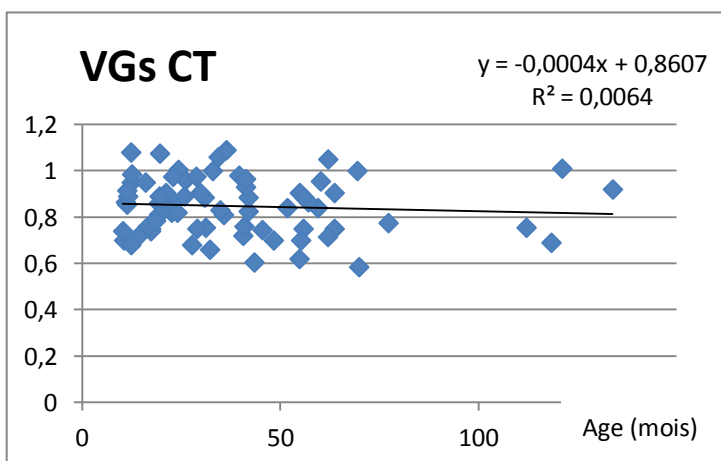
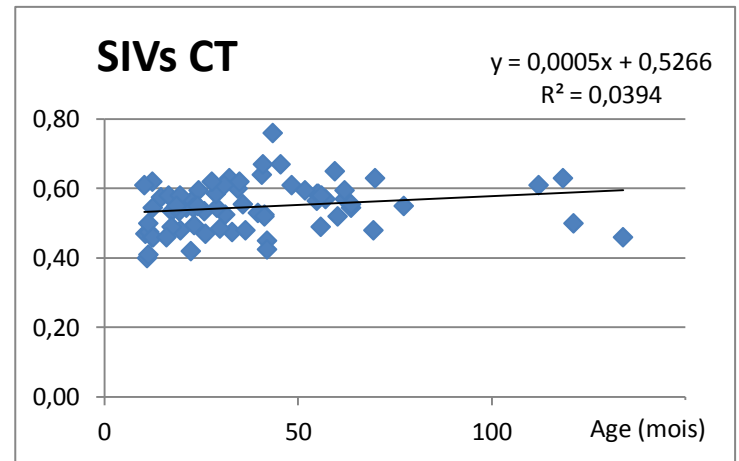
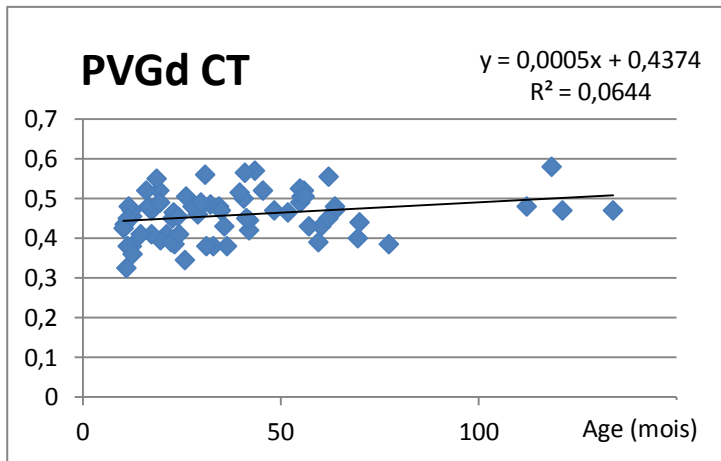
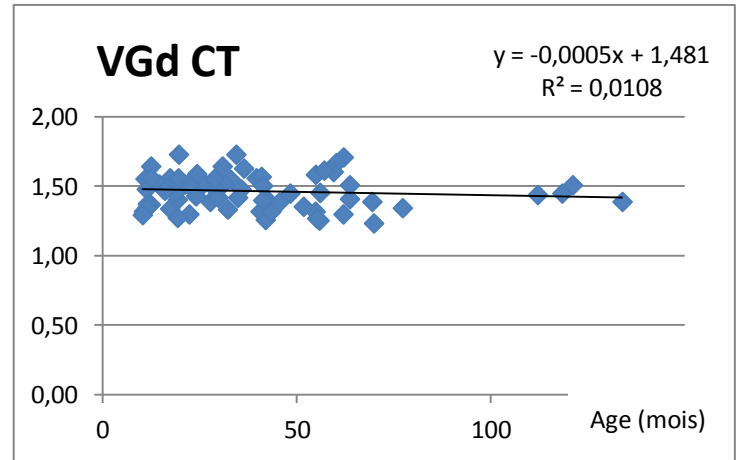
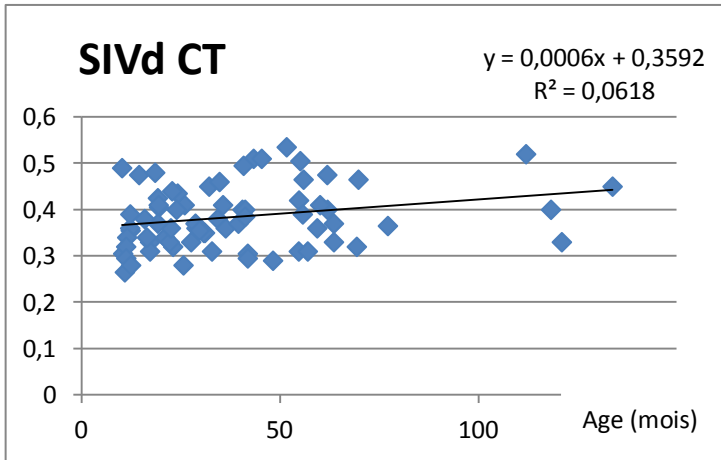


