

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزاره التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة ابن خلدون تيارت

UNIVERSITE IBN KHALDOUN – TIARET

معهد علوم البيطرة

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

قسم الصحة الحيوانية

DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire.

Présenté par : ABOU Mohamed Abdel Djaoued

HASSAINE DAOUADJI Chaouki

Thème

**Place de l'ECG dans le diagnostic des troubles du rythme cardiaque chez
le chien**

Soutenu le 24 / 06 / 2024

Jury

Président : Dr. SMAIL Fadhela

Encadrant: Dr. SLIMANI Khaled Mabrouk

Examineur: Dr. DERRAR Sofiane

Grade :

MCA

MCB

MCA

Année universitaire 2023-2024

Remerciements

Je tiens avant tout à exprimer ma profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant pour m'avoir accordé la santé, la force et la sagesse nécessaires à la réalisation de ce projet. Sa bénédiction m'a accompagné tout au long de ce parcours et m'a permis de surmonter les défis rencontrés.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet de fin d'études.

En premier lieu, je remercie chaleureusement Monsieur SLIMANI Khaled Mabrouk mon superviseur, pour son encadrement précieux, ses conseils avisés et son soutien constant tout au long de ce projet. Ses connaissances approfondies et son enthousiasme ont été une source d'inspiration et de motivation.

Je souhaite également remercier Dr. SMAIL Fadhela et Dr. DERRAR Sofiane pour avoir pris le temps d'évaluer mon travail et pour leurs remarques constructives qui ont permis d'améliorer la qualité de ce projet.

Nos remerciements s'adressent également Dr. BENSSGHIEUR Fatiha pour ses conseils et sa collaboration.

Un grand merci à INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce projet au sein de leurs locaux et pour les ressources mises à ma disposition.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mes amis pour leur soutien moral et leur compréhension durant cette période de travail intense.

Enfin, je n'oublie pas de remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet et à l'aboutissement de mes études.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents mes frères et sœurs, pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible et leurs sacrifices qui m'ont permis de poursuivre mes études dans les meilleures conditions. Leur confiance et leur encouragement m'ont toujours poussé à donner le meilleur de moi-même.

À mes frères et sœurs, pour leur soutien moral et leur présence réconfortante.

À mes amis, et l'équipe de la clinique pour leur amitié sincère, leur soutien moral et leurs encouragements constants.

À tous les enseignants qui ont contribué à ma formation académique, je leur dédie ce projet en témoignage de ma reconnaissance pour leur engagement et leur dévouement.

Enfin, je dédie ce travail à tous ceux qui, de près ou de loin, ont cru en moi et m'ont encouragé tout au long de ce parcours.

Table des matières

INTRODUCTION	1
Partie bibliographique	2
1. La physiologie de la fonction cardiaque chez le chien :	3
1.1. Cycle cardiaque.....	4
1.2. Les bruits cardiaques	5
1.2.1. Bruits cardiaques systoliques	5
1.2.2. Les bruits diastoliques comprennent les suivants :.....	5
1.3. Le potentiel d'action cardiaque	6
2. Particularite de fonction cardiaque du chien	11
2.1. Formation de complexe P-QRS-T normale	12
2.1.1. Formation de l'onde P	13
2.1.2. Intervalle P-R	14
2.1.3. Formation du complexe QRS (ventriculogramme)	15
2.1.3.1. L'onde Q	15
2.1.3.2. L'onde R	16
2.1.3.3. L'onde S	17
2.1.3.4. Nomenclature du complexe QRS	18
2.1.4. L'onde T.....	19
2.2. Les valeurs normales specifiques chez le chien	21
3. Typage de l'arythmie cardiaque chez le chien	22
3.1. Le rythme d'origine sinusal	22
3.1.1. Rythme sinusal	22
3.1.2. Arythmie sinusale.....	23
3.1.3. Tachycardie sinusale	24
3.1.4. Bradycardie sinusale.....	24
4. Principe de fonctionnement de l'ECG	25
4.1. Qu'est ce qu'un ECG	25
4.2. Généralités.....	25
4.2.1. Dérivations d'Einthoven (DI-DII-DIII).....	25
4.2.2. Dérivations de GoldbergerVL, VF, VR.....	26

4.2.3. Présentation de Cabrera.....	28
4.3. Chez le chien	29
4.3.1. Notions plus poussées d'électrocardiographie	29
4.3.2. Les six dérivations périphériques (ou des membres).....	29
4.4. Explication de l'axe électrique moyen du QRS.....	30
4.4.1. Déviation axiale droite	32
4.4.2. Déviation axiale gauche	33
4.5. Calculer l'axe moyen du QRS.....	34
4.6. Triangulation	34
4.7. Choisir un électrocardiographe.....	35
4.7.1. Qualité	35
4.7.2. Enregistrement en continu	36
4.7.3. Facilité d'emploi.....	36
4.7.4. Marquage automatique	36
4.7.5. Mode d'enregistrement : manuel ou automatique ?	36
4.7.6. Logiciels d'intrpretation	36
4.7.7. Enregistrement ECG : multicanaux ou monovanal ?	37
4.7.8. Réglage de la calibration	37
4.7.9. Centrage du stylet : automatique ou manuel ?.....	37
4.7.10. Alimentation par batterie interne.....	38
4.7.11. Écran de monitoring	38
4.7.12. Choix de papier : thermique ou à encre.....	38
4.8. Résumé des caractéristiques à rechercher pour un enregistreur d'ECG.....	38
5. Technique de mise en place d'un ECG chez l'animal	39
5.1. Les cables de connexion (électrodes)	39
5.2. Permettre la connexion.....	41
5.3. Positionnement des électrodes.....	43
5.4. Isolement des electrodes.....	45
5.5. Positionnement des cables ECG.....	45
5.5.1. Positionnement de l'animal.....	46
5.5.2. Contention chimique	47
5.6. Replages et preparation de la machine	47

5.7. Enregistrement de l'ECG – Suggestion d'une conduite à tenir	50
6. Interprétation des différentes arythmies	52
6.1. Reconnaître l'existence d'un foyer de conduction ectopique comprendre sa signification.....	52
6.1.1. Commencez par identifier la morphologie du ventriculogramme normal(QRS)	52
6.1.2. Morphologie d'un QRS issu d'un foyer de dépolarisation ventriculaire ectopique	52
6.1.3. Morphologie du QRS lors de dépolarisation supraventriculaire ectopique.....	55
6.2. Arythmies associées à un foyer de conduction ectopique	58
6.2.1. Extrasystoles ventriculaires (complexes ventriculaires prématurés).....	58
6.2.2. Extrasystoles supraventriculaires	59
6.2.3. Rythmes d'échappement	60
6.2.4. Dissociation AV	61
6.2.5. Fibrillation	62
6.2.5.1. Fibrillation auriculaire	62
6.2.5.2. Fibrillation ventriculaire (FV)	63
6.3. Troubles de la conduction	64
6.3.1. Arrêt sinusal et bloc sino-auriculaire (BSA)	64
6.3.2. Maladie rythmique auriculaire (dysfonctionnement sinusal, syndrome bradycardie-tachycardie)	65
6.3.3. Paralyse auriculaire (paralyse de l'oreillette, silencieuse)	65
6.3.4. Bloc cardiaque.....	66
6.3.4.1. Bloc auriculo-ventriculaire (BAV) du premier degré.....	66
6.3.4.2 .BAV du second degré.....	67
6.3.4.3. BAVcomplet (troisième degré)	68
6.4. Modifications de la morphologie du complexe P-QRS-T.....	69
6.4.1. Wandring PACEMAKER (entraîneur VAGABON, centre de commande instable, rythme supraventriculaire multifocal)	69
6.4.2. Modification liées à une augmentation de volume des cavités.....	70
6.4.2.1. Augmentation de volume de l'oreillette gauche	70
6.4.2.2. Augmentation de volume de l'oreillette droite	71
6.4.2.3. Augmentation de volume du ventricule gauche	72
6.4.2.4. Augmentation de volume ventriculaire droit.....	73
6.4.3. Anomalis de l'axe électrique moyen du QRS	73

6.4.3.1. Complexes QRS de bas voltage	74
6.4.3.2. Alternance électrique.....	74
6.4.3.3. Onde R crochetée	76
6.4.3.4. Anomalies de l'intervalle Q-T.....	76
6.4.3.5. Anomalies du segment S-T	77
6.4.4. Anomalies de l'onde T	77
6.4.5. Hyperkaliémie	78
Partie expérimentale	80
1. Matériel et méthodes	81
1.1. Lieu et durée d'étude :.....	81
1.2. Présentations des cas :	81
1.3. Matériel	82
1.4. Méthodes	84
2. Résultats et discussion.....	86
2.1 Présentation clinique des cas :.....	86
Discussion	102
Conclusion.....	104
Références bibliographiques.....	105

Liste des figures

page

- Figure 1:** Deux types de potentiels d'action cardiaque sont représentés ici : le potentiel d'action « à réponse rapide », qui est typique du travail des cellules myocardiques auriculaires, faisceau de His, branches de faisceau, fibres de Purkinje et cellules du myocarde ventriculaire en fonctionnement, et le potentiel d'action « slowresponse », qui est typique du nœud sinusal et cellules de stimulateur cardiaque du nœud auriculo-ventriculaire. Les différences dans les phases et dans les valeurs du potentiel de repos (RP) et du potentiel seuil (TP) entre les deux types de potentiels d'action. (Claudio b, 2023).7
- Figure 2 :** Phases du potentiel d'action cardiaque « à réponse rapide » et les ondes électrocardiographiques. Ligne pointillée bleue : potentiel de repos ; ligne pointillée rouge : potentiel de seuil. (Claudio b, 2023).9
- Figure 3 :** Périodes réfractaires dans les myocytes ventriculaires. ARP période réfractaire absolue ; RRP, période réfractaire relative ; SEPT.période d'excitabilité supranormale ; ligne pointillée horizontale, seuil potentiel. (Claudio b,2023). 11
- Figure 4 :** Schéma de sercuitelectrique du coeur. (Mark Oyama, 2020).13
- Figure 5 :** Illustration de la dépolarisation partielle de l'oreillette et formation de l'onde P. La zone en gris représente les cellules myocardiques dépolarisées ; les flèches représentent la direction de la propagation d'onde de dépolarisation. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche ; NS : nœud sinusal ; NAV : nœud auriculo-ventriculaire. (Mike m et al, 2009).14
- Figure 6 :** Schéma de la dépolarisation complète de l'oreillette et formation de l'onde P. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.(Mike m et al, 2009).15
- Figure 7 :** Schéma de la dépolarisation du septum interventriculaire et formatia de l'onde Q. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG ventricule gauche.(Mike m et al, 2009).16
- Figure 8:** Schéma de la dépolarisation de la majeure partie du myocarde ventriculaire et formation de l'onde R. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).17

Figure 9: Schéma de la dépolarisation de la majeure partie du myocarde ventriculaire et formation de l'onde R. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.(Mike m et al, 2009).....	18
Figure 10 : Schéma de la dépolarisation complète et de la repolarisation des ventricules terminant le complexe P-QRS-T. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).....	20
Figure 11: Dérivations d'Einthoven (DI-DII-DIII) et Dérivations de Goldberger VL, VF, VR (http://www.vet-ecg.ddns.net/2024).....	28
Figure 12: Les six dérivations des membres.(Mark Oyama, 2020).	30
Figure 13 : Axe électrique moyen du QRS normal (grande flèche noire) et son apparence au niveau de chacune des six dérivations. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).....	31
Figure 14: Axe électrique moyen du QRS (grande flèche noire) d'un animal présentant une augmentation de volume du ventricule droit et son apparence au niveau des six dérivations. (Mike m et al, 2009).....	32
Figure 15: Axe électrique moyen du QRS (grande flèche noire) chez un animal présentant une augmentation de volume ventriculaire gauche et son apparence au niveau des six dérivations. (Mike m et al, 2009).....	33
Figure 16: Estimation de l'axe électrique du QRS. (Mark Oyama, 2020).	35
Figure 17: Présentation de diverses électrodes autoadhésives utilisées chez l'homme. (https://www.alamyimages.fr/2024).....	39
Figure 18 : Electrode périphérique plate pédiatrique utilisée chez l'homme (https://www.medicalexpo.fr/2024).	40
Figure 19 : Pinces crocodile souvent utilisées chez l'animal. Les dents ont été limées sur celle du milieu et celle du bas a en plus été recourbée vers l'extérieur. Ce sont des méthodes permettant d'atténuer la douleur lors du pincement de la peau avec ce type d'électrode. (https://www.meditech.com.cn/2024).....	41
Figure 20 : Mise en place d'une pince crocodile sur la peau d'un chien (angle de flexion du jarret dans ce cas). Pincer un bon morceau de peau, placer la pince crocodile avec ses mors totalement ouverts sur la peau le plus loin possible de telle sorte qu'elle pince un bon morceau de peau et permette ainsi un bon contact pince/peau. (https://www.chien.com/2024).	42

Figure 21 : La peau située au niveau du creux du coude est un endroit bien adapté pour fixer la pince crocodile sur le membre antérieur. (https://www.alamyimages.fr/mai2024)	43
Figure 22 : La peau située dans le creux du jarret est un endroit bien adapté pour fixer la pince crocodile sur le membre postérieur. (http://worldwidevet.over-blog.com/2015)	44
Figure 23 : Fixation d'une électrode autoadhésive sur le membre du chien à l'aide d'un sparadrap pour la maintenir en place. (Jean-François R, 2007).....	45
Figure 24 : Un chien pendant l'enregistrement ECG utilisant des pinces crocodile. (http://Electrocardiography.com/2024)	46
Figure 25 : ECG montrant l'effet de la vitesse du papier. (Mike met al, 2009).	48
Figure 26 : ECG montrant trois marques de calibration pour 1 mV à différents réglages de sensibilité : 0,5, 1 et 2 cm/mV. (Mike m et al, 2009).....	48
Figure 27 : ECG montrant l'effet d'atténuation du filtre. Notez la réduction de l'amplitude des complexes (ondes R de 1,2 à 0,8 mV). Les mesures doivent être faites à partir d'un tracé non filtré pour éviter le risque de sous-estimer l'amplitude. Notez aussi la réduction de l'artéfact de tremblement musculaire (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike met al, 2009).....	49
Figure 28 : ECG montrant un artéfact de tremblement musculaire qui est ensuite éliminé par filtrage (flèche). Notez la diminution de l'amplitude des complexes lorsqu'on utilise le filtre (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).....	49
Figure 29 : ECG montrant les effets d'un « rognage » (flèches). Si vous ne vous en apercevez pas, vous pouvez considérer de manière erronée que l'amplitude des ondes R est de 1,8 mV alors que normalement elle est de 2,4 mV. Cette sous-estimation est notable (25mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).....	50
Figure 30 : Schéma illustrant un foyer de conduction ectopique avec la propagation de l'onde de dépolarisation (à droite) et la formation du complexe QRS-T (à gauche) associé au foyer ventriculaire ectopique. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike met al, 2009).	53
Figure 31 : Schéma d'un complexe ECG normal (premier complexe) suivi de quatre exemples de complexes QRS-T de morphologie anormale liés à la présence de foyers de dépolarisation ventriculaire ectopiques. Il est essentiel d'identifier la morphologie du complexe QRS représentant le complexe sinusal (premier complexe). Tout complexe de morphologie différente (pour cet animal) doit être issu d'un foyer ventriculaire ectopique. (Mike met al, 2009).	54

Figure 32 : (B, c) : ECG de chiens sur lesquels on observe une ESV ayant une morphologie du QRS négative avec une onde T opposée et positive (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike met al, 2009).....	55
Figure 33 : Schéma de l'origine de complexes issus de foyers ectopiques supraventriculaires et ventriculaires. NSA : Nœud sinusal, NAV : nœud auriculo-ventriculaire ; ESA : extrasystole auriculaire (complexe auriculaire prématuré) ; ESJ : extrasystole jonctionnelle (complexe jonctionnel prématuré) ; ESV : extrasystole ventriculaire (com-plexe ventriculaire prématuré) ; OD : oreillette droite ;OG : oreillette gauche ;VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).	56
Figure 34 : Schéma d'une extrasystole supraventriculaire (cinquième complexe).(Mike m et al, 2009).....	58
Figure 35 : ECG d'un springer epaniolage de 10 ans présentant une seule ESV.Noter l'onde P a l'intérieur du segment S-T (fleche). Cependant cette depolarisation sinusale normale est arrivée alors que les ventricules étaient encore retractaires. (Mike m et al, 2009).	59
Figure 36 : ECG montrant une extrasystole supraventriculaire (ESSV) isolée (flèche): notez son apparition prématurée et l'absence d'une onde P évidente. Observation fortuite chez un Terre-Neuve âgé de 9 ans (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).....	60
Figure 37 : ECG d'un springer spaniel montrant un arré sinusal. Après la longue ligne plate, on observe un complexe ver triculaire d'échappement (flèche) (25 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike m et al, 2009).....	61
Figure 38 : ECG d'un labrador âgé de 6 ans présentant une dissociation auriculo-ventriculaire. Il s'agit d'une observation fortuite. Les ondes P sont fléchées (25 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike met al, 2009).....	62
Figure 39 : ECG montrant une fibrillation auriculaire avec une réponse ventriculaire de fréquence moyenne à 180 bpm. Les complexes QRS correspondent à d e s battments chaotiques qui sont généralement faciles à entendre à l'auscultation cardiaque. Il n'y a aucune onde P visible, mais dans ce cas les fines ondulations d e la l i g n e base peuvent être considérées comme des ondes de fibrillation (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	63
Figure 40 : ECG montrant un flutter ou une fibrillation ventriculaire. Enregistré sur un berger allemand âgé de 11 ans mort à l'arrivée à la clinique du fait d'une tamponnade cardiaque avancée lié à une hémorragie péricardique (25 mm/sec et 10 mm/mv). (Mike met al, 2009).....	64

Figure 41 : ECG montrant un arrêt sinusal intermittent, enregistré sur un West Highland white terrier âgé de 13 ans présentant une fibrose pulmonaire idiopathique (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	65
Figure 42 : ECG d'un West Highland white terrier montrant une paralysie auriculaire (due à une hyper-kaliémie) avec un rythme jonctionnel à 40/min (25 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike met al, 2009).	66
Figure 43 : ECG d'un chien montrant un allongement de l'intervalle P-R, c'est-à-dire un BAV de premier degré (50 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike m et al, 2009).	67
Figure 44 : ECG d'un chat âgé de 7 ans présentant une interruption intermittente de conduction du nœud AV aux ventricules (ondes non conduites), c'est-à-dire un BAV du second degré. Après les pauses de la dépolarisation ventriculaire qui s'ensuivent, on observe des complexes ventriculaires d'échappement (flèches) (25 mm/sec et 20 mm/mv). (Mike m et al, 2009).	68
Figure 45 : ECG d'un labrador âgé de 8 ans montrant un BAV du troisième degré (BAV complet) avec un rythme d'échappement ventriculaire à 45bpm (50 mm/sec et 10 mm/mv). (Mike m et al, 2009).	69
Figure 46 : ECG d'un chien présentant un wandering pacemaker. Notez les modifications de la morphologie de l'onde P (flèches) (dérivation D2, 25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike martin et al 2009).	70
Figure 47 : ECG montrant des ondes P plus larges (0,06 sec) et bifides : on parle d'onde P mitrale. Enregistré sur un doberman âgé de 8 ans présentant une cardiomyopathie dilatée (50 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	71
Figure 48 : ECG montrant des ondes P de grande taille (0,5 mV) : on parle d'onde P pulmonaire. On peut voir un artéfact au niveau de la ligne de base correspondant à un fin tremblement musculaire. Enregistré sur un Yorkshire terrier âgé de 10 ans présentant depuis longtemps un collapsus trachéal (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	72
Figure 49 : ECG montrant des ondes R de grande taille (6,0 mV) et un allongement des complexes QRS (0,06 sec), ce qui suggère une augmentation du volume du ventricule gauche. Enregistré sur un berger allemand âgé d'1 an ayant une persistance du canal artériel (50 mm/sec et 5 mm/MV). (Mike martin et al 2009).	72

Figure 50 : ECG montrant de profondes ondes S sur les dérivations D1 et D2 ainsi qu'un décalage de l'axe vers aVR, c'est-à-dire vers la droite. ECG d'un West Highland white terrier présentant une sténose aortique (25 mm/sec et 5 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	73
Figure 51: ECG montrant de petits complexes P-QRS-T chez un chien (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	74
Figure 52 : ECG montrant une alternance électrique. Notez l'alternance des amplitudes de l'onde R. Enregistré sur un golden retriever ayant un épanchement péricardique dû à une péricardite idiopathique (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	75
Figure 53 : ECG d'un berger allemand présentant un épanchement péricardique secondaire à un hémangiosarcome de l'oreillette droite montrant une alternance électrique. Les complexes ORS sont fléchés. Notez l'amplitude des ondes R, S et T alternativement plus ou moins importante dans cet exemple (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	75
Figure 54 : ECG montrant un complexe QRS croché. Enregistré sur un chat présentant une cardiomyopathie dilatée (50 mm/sec et 20 mm/mV). (Mike met al, 2009).	76
Figure 55 : ECG d'un chien atteint d'hyperkaliémie montrant une bradycardie à 50/min, l'absence d'ondes P (paralysie de l'oreillette) et des ondes T pointues de grande taille (50 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	78
Figure 56 : ECG d'un jeune chien présentant une maladie d'Addison et une paralysie de l'oreillette. L'absence de la « morphologie caractéristique de l'onde T » sur un tracé d'ECG n'exclut pas l'hyperkaliémie (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).	79
Photo 63 : Mâle berger allemand âgé de 5ans consulté pour une baisse des performances physiques et dysoréxie chronique.	86
Photo 64 : Mise en place et interprétation d'un ECG de Walker (25 mm/sec et 5 mm/mV).	87
Photo 65 : Male lévrier âgé de 4ans atteint d'une leptospirose forme septique.	88
Photo 66 : Le tracé ECG du chien. (25 mm/sec et 2.5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)	89
Photo 67: Femelle bichon âgée de 4 ans, qui présente un dysfonctionnement métabolique, liée à une hypothyroïdie fortement suspectée.	90
Photo 68: Tracé ECG de RITA. (25 mm/sec et 5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)	91
Figure 69 : Radiographie de la chienne. T : trachée.	91