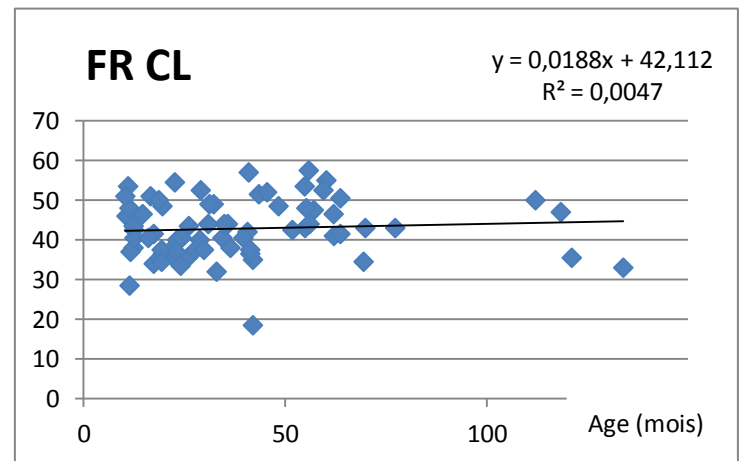
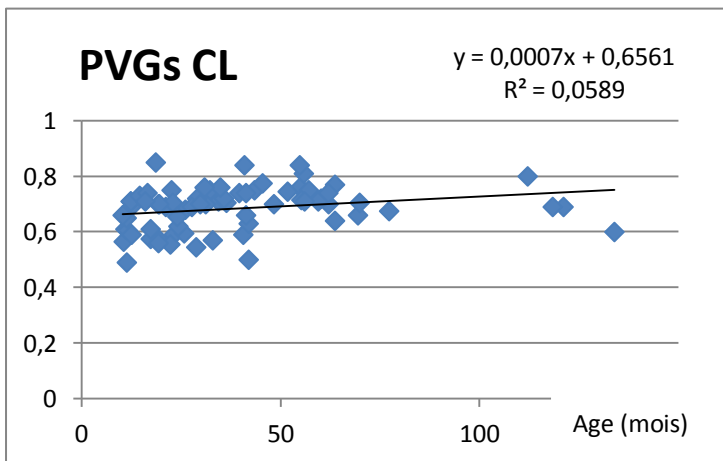
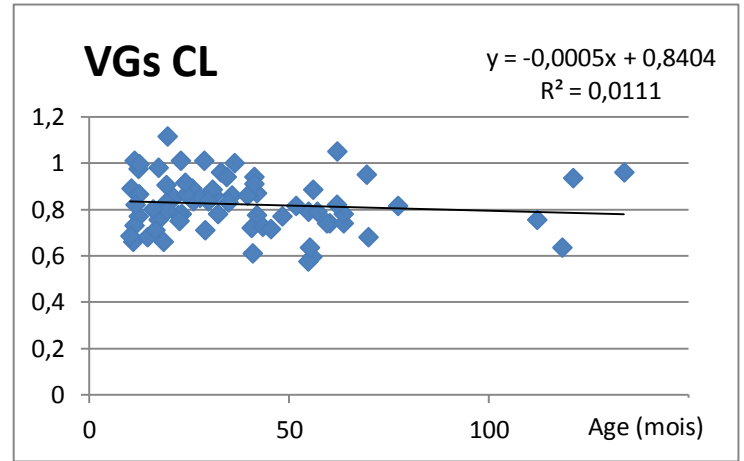
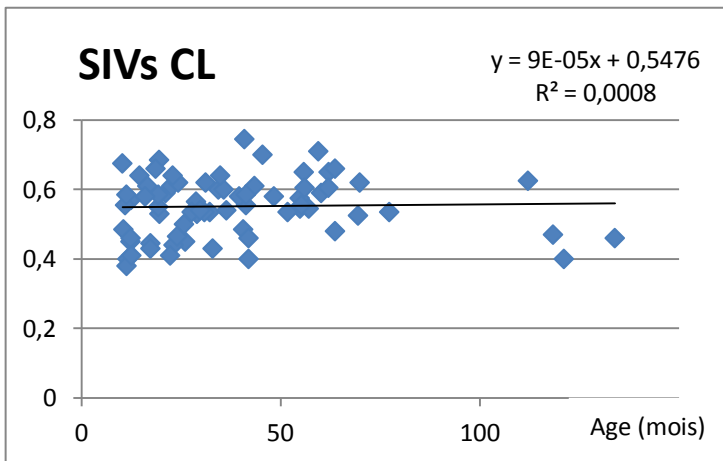
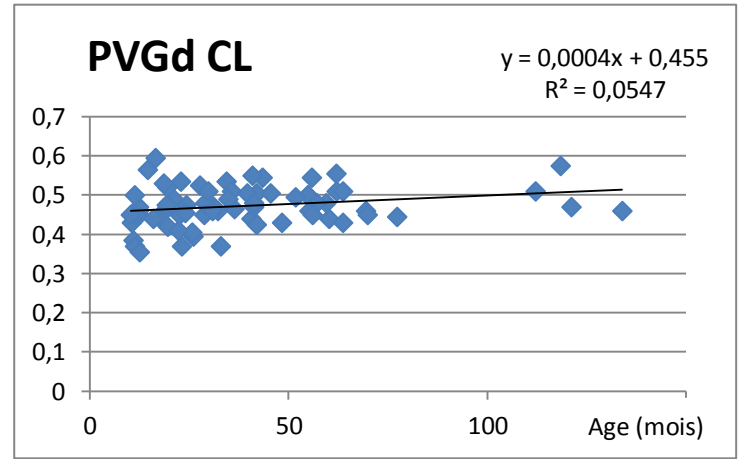
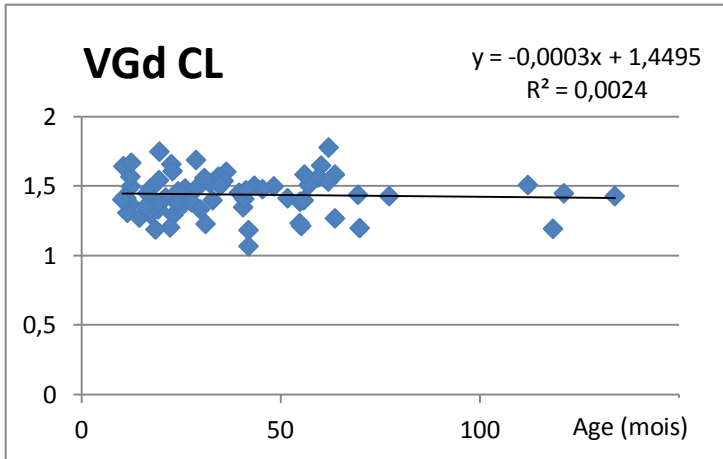
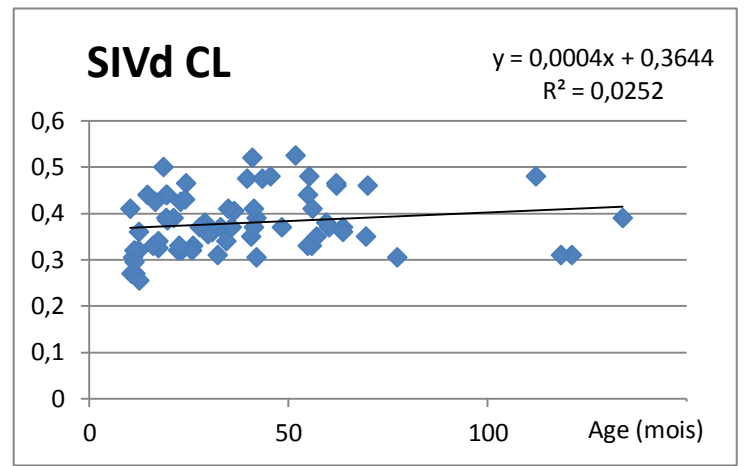
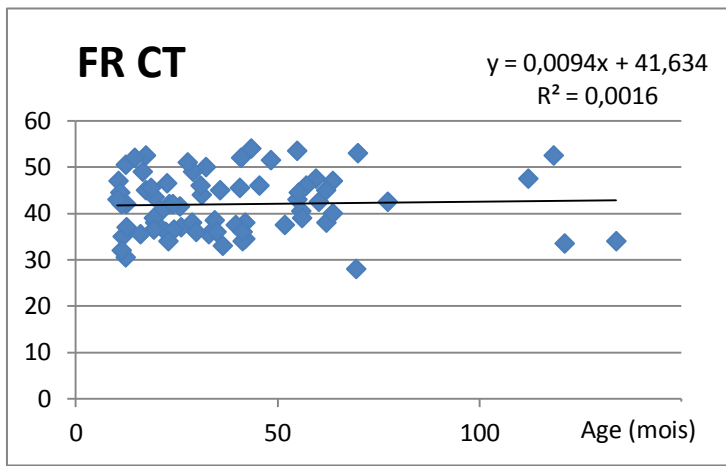


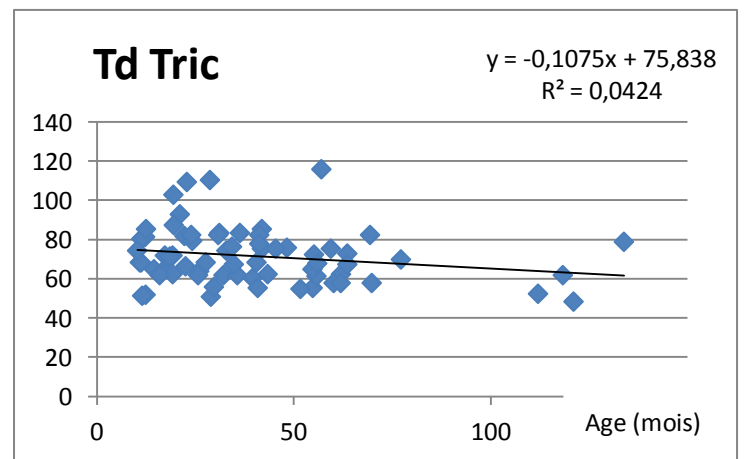
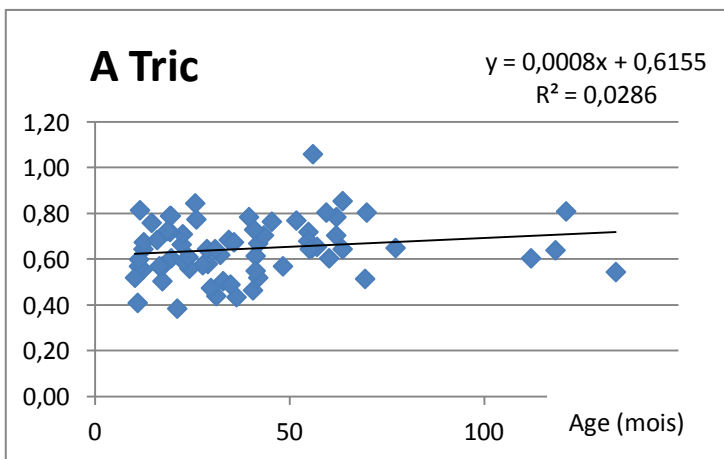
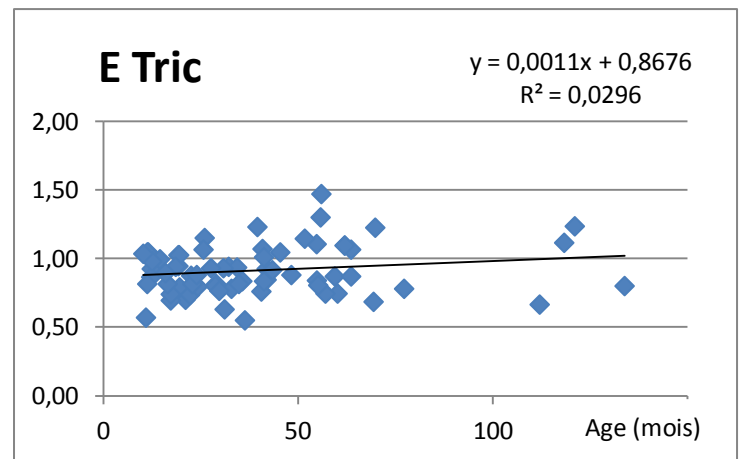
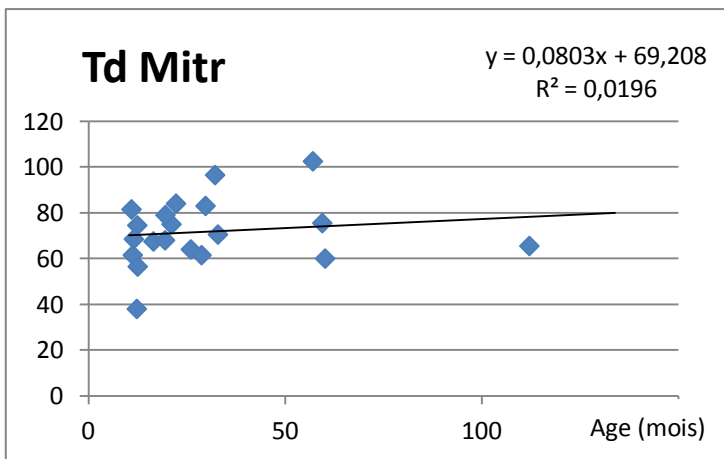
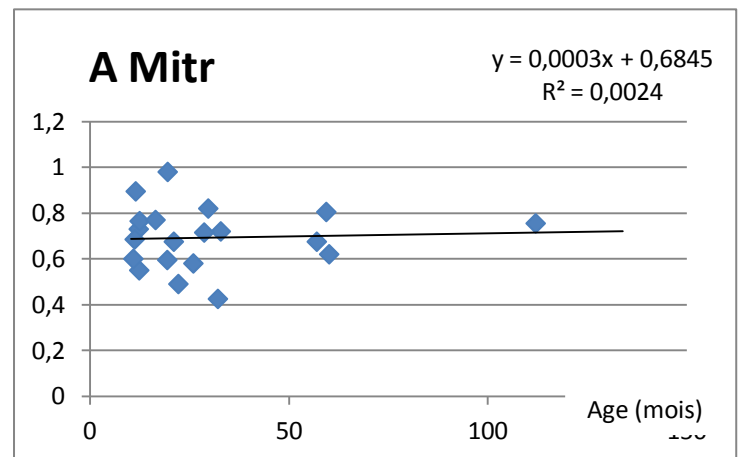
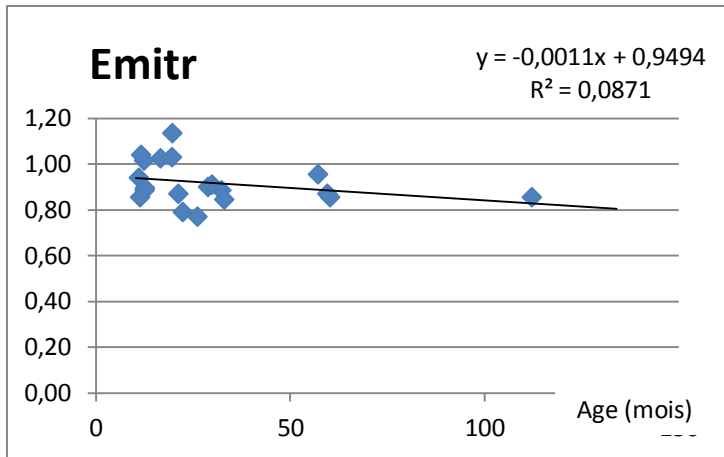
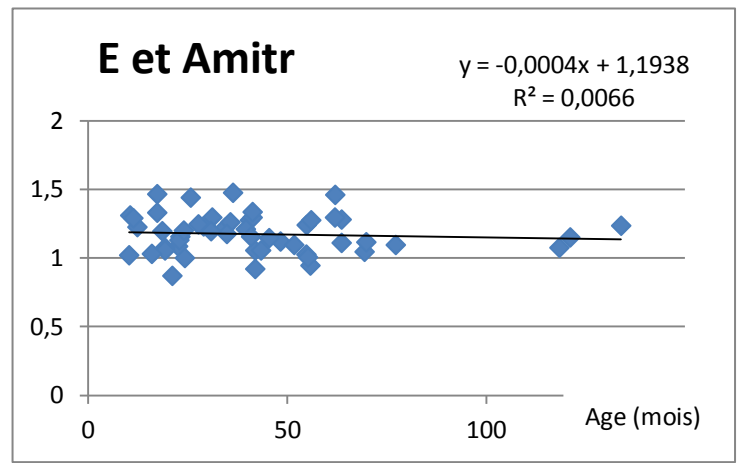
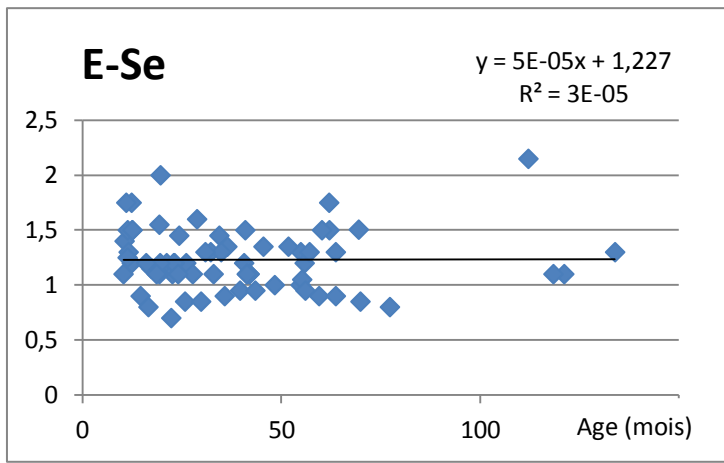