Photo 70 : Echograophie de la region laryngotracheal, présence d'une hypertrophie de la tyroide avec presence d'un kyste anéchogène en coupe transversal, T : thyroïde.	92
Photo 71 : Femelle rottweiler âgé de 3 mois atteint d'une parvovirose.	93
Photo 72 : Le tracé ECG de la chienne. (25 mm/sec et 5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.).....	94
Photo 73 : Echographie cardiaque de la chienne. VM : valve mitrale.	94
Photo 74 : Le cœur apres autopsie de la chienne, une augmentation de volume ventriculaire gauche (cardiomyopathie confirmée)	95
Photo 75 : Femelle sharpei âgée de 11 ans atteint d'une metrite chronique.	96
Photo 76 : Le tracé ECG de la chienne. (25 mm/sec et 2.5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.).....	97
Photo 77 : Femelle berger allemand âgé de 6 ans atteint d'une Ehrlichiose associée compliqué d'un état d'anémie.	98
Photo 78 : Le tracé ECG de la chienne. (25 mm/sec et 10 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.).....	99
Photo 79 : Mâle berger allemand âgée de 6 ans atteint une prostatite chronique.	100
Photo 80 : Le tracé ECG de chien. (25 mm/sec et 5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.).....	101

Liste des tableaux

Tableau 1: Les valeurs normales chez le chien et le chat	21
Tableau 2: Code couleur des câbles ECG.....	30
Tableau 3: présentation des cas qui sont suspectés cardiopathes	81

Liste des abréviations

A₂ : Valve aortique.

AD : Avant droite.

AG : Avant gauche.

APR : Periode réfractaire absolue.

AV : Atrioventriculaire.

AVF : Derivation de Goldberger, pied (augmented voltage).

AVL : Derivation de Goldberger, gauche (augmented voltage).

aVR : Derivation de Goldberger, droite(augmented voltage).

B₁ : Le premier bruit cardiaque.

B₂ : Le deuxième bruit cardiaque.

B₃ : Le troisième bruit cardiaque.

B₄ : Le quatrième bruit cardiaque.

BAV : Bloc auriculo-ventriculaire.

Bpm : battement par minute.

BSA : Bloc sinu-auriculaire.

Ca²⁺ : Ion de calcium.

CaO₂ : La teneur d'artère en oxygène.

Cl : Ion clore.

DI : Derivationd'einthoven (1).

DII : Derivationd'einthoven (2).

DIII : Derivation d'Einthoven (3).

DO₂ : Livraison d'oxygène.

ECG : Electrocardiogramme.

Ed : Electrode droite.

Eg : Electrode gauche.

Ejg : Electrode de jambe gauche.

ES : Extrasystole.

ESA : Extrasystole auriculaire.

ESJ : Extrasystole jonctionnelle.

ESSV : Extrasystole supraventriculaire.

ESV : Extrasystole ventriculaire.

F : Foot (pied).

F : Onde F fibrillation.

FA : Fibrillation auriculaire.

HB : Hemoglobine.

J : Onde J repolarisation précoce des ventricules.

JD : Arrière gauche.

JG : Arrière droite.

K⁺ : Ion potassium.

L : Left (gauche).

LA : Bras gauche.

LL : Jambe gauche.

Min : minute.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

ms : milliseconde.

mV : millivolt.

Na⁺ : Ion sodium.

NAV : Nœud auriculo-ventriculaire.

NS : Nœud sinusal.

OD : Oreillette droite.

OG : Oreillette gauche.

P : Onde P dépolariation auriculaire.

P₂ : Valve pulmonaire.

PaO₂ : Pression d'oxygène dans le sang artériel.

PR : Potentiel de repos.

Q : Onde Q.

QRS : Complexe QRS dépolariation ventriculaire.

R : Onde R.

R : Right (droite).

RA : Bras droit.

RL : Jambe droite.

RRP : Periode réfractaire relative.

S : Onde S.

S : Seconde.

SA : Sinoatrial.

SaO₂ : Pourcentage d'hémoglobine saturée en oxygène.

SEPT : Periode d'excitabilité supranormale.

T : Onde T repolarisation ventriculaire.

T : onde T repolarisation ventriculaire.

Ta : Onde T repolarisation auriculaire.

TP : Potentiel seuil.

VD : Ventricule droite.

VG : Ventricule gauche

+ve : Positive.

-ve : Negative.

Resumé :

Dans cette étude, nous avons identifié plusieurs arythmies cardiaques chez des chiens réalisés atteints de différentes pathologies d'ordre infectieux et non infectieux, consulté au service de pathologies des carnivores de l'Institut des Sciences Vétérinaire de Tiaret durant l'année 2023/2024. Nous avons montré la nécessité de l'utilisation ECG dans le diagnostic des anomalies du rythme cardiaque que seule une auscultation ne peut confirmer l'existence et nous le recommandant comme outil de diagnostic fiable qui fournit des informations précieuses pouvant aider à mieux gérer une situation pathologique sur le plan pronostic et thérapeutique.

Mots clés : ECG, arythmie, derivations électrique, auscultation, axe électrique, tracé.

Abstract :

In this study, we identified several cardiac arrhythmias in dogs suffering from different infectious and non-infectious pathologies, consulted at the carnivore pathologies department of the Institute of Veterinary Sciences of Tiaret during the year 2023/2024. We have shown the necessity of using ECG in the diagnosis of heart rhythm abnormalities that only auscultation can confirm the existence and we recommend it as a reliable diagnostic tool that provides valuable information that can help to better manage a pathological situation prognostically and therapeutically.

Keywords: ECG, arrhythmia, electrical diversions, auscultation, electrical axis, tracing.

الخلاصة :

تم في هذه الدراسة التعرف على العديد من حالات عدم انتظام ضربات القلب لدى الكلاب التي تعاني من أمراض مختلفة معدية وغير معدية، تم معابنتها بقسم أمراض أكلة اللحوم بمعهد العلوم البيطرية لتيارت خلال سنة 2024/2023. لقد أظهرنا ضرورة استخدام تخطيط كهربية القلب في تشخيص اضطرابات ضربات القلب التي لا يمكن تأكيد وجودها إلا بالتسمع، ونحن نوصي بها كأداة تشخيصية موثوقة توفر معلومات قيمة يمكن أن تساعد في إدارة الحالة المرضية بشكل أفضل تشخيصياً وعلاجياً

الكلمات المفتاحية: تخطيط القلب، عدم انتظام ضربات القلب، اتجاهات الكهرباء، التسمع، المحور الكهربائي، التنبع

INTRODUCTION

L'électrocardiogramme (ECG) est un examen complémentaire simple, rapide, non invasif encore trop peu utilisé en routine lors de l'évaluation pré-anesthésique des animaux. Les raisons de cette non-prescription sont sans doute multifactorielles, mais les difficultés et/ou la méconnaissance de son interprétation en constitue l'une des causes majeures. Néanmoins l'ECG reste un examen plus simple à réaliser que l'échocardiographie et apporte des informations notamment sur les modifications rythmologiques cardiaques. Diverses études vétérinaires tendent à montrer qu'en période péri-anesthésique les dysrythmies cardiaques comptent pour environ 20% des complications observées. **(Gaynor et al, 1999).**

L'électrocardiogramme peut aussi utiliser dans :

- Évaluation des arythmies et de la fréquence cardiaque conduits.
- Perturbations détectées lors de l'auscultation.
- Antécédents de syncope (étouffement) ou de faiblesse épisodique.
- Surveillance cardiaque pendant l'anesthésie.
- Surveillance cardiaque chez les patients gravement malades.
- Surveiller les changements de fréquence et de rythme dus à l'administration de médicaments.
- Évaluer les changements de la morphologie de l'ECG et de la fréquence cardiaque dus aux déséquilibres électrolytiques associés aux maladies extracardiaques ou aux toxicités médicamenteuses.
- En outre, l'ECG peut également être utile pour identifier les changements anatomiques dus à l'hypertrophie ou à la dilatation myocardique, et pour détecter les maladies péricardiques. Cependant, l'échocardiographie a largement remplacé l'ECG pour ces indications en raison de sa sensibilité supérieure. **(Mark A, 2020).**

Cette étude a pour objectif la valorisation de l'usage de l'ECG comme examen de routine en consultation canine dans le diagnostic des troubles du rythme cardiaque chez le chien qui permettra à un utilisateur peu ou pas initié à l'électrophysiologie d'interpréter des électrocardiogrammes et de diagnostiquer les principaux troubles du rythme observés chez le chien, grâce à une démarche précise qui ne nécessitera que la connaissance des définitions et principes de base présentés dans ce manuscrit. Une partie expérimentale est comprise dans cette étude durant laquelle nous allons exposer plusieurs cas clinique de chien recus au service de pathologies des carnivores domestique de l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret.

Partie bibliographique

1. La physiologie de la fonction cardiaque chez le chien :

En assurant la circulation sanguine dans le corps, le système cardiovasculaire joue un rôle clé dans le maintien de l'homéostasie et dans la garantie de transport des gaz (oxygène et dioxyde de carbone) et le mouvement d'hormones, de substances nutritionnelles (telles que le glucose, les acides aminés et des acides gras) et des catabolites, ainsi que le transfert de chaleur vers les tissus. **(Claudio b,2023).**

L'une des fonctions les plus importantes du système cardiovasculaire est le maintien d'un apport adéquat d'oxygène aux tissus. Livraison d'Oxygène (DO_2 mL/min) est définie comme le produit de la teneur d'artère en oxygène (CaO_2 mL/dL) et le débit cardiaque. **(Claudio b,2023).**

La teneur en oxygène artériel (CaO_2) est calculée en additionnant l'attribut l'oxygène lié à l'hémoglobine et l'oxygène dissous dans le sang, à l'aide de l'équation suivante :

$$CaO_2 = [Hb \times 1.34 \times SaO_2] + [PaO_2 \times 0.003]$$

Où Hb est la concentration d'hémoglobine, SaO_2 est le pourcentage d'hémoglobine saturée en oxygène et en PaO_2 est la pression d'oxygène dans le sang artériel. Par conséquent, CaO_2 est influencée par la concentration d'hémoglobine et la fonction respiratoire. **(Claudio b2023).**

Où le volume de course est influencé par la précharge, la postcharge et la contractilité. **(Claudio b,2023).**

La fréquence cardiaque et le volume d'éjection peuvent conditionner le débit cardiaque et une augmentation de l'un ou l'autre de ces deux facteurs, ou des deux, conduit vers l'augmentation du débit cardiaque. Cependant, des fréquences cardiaques très élevées, telles que ceux qui surviennent dans la tachycardie supraventriculaire, peuvent affecter le débit cardiaque en limitant le temps disponible pour le remplissage de ventricule pendant la diastole et donc en diminuant le volume de la course. **(Claudio b,2023).**

Le système cardiovasculaire est caractérisé par une pompe (le cœur), une série de tubes de distribution et de collecte (récipients, composés d'artères et veines) et une vaste surface de vaisseaux très minces (capillaires), qui favorisent un échange rapide de gaz et de métabolites entre le sang et les tissus. **(Claudio b,2023)**.