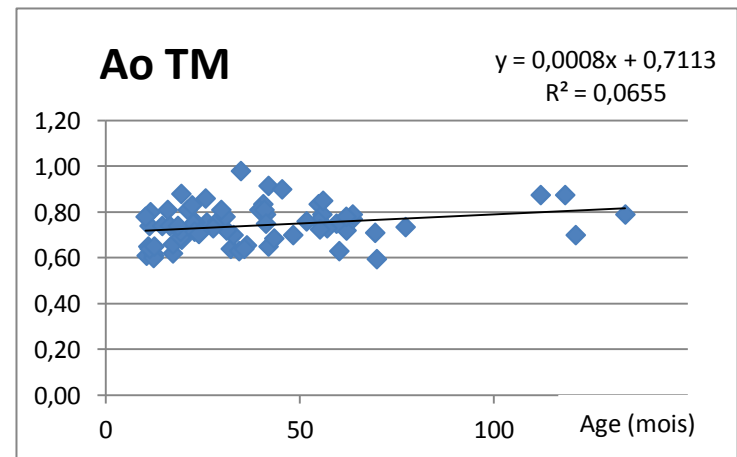
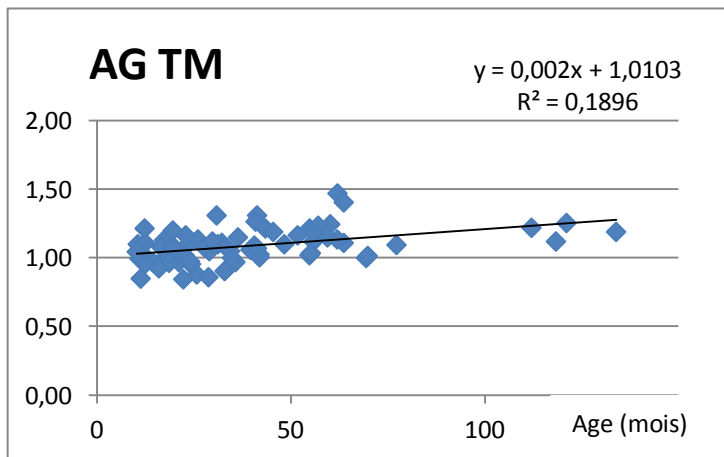
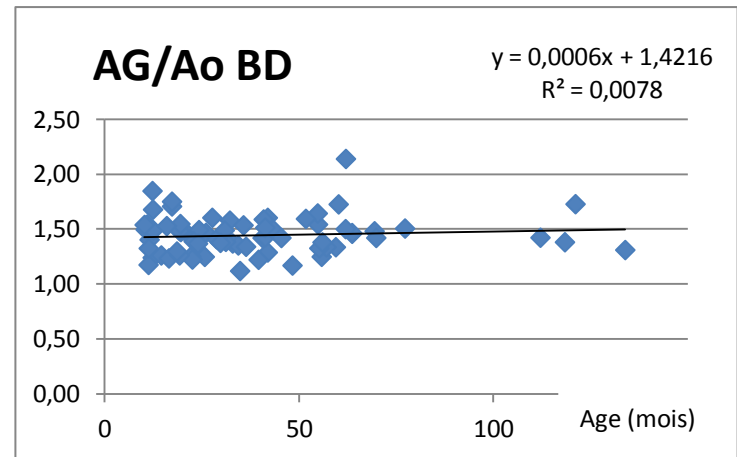
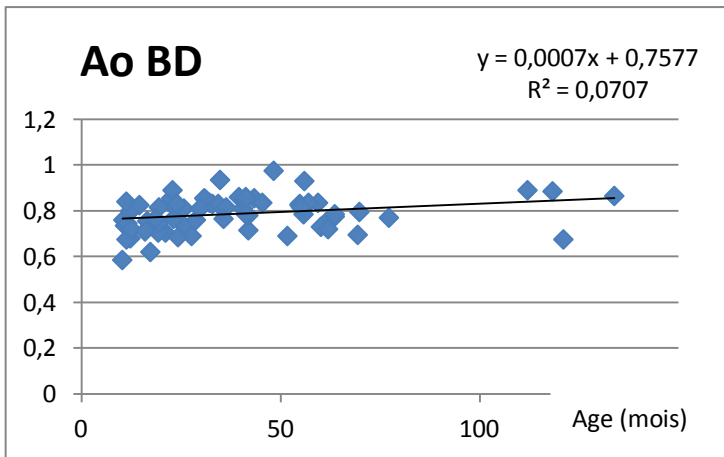
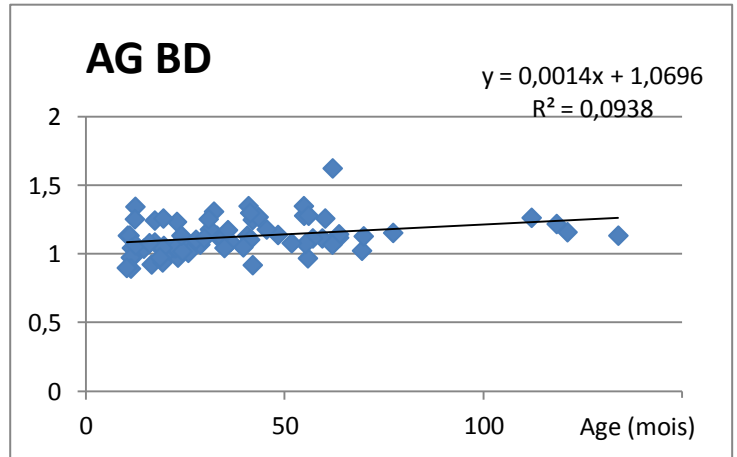
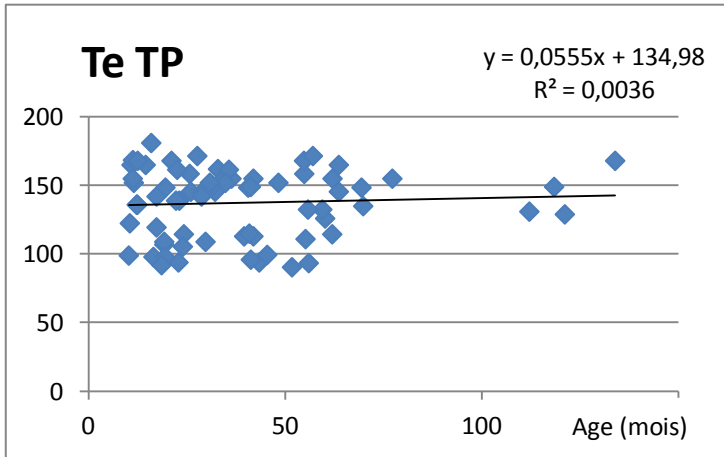
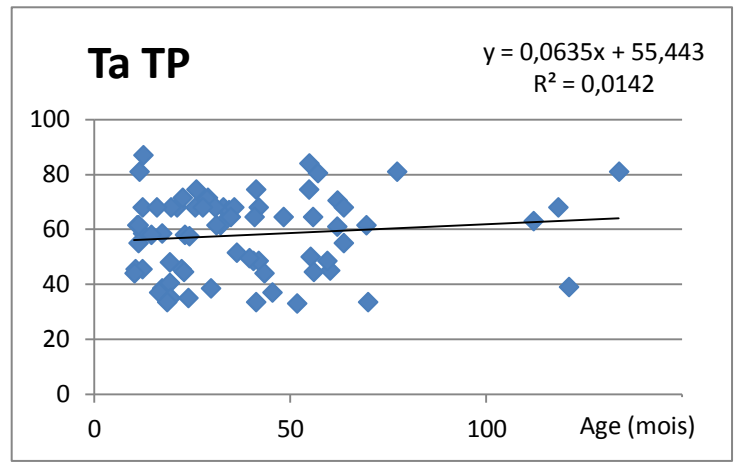
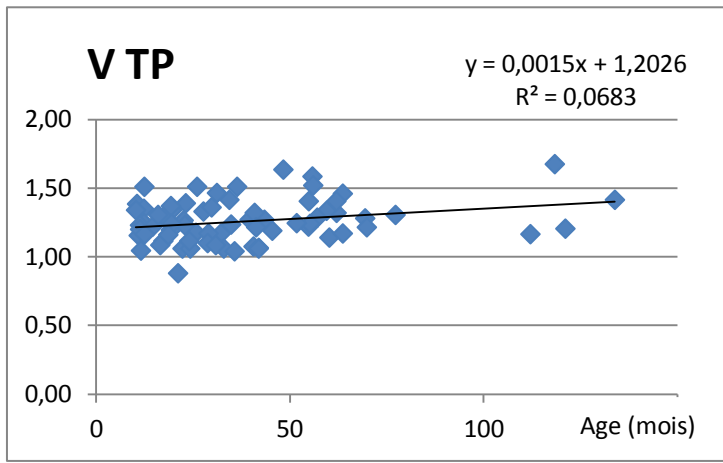