Il existe deux systèmes circulatoires reliés en série : circulation pulmonaire et circulation systémique. L'oreillette droite recueille le sang des veines systémiques et le transfère dans le ventricule droit à travers la valve tricuspide. Le ventricule droit pompe du sang désoxygéné à travers la valve pulmonaire et les artères pulmonaires dans la circulation pulmonaire, où les échanges gazeux auront lieu au niveau de la membrane alvéolaire-capillaire. Ensuite, le sang oxygéné circule des capillaires pulmonaires dans les veines pulmonaires et l'oreillette et, par la valve mitrale, atteint le ventricule gauche. **(Claudio b,2023)**.

Enfin, le ventricule gauche pompe le sang dans le système circulation par la valve aortique, l'aorte et les artères. La présence des valvules garantit un flux sanguin unidirectionnel. Le débit cardiaque est intermittent, en raison de la contraction cyclique du cœur, mais le flux sanguin dans les vaisseaux est continu. **(Claudio b,2023)**.

Le cœur est capable de s'étirer et de prélever du sang (fonction diastolique) à partir d'un système à basse pression, le système veineux, et de le faire passer à travers contraction ventriculaire (fonction systolique) à une pression plus élevée le système artériel. Les grosses artères telles que l'aorte et l'artère pulmonaire et ses branches peuvent se distendre pendant la systole afin de permettre, par un recul élastique de leurs parois pendant la diastole, une poussée du sang vers l'avant. **(Claudio b,2023)**.

1.1. Cycle cardiaque

Le cœur est la pompe qui permet d'envoyer continuellement le sang dans tous les vaisseaux de l'organisme. On distingue en réalité « deux pompes en une » : les pompes droite et gauche, chacune constituée d'un atrium et d'un ventricule. La pompe gauche, dite cœur gauche, reçoit le sang oxygéné venant des poumons par les veines pulmonaires dans l'atrium gauche, et le ventricule gauche le propulse dans l'aorte pour fournir tous les tissus en oxygène et nutriments. Il s'agit de la grande circulation. La pompe droite, dite cœur droit, reçoit le sang désoxygéné par les veines caves crâniale et caudale dans l'atrium droit. Le ventricule droit envoie ensuite ce sang désoxygéné dans

le tronc pulmonaire vers les poumons pour sa réoxygénation. Il s'agit de la petite circulation. Dans chaque pompe, il y a deux valves qui empêchent le sang de refluer : une entre l'atrium et le ventricule, et une entre le ventricule et l'artère correspondante. **(Dyce et al,2010).**

1.2. Les bruits cardiaques

1.2.1. Bruits cardiaques systoliques

Les bruits systoliques comprennent :

- 1er bruit cardiaque (B1)
- Clics

B1 et le 2e bruit du cœur (B2, un bruit cardiaque diastolique) sont les composantes normales du cycle cardiaque, le familier "lub-dub ». **(Site 11).**

Le B1 se produit juste après le début de la systole et est préférentiellement dû à la fermeture mitrale mais peut être également le reflet de la fermeture tricuspide. Il est souvent divisé en deux et est aigu. B1 est fort dans le rétrécissement mitral. **(Site 11).**

Les clics ne se produisent que pendant la systole ; ils se distinguent de B1 et de B2 par leur tonalité plus aiguë et leur durée plus brève. Certains clics se produisent à des moments différents de la systole en fonction des modifications hémodynamiques. Les clics peuvent être isolés ou multiples. **(Site 11).**

1.2.2. Les bruits diastoliques comprennent les suivants :

- 2ème, 3ème et 4ème bruits cardiaques (B2, B3 et B4)
- Chocs diastoliques
- Bruits de la valvule mitrale

Contrairement aux bruits systoliques, les bruits diastoliques ont une tonalité basse ; ils sont d'intensité plus douce et de durée plus longue. À l'exception de B2, ces sons sont habituellement anormaux chez l'adulte, bien qu'un B3 puisse être physiologique jusqu'à 40 ans et pendant une grossesse. **(Site 11).**

B2 est produit en début de diastole et est dû à la fermeture des valvules aortique et pulmonaire. Normalement, la fermeture de la valvule aortique (A2) précède celle de la valvule pulmonaire (P2), à moins que la première ne soit retardée ou la seconde en avance. La fermeture de la valve aortique est tardive en cas de bloc de branche gauche ou de rétrécissement aortique ; la fermeture de la valvule pulmonaire est précoce dans certaines formes de phénomènes de préexcitation. Un retard de fermeture de la valvule pulmonaire peut résulter d'une augmentation du flux sanguin dans le ventricule droit ou dans le bloc de branche droite complet. L'augmentation du débit du ventricule droit dans la communication interauriculaire efface également la variation respiratoire normale de la fermeture des valvules aortique et pulmonaire, produisant un dédoublement fixe de B2. Les shunts gauche-droite à débit du ventricule droit normal ne causent pas de dédoublement fixe. Un bruit B2 unique peut se produire lorsque la valvule aortique est fuyante, sévèrement sténosée ou atrésique (dans le truncus arteriosus [tronc artériel commun] avec valve commune). **(Site 11).**

1.3. Le potentiel d'action cardiaque

Le rythme cardiaque est déclenché par un stimulus électrique, généré par le stimulateur cardiaque, en particulier les cellules de nœud sinusal. L'électricité et la décharge est conduite de cellule à cellule à travers le système de conduction, jusqu'à ce qu'il atteigne le myocarde de travail (cardiomyocytes). **(Claudio b,2023).**

L'activité cardiomyocytaire est déterminée par la transmission de la l'impulsion électrique et la traduction du stimulus électrique en un événement mécanique, responsable de la contraction du myocarde. Lorsque l'impulsion électrique atteint le cardiomyocyte, elle génère une action potentielle, ce qui augmente la concentration intracellulaire d'ions calcium (Ca^{2+}), et active ainsi le mécanisme de contraction, basé sur l'interaction entre les filaments d'actine et de myosine. **(Claudio b,2023).**

Chaque cellule a un potentiel membranaire au repos, qui représente la différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur d'un myocyte. Dans les cellules myocardiques actives (auriculaires et ventriculaires myocytes), le potentiel de repos intracellulaire est d'environ -80 à -90 mV, soit $80-90$ mV inférieur au potentiel du liquide extracellulaire ; la membrane de potentiel de repos est stable et les cellules myocardiques atteignent le seuil potentiel, avec la dépolarisation qui en

résulte, qu'après un déclencheur (un stimulus électrique). (Claudio b,2023).

Cependant, d'autres types de cellules ont un effet instable potentiel membranaire au repos, qui dérive avec le temps vers zéro. Cette particularité permet aux cellules du stimulateur cardiaque (en particulier les cellules du nœud sinusal), qui ont un potentiel membranaire au repos moins négatif (-50 à -60 mV), pour générer leurs propres potentiels d'action (l'automaticité spontanés). Cette capacité à se dépolariser spontanément est due à une expression différente des canaux ioniques (Claudio b,2023).

Le potentiel membranaire au repos est déterminé par gradient de concentration d'ion entre l'espace intracellulaire et extracellulaire et, ce qui est très important, la perméabilité de la membrane de chaque ion. Par conséquent, le gradient de concentration de chaque ion n'est pas déterminé seule la tension du potentiel membranaire, qui est principalement influencée par la perméabilité de la membrane à l'ion lui-même. Si l'on suppose que la membrane n'est perméable qu'à un seul ion sur trois, le potentiel membranaire serait totalement déterminé par le gradient de concentration de cet ion unique. (Claudio b, 2023).

Un potentiel d'action est une inversion brutale du potentiel membranaire d'une valeur négative à une valeur positive ; Il est déclenché par un stimulus d'une cellule voisine (système de conduction ou cellules de myocarde). Le stimulus électrique crée une réduction de la dépression au repos jusqu'à ce que la valeur seuil de potentiel de -60 à -65 mV soit atteinte. (Claudio b, 2023).

Un potentiel d'action est divisé en 5 phases :

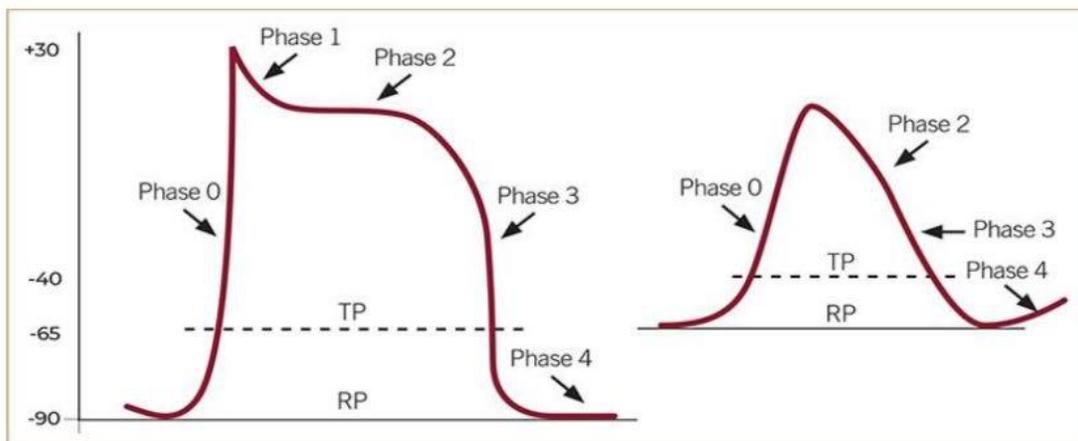


Figure 1: Deux types de potentiels d'action cardiaque sont représentés ici : le potentiel d'action « à

réponse rapide », qui est typique du travail des cellules myocardiques auriculaires, faisceau de His, branches de faisceau, fibres de Purkinje et cellules du myocarde ventriculaire en fonctionnement, et le potentiel d'action « slowresponse », qui est typique du nœud sinusal et cellules de stimulateur cardiaque du nœud auriculo-ventriculaire. Les différences dans les phases et dans les valeurs du potentiel de repos (RP) et du potentiel seuil (TP) entre les deux types de potentiels d'action.

(Claudio b, 2023).