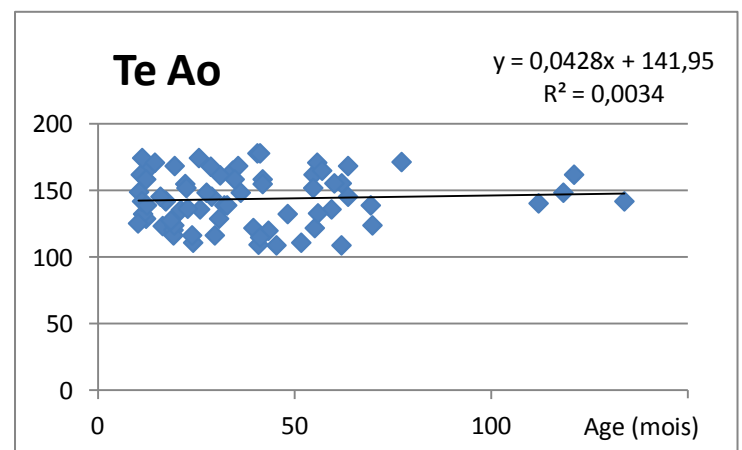
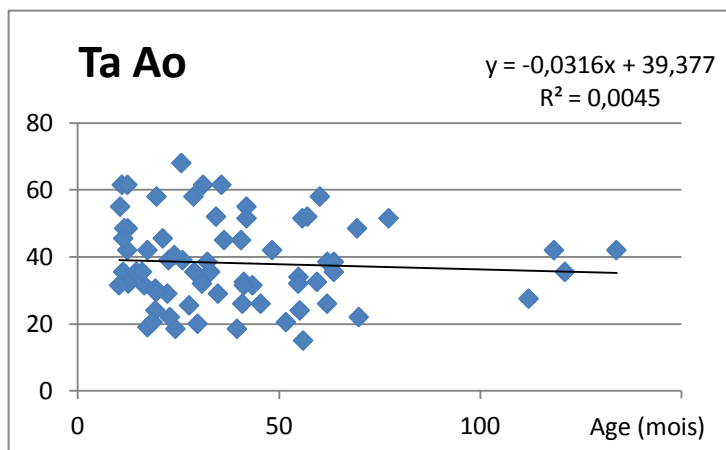
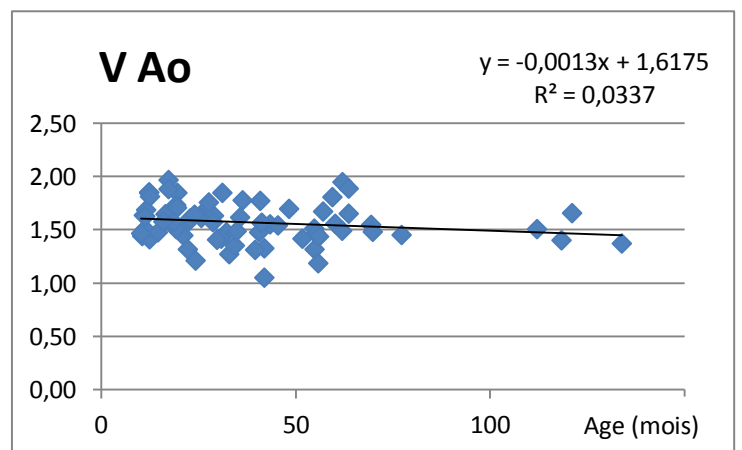
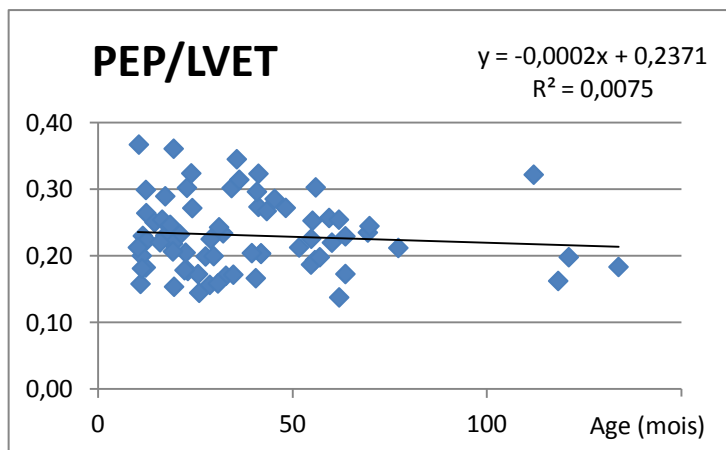
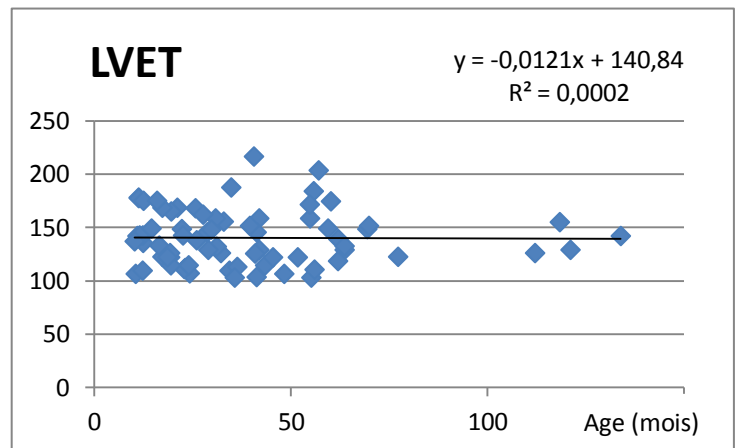
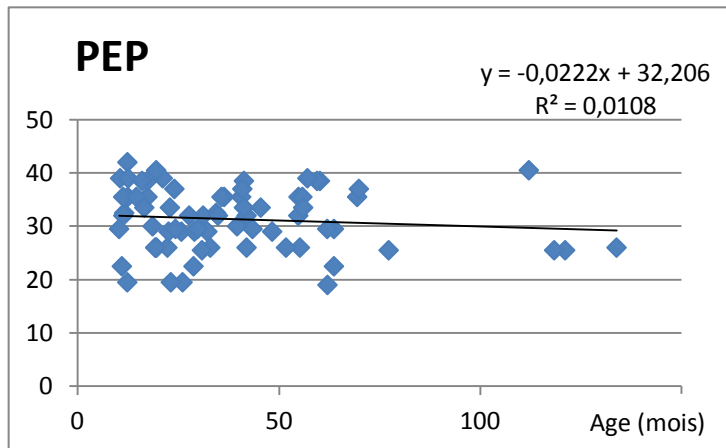
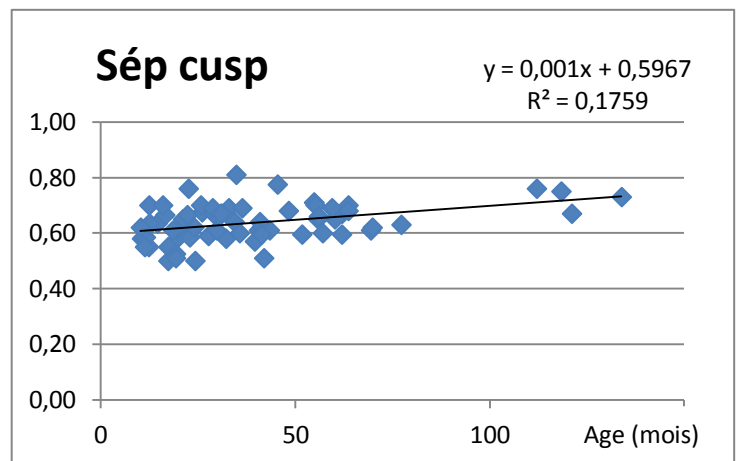
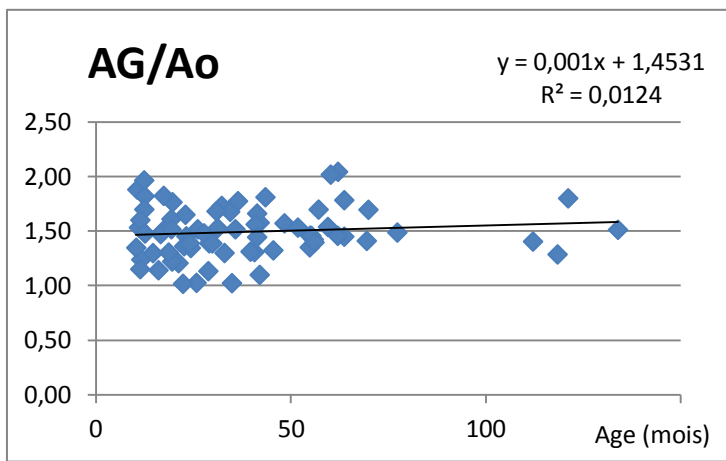
ANNEXES V : Régressions linaires entre l'âge en mois (en abscisse) et les différents paramètres échocardiographiques (en ordonnée).