- a. **PHASE 0.** (Dépolarisation rapide). Certains électrolytes auront tendance à pénétrer (Na^+ , Ca^{2+} et Cl^-) et d'autres à sortir (K^+) la cellule pilotée par le gradient de concentration. Une fois que le seuil de potentiel d'action est atteint, une augmentation soudaine de la perméabilité au Na^+ conduit à son entrée dans la cellule, ce qui porte le potentiel membranaire à une positive valeur. (Claudio b, 2023).
- b. **PHASE 1.** (Repolarisation précoce). Au cours de cette phase, l'ouverture de canaux de Cl^- et K^+ permet l'entrée de la Cl^- et la sortie de K^+ ions, en suivant leur gradient de concentration. (Claudio b, 2023).
- c. **PHASE 2.** Au cours de cette phase, le potentiel d'action cardiaque prend une forme de plateau : l'ouverture des canaux Ca^{2+} (canaux lents) implique un apport de Ca^{2+} dans une mesure équilibrée par rapport à la sortie de K^+ , ce qui maintient la tension stable ; Le plateau dure environ 200 à 400 ms et permet au myocyte de se contracter. (Claudio b, 2023).
- d. **PHASE 3.** Au cours de la phase 3, Ca^{2+} courants sont fermés et seule la sortie de K^+ permet une repolarisation avec un potentiel de repos négatif ; contrairement aux canaux Na^+ et Ca^{2+} voltage-dépendants. (Claudio b, 2023).
- a. **PHASE 4.** Au cours de cette phase, les concentrations d'électrolytes intracellulaire et extracellulaire sont restaurées par des pompes ioniques. (Claudio b, 2023).

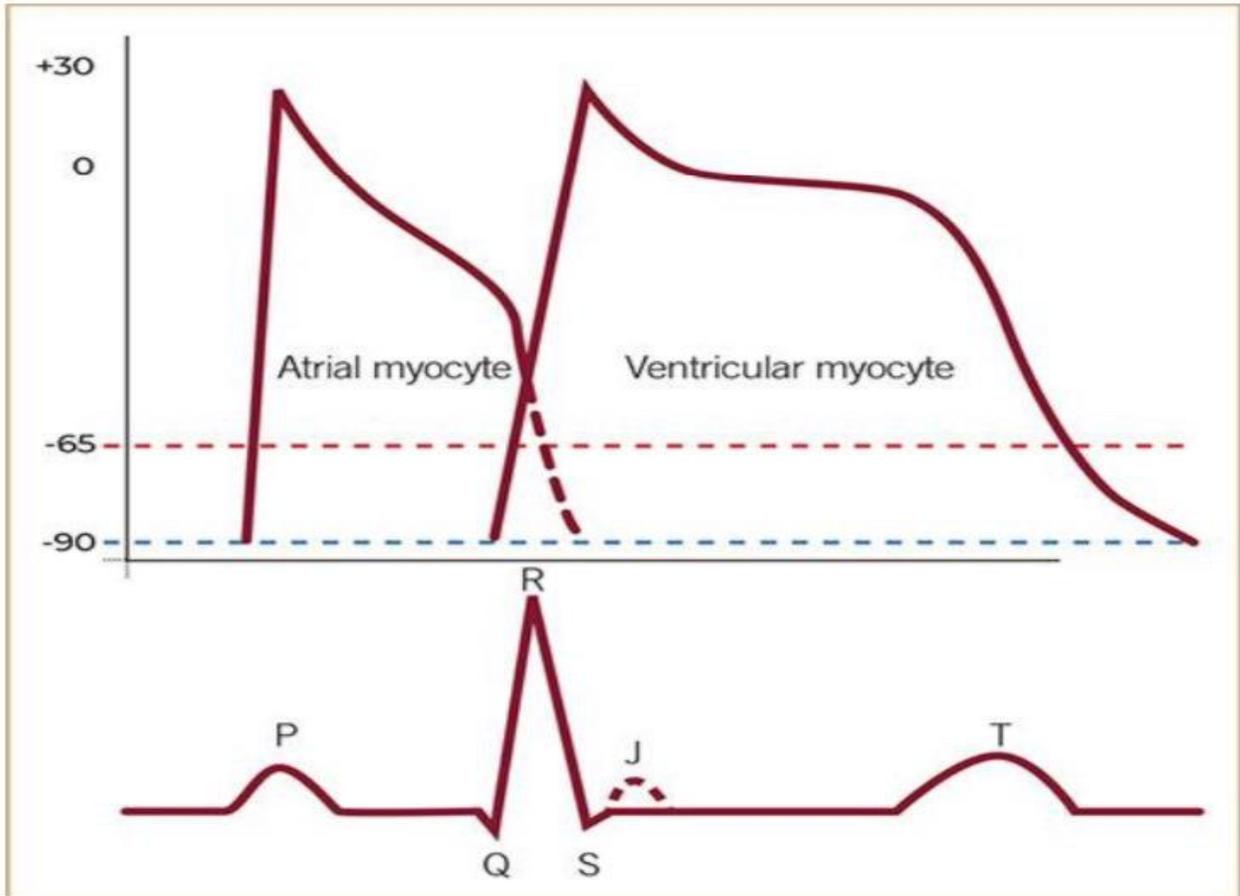


Figure 2 : Phases du potentiel d'action cardiaque « à réponse rapide » et les ondes électrocardiographiques. Ligne pointillée bleue : potentiel de repos ; ligne pointillée rouge : potentiel de seuil. (Claudio b, 2023).

Elle montre les morphologies du potentiel d'action des oreillettes et des myocardiocytes ventriculaires. Le potentiel d'action auriculaire est plus court et présente une morphologie triangulaire, tandis que le potentiel d'action ventriculaire a une forme de pointe et de dôme avec une phase de plateau proéminente. Phase 0 correspond à l'onde P pour les myocytes auriculaires (dépolariation auriculaire) et au complexe QRS pour les myocytes ventriculaires (dépolariation ventriculaire) ; La phase 3 (repolarisation) est représentée sur l'électrocardiogramme par l'onde T (repolarisation ventriculaire) et l'onde Ta (repolarisation auriculaire). Ce dernier n'est pas visible, sauf dans certaines conditions telles que la dissociation auriculo-ventriculaire, parce qu'il est masqué par le complexe QRS. Une onde J peut parfois être vue chez les chiens ; Il représente la repolarisation précoce de la myocytes ventriculaires au cours de la phase 1. Les différents I à

l'expression (expression plus importante dans le sous-épicaarde que dans le sous-endocarde) peut affecter la présence de la phase 1 et donc le potentiel d'action, morphologie et durée. **(Claudio b,2023)**.

La période réfractaire est divisée en une phase absolue (ARP) (du début de la phase 0 au milieu de la phase 3), où aucun type de stimulus ne peut générer un potentiel d'action, et un (RRP), en dessous de -50 mV, où un stimulus fort générer un potentiel d'action. À la fin du prix de vente conseillé, il y a une courte période, appelée période d'excitabilité supranormale (SEP), où l'activation d'un nouveau potentiel d'action pourrait être déclenchée avec un stimulus que celui requis pendant la phase 4 du potentiel d'action. **(Claudio b,2023)**.

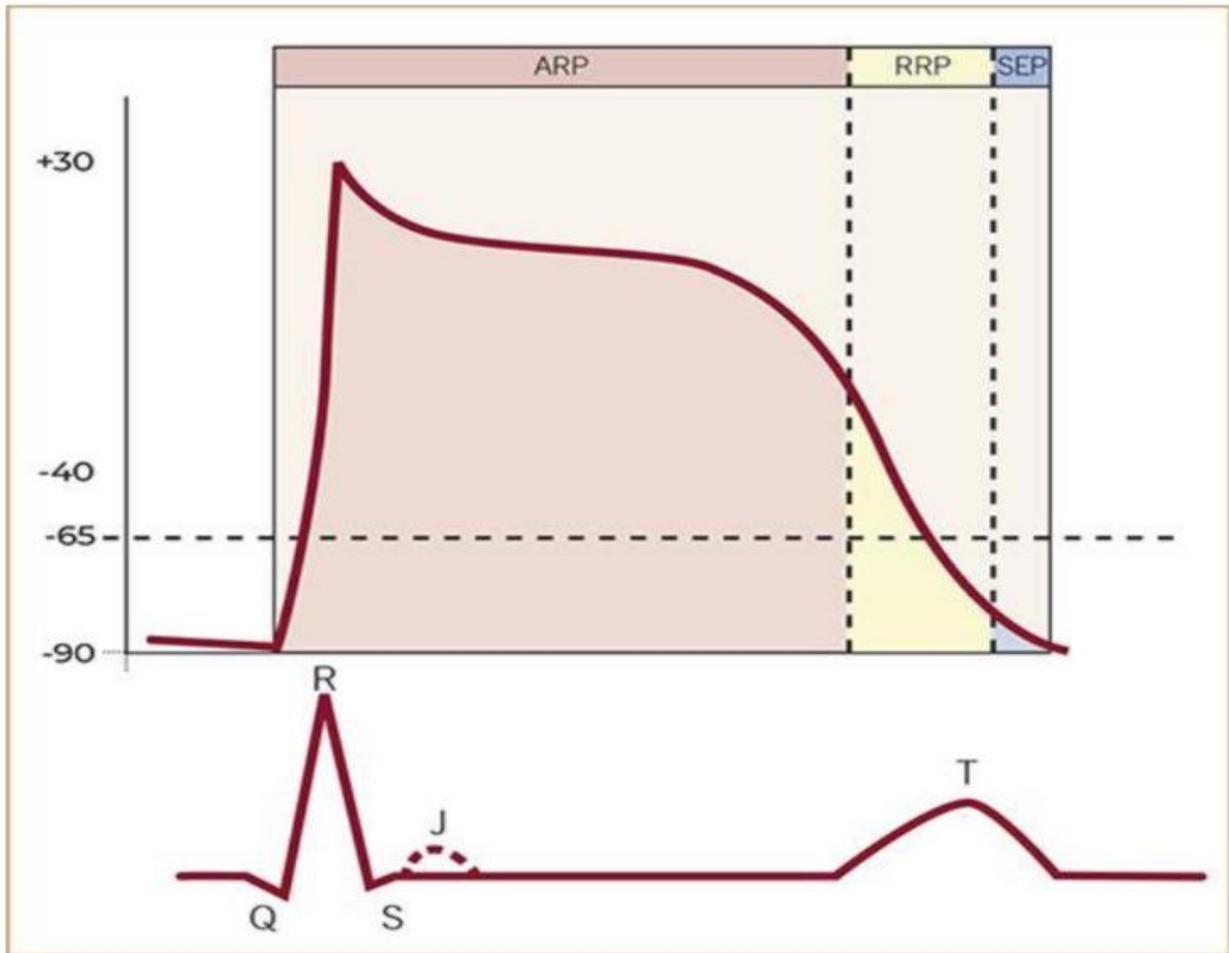


Figure 3 : Périodes réfractaires dans les myocytes ventriculaires. ARP période réfractaire absolue ; RRP, période réfractaire relative ; SEPT, période d'excitabilité supranormale ; ligne pointillée horizontale, seuil potentiel. (Claudio b, 2023).

2. Particularité de fonction cardiaque du chien

Pour que le cœur fonctionne efficacement en tant que « pompe » du système circulatoire, ses contractions doivent être coordonnées, les deux oreillettes se contractant et envoyant le sang dans les deux ventricules, ceux-ci envoyant à leur tour le sang hors du cœur dans l'aorte et l'artère pulmonaire. Par conséquent, la contraction auriculo-ventriculaire doit être coordonnée. Pour que les cellules musculaires cardiaques se contractent, elles doivent d'abord être stimulées électriquement. C'est cette activité électrique qui est détectée sur l'ECG. (Mike m et al, 2009).

Le stimulus électrique commence par dépolariser les deux oreillettes avant de stimuler, après un intervalle de temps adapté, les deux ventricules. Le cœur doit ensuite se repolariser (et se

«remplir») à temps pour recevoir le stimulus suivant et pouvoir se contracter à nouveau. Et cette séquence doit se répéter inlassablement, plus vite lorsque la demande augmente ou au contraire, plus lentement lorsque l'animal est au repos. (Mike m et al, 2009).

2.1. Formation de complexe P-QRS-T normale

Toutes les cellules cardiaques peuvent potentiellement générer leur propre activité électrique, cependant comme le nœud sinusal (sinu-atrial ou sino-auriculaire) est la partie du circuit électrique qui le fait le plus vite, c'est lui qui contrôle la fréquence cardiaque. On considère qu'il est « pacemaker ». La fréquence du nœud sinusal est influencée par les variations du tonus autonome, c'est-à-dire de l'équilibre entre le système sympathique (qui augmente la fréquence) et le système parasympathique (qui la diminue). (Mike met al, 2009).

A chaque cycle cardiaque, la décharge électrique part du nœud sinusal. L'onde de dépolarisation se propage au travers des cellules musculaires de l'oreillette, puis traverse le nœud auriculo-ventriculaire, toutefois relativement plus lentement, ce qui crée un certain retard. L'onde d'excitation traverse ensuite l'anneau fibreux auriculo-ventriculaire (qui sépare l'oreillette du ventricule) en empruntant une voie étroite, le faisceau de His, qui se divise ensuite au niveau du septum interventriculaire en une branche gauche et une branche droite (se dirigeant respectivement vers le ventricule gauche et le ventricule droit). La branche gauche du faisceau se divise ensuite en deux faisceaux, antérieur et postérieur. Ce tissu de conduction se ramifie dans le myocarde en très fines branches appelée fibres de Purkinje. (Mike m et al, 2009).

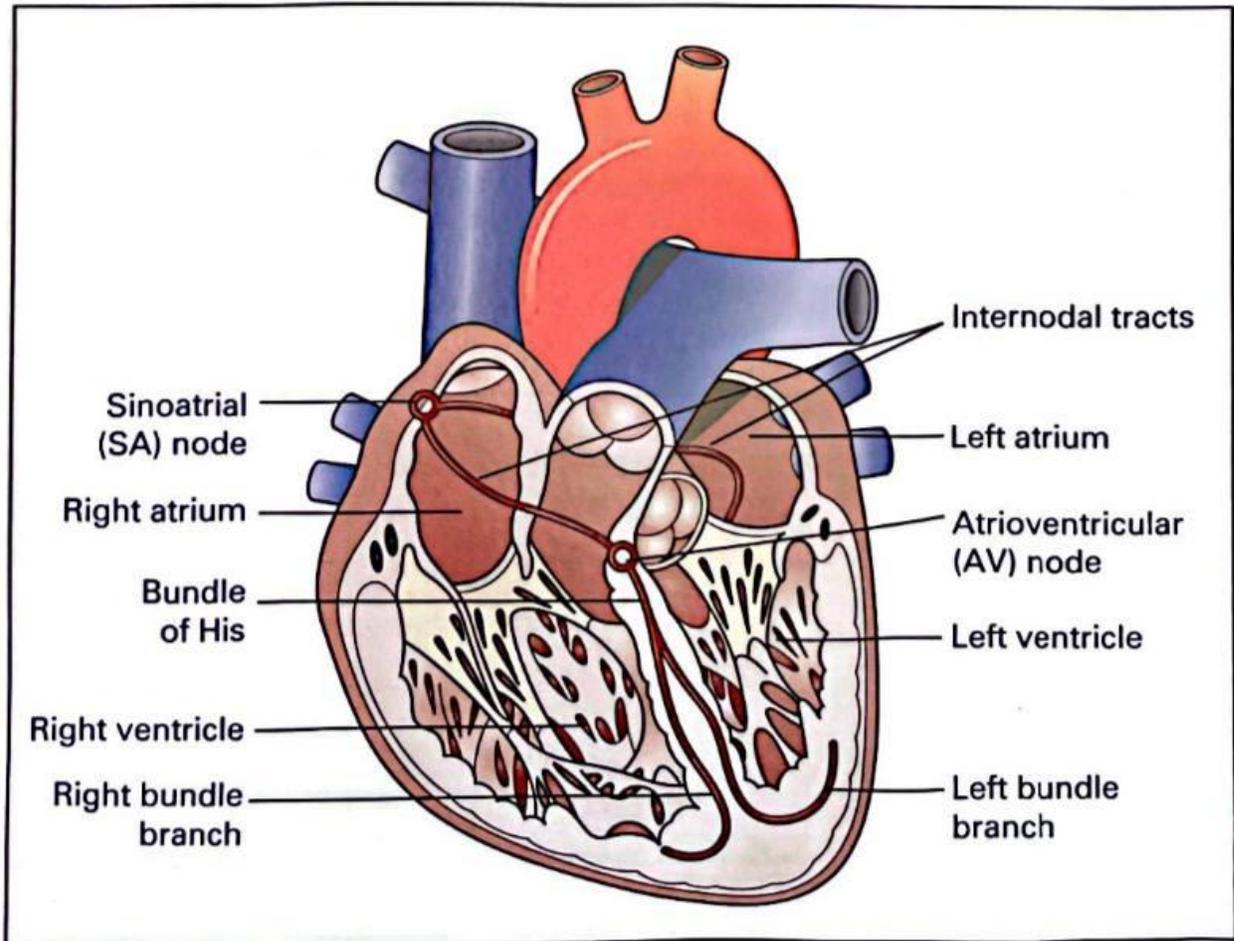


Figure 4 : Schéma de sercuitelectrique du coeur. (Mark O, 2020).

2.1.1. Formation de l'onde P

Le nœud sinusal est donc le point de départ de l'onde de dépolarisation électrique qui se propage de manière concentrique dans l'oreillette (un peu comme les vaguelettes se formant sur l'eau lorsqu'on y lance un caillou). (Mike m et al, 2009).

A mesure que les parties de l'oreillette les plus proches du nœud sinusal se dépolarisent, une différence de potentiel électrique apparaît entre les zones auriculaires dépolarisées et les zones qui ne le sont pas encore (c'est-à-dire se trouvant encore à l'état de repos). (Mike m et al, 2009).

Lorsque l'oreillette est complètement dépolarisée, il n'existe plus de différence de potentiel électrique. Le stylet revient donc à sa position de repos, c'est-à-dire sur la ligne de base. Cette

montée rapide du stilet sur le tracé ECG forme l'onde P, qui représente l'activité électrique de l'oreillette. Comme la masse musculaire de l'oreillette est assez petite, les modifications de l'activité électrique associées à sa dépolarisation le sont également. (Mike m et al, 2009).

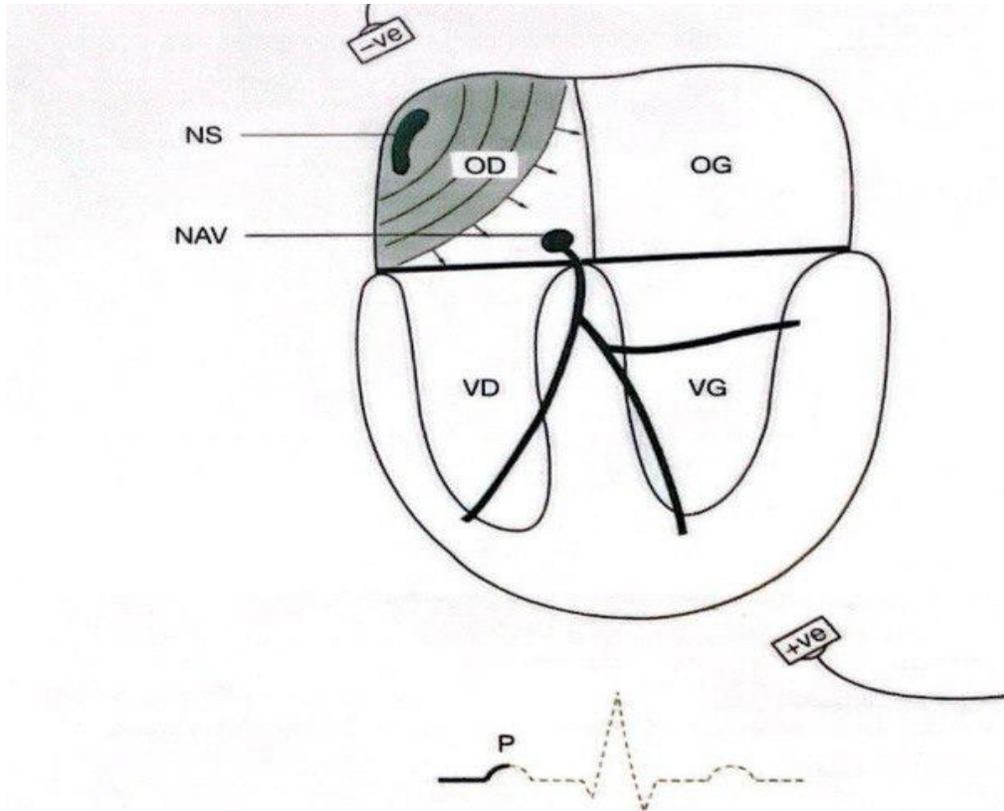


Figure 5 : Illustration de la dépolarisation partielle de l'oreillette et formation de l'onde P. La zone en gris représente les cellules myocardiques dépolarisées ; les flèches représentent la direction de la propagation d'onde de dépolarisation. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche ; NS : nœud sinusal ; NAV : nœud auriculo-ventriculaire. (Mike m et al, 2009).

2.1.2. Intervalle P-R

Pendant la dépolarisation de l'oreillette, l'onde de dépolarisation entraîne également la dépolarisation du nœud auriculoventriculaire. Dans ce nœud, la vitesse de propagation de la dépolarisation électrique est délibérément ralentie de manière à ce que la contraction du ventricule ait bien lieu après la contraction auriculaire. (Mike m et al, 2009).

Une fois que l'onde de dépolarisation a traversé le nœud auriculoventriculaire, elle se propage très rapidement en empruntant des tissus de conduction spécifiques formant le faisceau de His, les branches gauche et droites du faisceau de His et les fibres de Purkinje. (Mike m et al, 2009).