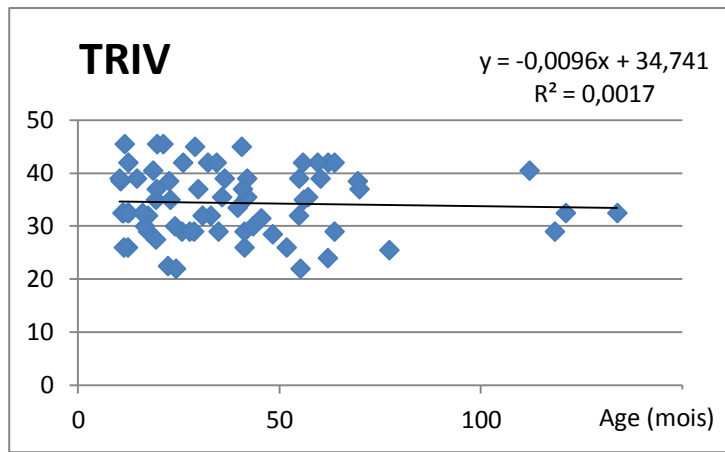












NOM : AURIOL

PRENOM : Laura

Titre : Étude des intervalles de référence des mesures échocardiographiques chez le chat de race Sphynx

Résumé :

Afin de déterminer l'intervalle de référence (IR) des données échocardiographiques 2D, TM et doppler chez les chats Sphynx adultes, vigiles, des échocardiographies ont été réalisées (échographes General Electric Logiq 7 équipé d'une sonde sectorielle de 8-11 MHz et d'une sonde phase array de 2-5 MHz ou Vivid i équipé de sonde sectorielle 4.7-11 MHz et phase array 2.7-8 Mhz) chez 106 chats Sphynx, âgés de plus de 10 mois. Les IR ont été calculés à l'aide du logiciel Reference Value Advisor.

71 chats sains, ie sans anomalie aux examens clinique ou échocardiographique, et 35 chats équivoques ou atteints de Cardiomyopathie Hypertrophique ont été échographiés.

Les IR de 38 paramètres échocardiographiques chez les 71 Sphynx sains sont différents des valeurs du chat domestique publiées, sans influence du poids ou de l'âge sur la plupart des paramètres.

Ces IR chez le Sphynx pourront être utiles pour une interprétation plus précise des échocardiographies dans cette race.

Mots clés : Échocardiographie, intervalle de référence, chat, Sphynx

Title: Reference intervals for echocardiographic values in adult Sphynx cats

Abstract:

To determine reference interval (RI) for 2D, M-mode and doppler echocardiographic values in adult Sphynx cats, echocardiograms were performed on 106 nonsedated Sphynx cats over 10 months old, using a General Electric Logiq 7 with a 8-11 MHz probe and phase array 2-5 MHz probe, or a Vivid i with a 4.7-11 MHz probe and phase array 2.7-8 Mhz probe. RI were calculated using the Reference Value Advisor freeware.

71 healthy Sphynx cats, without clinical or echocardiographic abnormalities, and 35 cats classified as equivocal or positive for Hypertrophic Cardiomyopathy, were identified. RI established for 38 echocardiographic values using the 71 healthy Sphynx cats results were slightly different from the previously published domestic cat values. No significant influence of weight or age on echocardiographic values were identified for most values.

These reference intervals of echocardiographic values in the Sphynx will be useful for better echocardiogram interpretation in this breed.

Keywords: Echocardiography, reference interval, cat, Sphynx