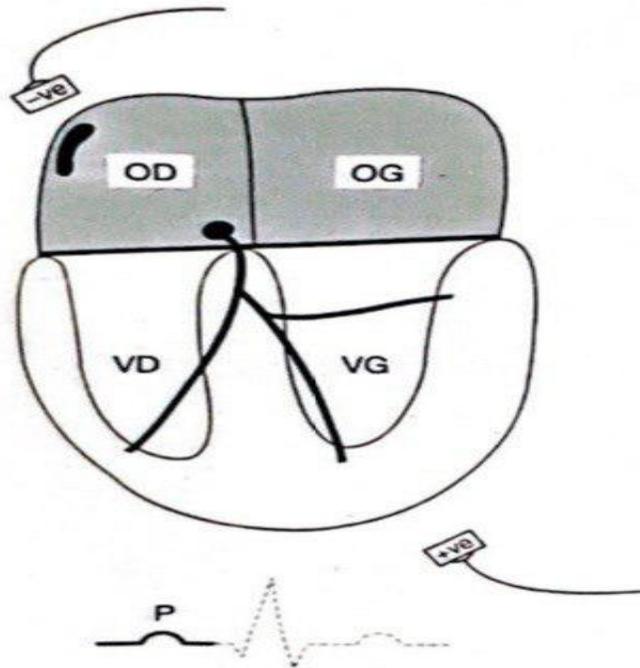


Figure 6 : Schéma de la dépolarisation complète de l'oreillette et formation de l'onde P. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

2.1.3. Formation du complexe QRS (ventriculogramme)

2.1.3.1. L'onde Q

Au départ, la première partie du ventricule qui se dépolarise est le septum interventriculaire, avec une petite onde de dépolarisation qui se propage dans la direction opposée à l'électrode +ve. Cela engendre une petite déflexion vers le bas (ou négative) sur le tracé ECG, appelée onde Q. (Mike m et al, 2009).

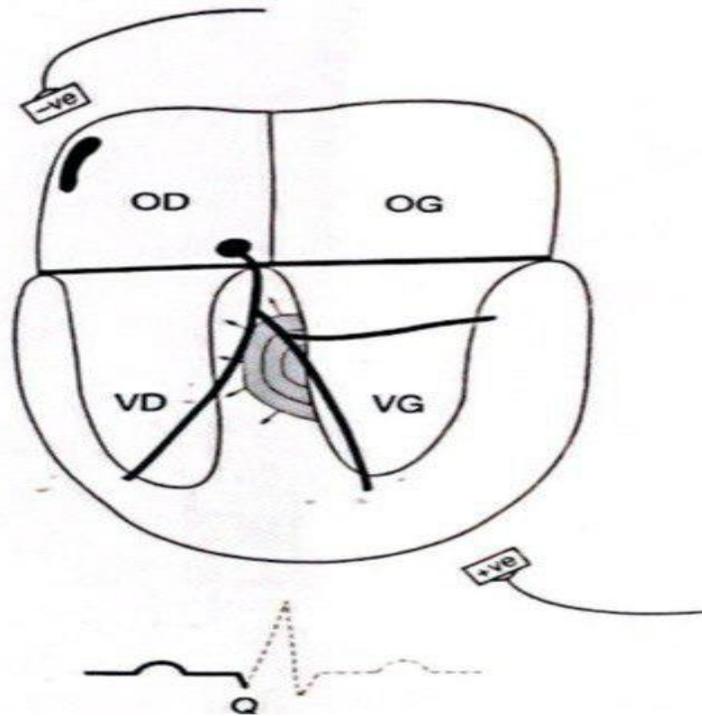


Figure 7 : Schéma de la dépolarisation du septum interventriculaire et formatia de l'onde Q. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG ventricule gauche.(Mike m et al, 2009).

2.1.3.2. L'onde R

Puis la majeure partie du myocarde ventriculaire se dépolarise. Cela engendre une onde de dépolarisation qui se propage en direction de l'électrod +ve. Comme la masse tissulaire est importante, la déflexion généralement obtenue l'est aussi, c'est l'onde R. (Mike m et al, 2009).

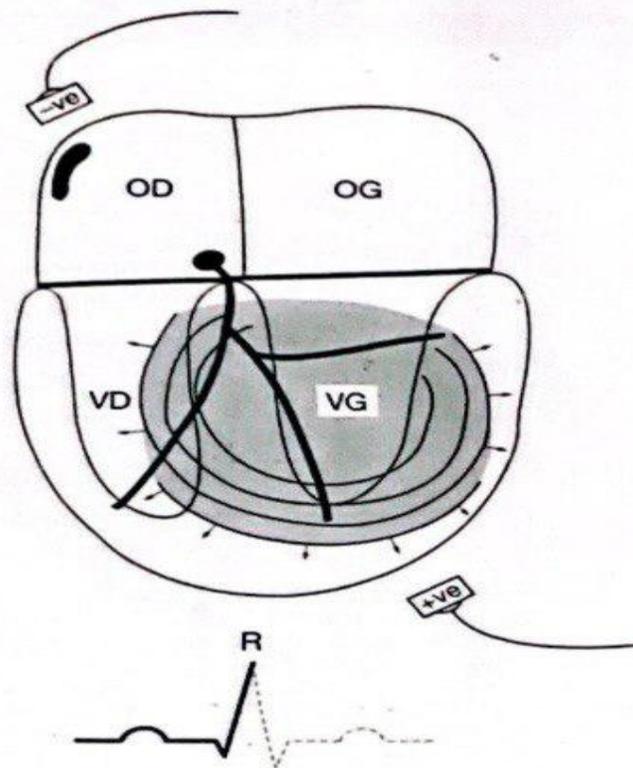


Figure 8: Schéma de la dépolarisation de la majeure partie du myocarde ventriculaire et formation de l'onde R. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

2.1.3.3. L'onde S

Une fois que la plus grande partie du ventricule s'est dépolarisée, les seules parties restantes sont les régions basales. L'onde de dépolarisation engendrée se propage alors dans la direction opposée à l'électrode +ve et n'intéresse qu'une petite masse tissulaire. On obtient donc sur le tracé ECG une petite déflexion négative ou onde S. (Mike m et al, 2009).

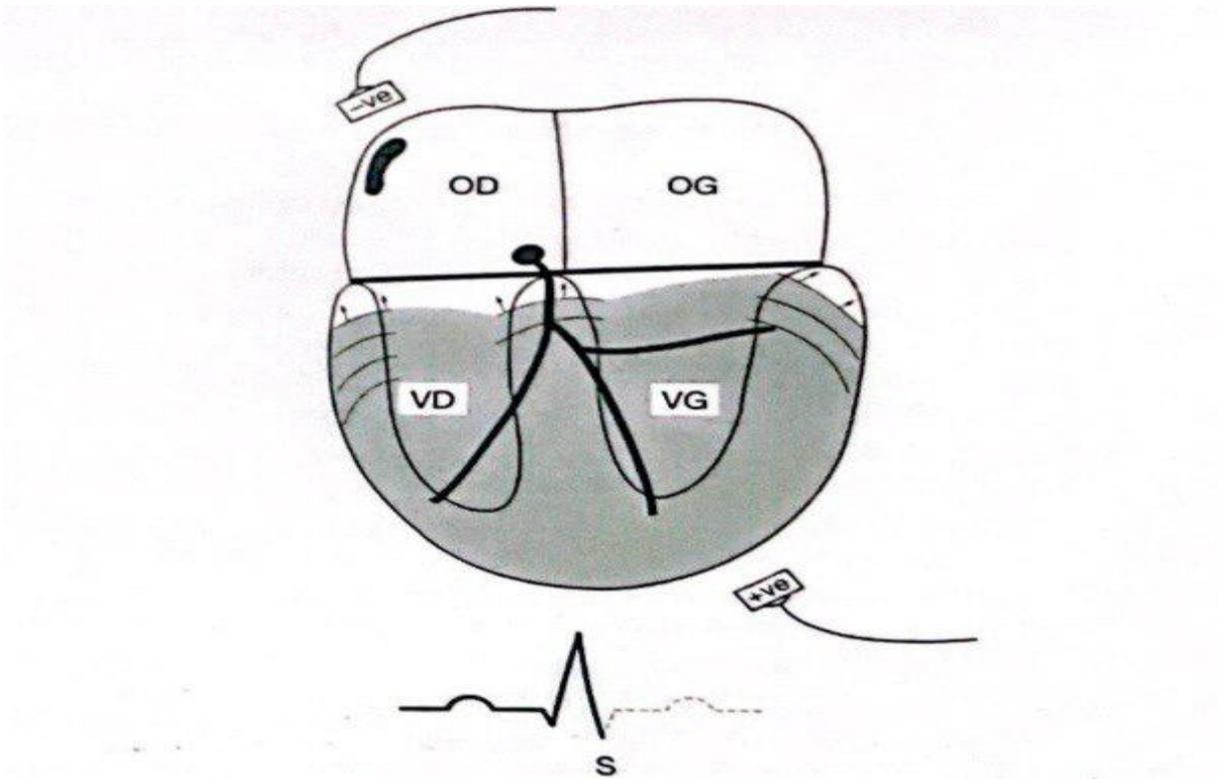


Figure 9: Schéma de la dépoliarisation de la majeure partie du myocarde ventriculaire et formation de l'onde R. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

Même s'il est possible d'identifier les différentes parties du ventriculogramme, il est souvent plus simple de considérer l'onde de dépoliarisation du ventricule dans son ensemble et de parler de complexe QRS. Cela permet d'éviter toute confusion sur la dénomination correcte des différentes parties de ce complexe QRS. (Mike m et al, 2009).

2.1.3.4. Nomenclature du complexe QRS

Les différentes parties du complexe QRS sont strictement et arbitrairement nommées comme suit :

- La première déflexion vers le bas est appelée onde Q, elle précède toujours l'onde R.

- Toute déflexion vers le haut est appelée onde R ; elle peut ou non être précédée d'une onde Q.
- Toute déflexion vers le bas après une onde R est appelée onde S, qu'il existe ou non une onde Q.

On voit bien, d'après ces explications, qu'il est bien plus simple de considérer le complexe QRS comme un tout plutôt que d'essayer de reconnaître chacune de ses parties. **(Mike m et al, 2009).**

2.1.4. L'onde T

Après leur dépolarisation complète (et leur contraction), les ventricules se repolarisent à temps pour le stimulus suivant. Cette phase de repolarisation engendre une différence de potentiel dans le myocarde ventriculaire persistant jusqu'à ce qu'il se soit totalement repolarisé. De ce fait, on obtient une déflexion par rapport à la ligne de base appelée onde T. **(Mike m et al, 2009).**

Chez le chien et le chat, cette onde T est de forme très variable, pouvant être négative, positive ou biphasique (c'est-à-dire, un peu des deux). Cela s'explique parce que, chez les animaux de compagnie, la repolarisation du myocarde est quelque peu aléatoire, contrairement à ce que l'on observe chez l'homme. En effet, chez celui-ci, la repolarisation entraîne toujours une onde T positive. De ce fait, chez les animaux de compagnie, la valeur diagnostique de la présence d'ondes T « anormales » est très limitée, alors que chez l'homme, la présence d'ondes T aux formes anormales représente un élément diagnostique très intéressant. L'onde de repolarisation de l'oreillette (Ta) est rarement reconnaissable lors d'ECG de surface car elle est très petite et souvent cachée à l'intérieur du complexe QRS. **(Mike m et al, 2009).**

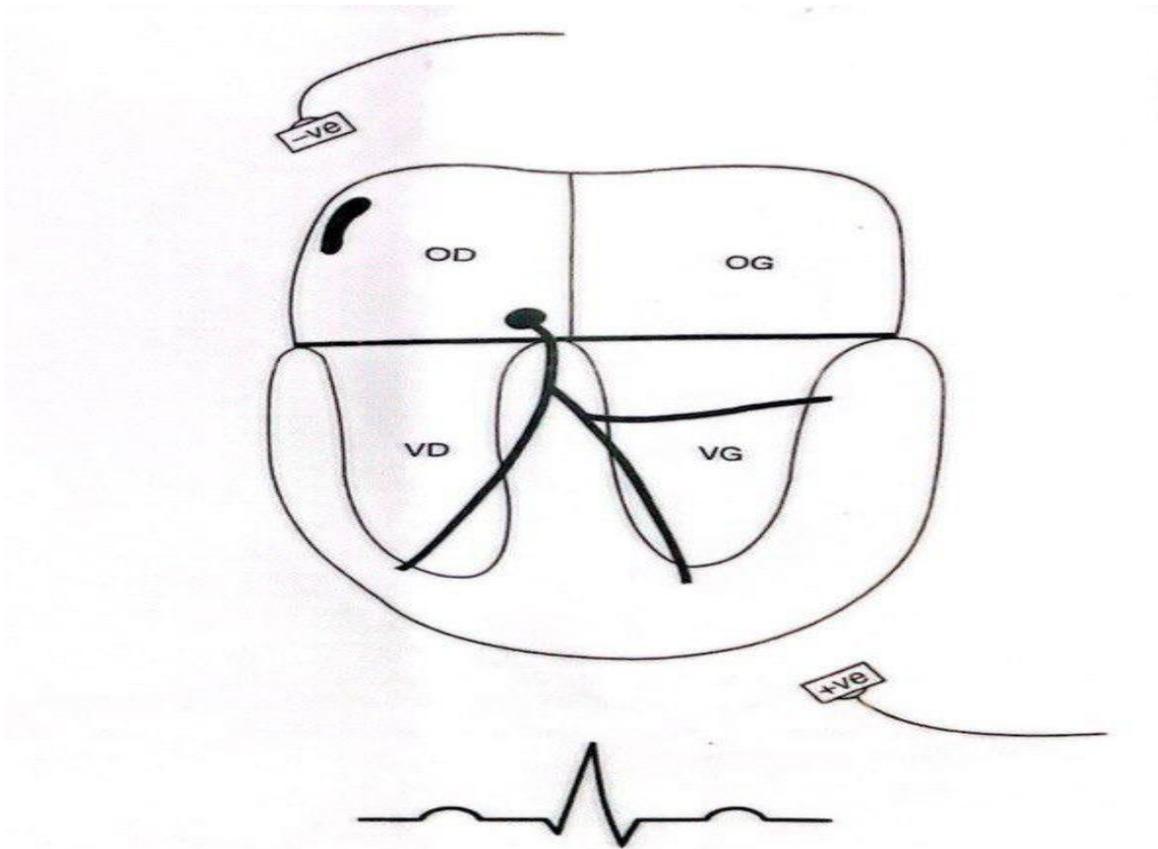


Figure 10 : Schéma de la dépolarisation complète et de la repolarisation des ventricles terminant le complexe P-QRS-T. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

2.2. Les valeurs normales spécifiques chez le chien

Tableau 1: Les valeurs normales chez le chien et le chat. (Anthony B, 2019)

	Fréquence	Morphologie
Chien	<p>Race géante ou grande : 60-140 bpm Race moyenne : 70-160 bpm Race petite ou naine : > 180 bpm</p> <p><i>Attention, une étude à grande échelle réalisée chez le Chien a montré qu'il n'y avait pas de relation entre la taille du chien et la fréquence cardiaque</i></p>	<p>Onde P</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durée < 0,04 s (0,05 s – races géantes) - Amplitude : < 0,4 mV <p>Intervalle P-R : 0,06-0,13 s</p> <p>Complexes QRS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durée : 0,05-0,06 s - Amplitude : < 2,5-3 mV <p>Segment S-T : pas de dépression de plus de 0,2 mV, pas d'élévation de plus de 0,15 mV</p> <p>Onde T</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peut être positive, négative ou biphasique - Ne doit pas être supérieure en amplitude à ¼ de l'amplitude de l'onde R <p>Intervalle Q-T Durée : 0,15-0,25 s</p>
Chat	<p>À la maison : 100-140 bpm En clinique : 160-220 bpm</p> <p><i>Quelle que soit la situation, une tachycardie est définie à partir de 180 bpm chez le Chat</i></p>	<p>Onde P</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durée < 0,04 s - Amplitude : < 0,2 mV <p>Intervalle P-R : 0,05-0,09 s</p> <p>Complexes QRS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durée : < 0,04 s - Amplitude : 0,9 mV <p>Segment S-T : ni dépression ni élévation</p> <p>Onde T</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peut être positive, négative ou biphasique - Amplitude : < 0,3 mV <p>Intervalle Q-T Durée : 0,12-0,18 s</p>

3. Typage de l'arythmie cardiaque chez le chien

Les arythmies cardiaques chez le chien sont classées en 3 groupes distincts :

A• Groupe 1 : forme asymptomatique : extrasystole occasionnelle.

B• Groupe 2 : Forme clinique compensée :

- Faiblesse, intolérance à l'effort, syncope.
- Tachycardie et arythmie possibles.

C• Groupe 3 : Forme associée à un dysfonctionnement systolique gauche ou droit.

- Faiblesse progressive, syncope.
- Toux, Ascite, épanchement pleural.
- Tachycardie, arythmie et souffle apexien gauche possible.

Mort subite même en l'absence de signe clinique. **(Site 10)**

3.1. Le rythme d'origine sinusal

La formation de complexe ECG normal est appelée complexe sinusal. Une suite de battements partant du nœud sinusal forme un rythme sinusal. Il existe quatre rythmes sinusaux fréquents que nous allons maintenant décrire. **(Mike m et al, 2009)**.

3.1.1. Rythme sinusal

Le stimulus, qui part régulièrement, à une fréquence constante, du nœud sinusal (le pacemaker dominant) dépolarise normalement les oreillettes et les ventricules et engendre une contraction auriculo-ventriculaire coordonnée. C'est un rythme normal. **(Mike m et al, 2009)**.

- **Signes cliniques** :

Les bruits cardiaques sont réguliers à l'auscultation (boum-tac) avec une pulsation pour chaque bruit cardiaque et une fréquence cardiaque se trouvant dans l'intervalle normal pour l'âge, la race et

l'espèce. (Mike m et al, 2009).

- **Caractéristiques de l'ECG**

Il existe une onde P normale suivie d'ondes QRS et T normales. Le rythme est régulier (constant) et sa fréquence se trouve dans l'intervalle normal pour l'âge et la race. Chez le chat, il est classique que les complexes ECG soit de petite taille. Il est donc important, chez le chat, d'obtenir un tracé sans artefacts pour identifier clairement les complexes P-QRS-T. (Mike m et al, 2009).

3.1.2. Arythmie sinusale

Le stimulus part bien du nœud sinusal mais sa fréquence varie régulièrement (augmentant puis diminuant). Il s'agit d'un rythme normal et fréquent chez le chien. Il est associé à une augmentation de l'activité parasympathique (tonus vagal) au niveau du nœud sinusal. Comme on observe une variation régulière de la fréquence cardiaque souvent associée à la respiration (elle s'accélère puis se ralentit), on parle d'arythmie sinusale respiratoire. L'arythmie sinusale indique une augmentation du tonus parasympathique, mais également, à l'inverse, une baisse du tonus sympathique. Chez les chiens qui souffrent d'insuffisance cardiaque, l'une des réponses compensatoires est l'augmentation du tonus sympathique, ce qui explique que l'arythmie sinusale normale disparaisse souvent et qu'il se développe une tachycardie sinusale. L'arythmie sinusale est rare chez le chat. Elle s'observe parfois lors de dyspnée. (Mike m et al, 2009).

- **Signes cliniques :**

Le rythme cardiaque varie avec une certaine régularité. Sa fréquence augmente et diminue régulièrement, il existe une pulsation pour chaque battement cardiaque. (Mike m et al, 2009).

- **Caractéristiques de l'ECG**

Présence d'une onde P normale suivie d'ondes QRS-T normales. La fréquence du rythme varie, souvent en fonction de la respiration. (Mike m et al, 2009).

On décrit ce rythme parfois comme « régulièrement irrégulier », c'est-à-dire que sa fréquence varie

de manière assez régulière. La fréquence se trouve dans l'intervalle normal pour l'âge et la race. (Mike m et al, 2009).

3.1.3. Tachycardie sinusale

Le nœud sinusal engendre un influx suivi d'une dépolarisation selon une fréquence plus rapide que la normale. (Mike m et al, 2009).

- **Signes cliniques :**

La fréquence cardiaque est plus rapide que la normale pour l'âge et la race, avec une pulsation pour chaque battement cardiaque (cependant, lorsque la fréquence est très rapide, le pouls peut devenir faible). (Mike m et al, 2009).

- **Caractéristiques de l'ECG**

Il existe un rythme sinusal normal, toutefois plus rapide que la normale. (Mike m et al, 2009).

3.1.4. Bradycardie sinusale

Le nœud sinusal engendre un influx suivi d'une dépolarisation plus lentement que la normale. Il s'agit parfois d'une observation normale chez certaines races canines géantes et chez les chiens sportifs. (Mike m et al, 2009).

- **Signes cliniques :**

La fréquence cardiaque est plus lente que la normale pour l'âge et la race avec une pulsation pour chaque battement cardiaque. (Mike m et al, 2009).

- **Caractéristiques de l'ECG**

Le rythme sinusal est normal, toutefois plus lent que la normale. (Mike m et al, 2009).

4. Principe de fonctionnement de l'ECG

4.1. Qu'est ce qu'un ECG

L'électrocardiographie est la technique de transcription graphique (tracé) de l'activité électrique et rythmique du cœur. Cet examen est non invasif, rapide et simple à mettre en œuvre. **(Marino et al, 2016).**

C'est le processus d'enregistrement de ces changements de différences de potentiel. **(Mike m et al, 2009).**

L'ECG traduit au cours du temps la résultante de l'ensemble des phénomènes électriques survenant conjointement. En effet, le cœur est un ensemble de cellules subissant des dépolarisations et repolarisations qui induisent un champ électrique. Le potentiel de chaque point de ce champ est donc variable en fonction de l'activité électrique d'une partie du cœur. **(Marino et al, 2016).**

Même si on peut placer une électrode positive (+ve) et négative (-ve) presque n'importe où sur (ou dans) le corps pour enregistrer ces modifications de l'activité électrique, une des méthodes la plus simple et la plus souvent utilisée consiste à placer ces électrodes sur les membres de l'animal. On obtient alors un ECG (électrocardiogramme) de surface enregistrant les dérivations des membres. On peut également placer les électrodes sur le thorax (ECG enregistrant les dérivations précordiales, souvent utilisé chez l'homme), ou à l'intérieur de la cavité cardiaque (utilisé lors d'études électrophysiologiques). Cependant, ce livre abordera exclusivement l'enregistrement ECG des dérivations des membres, cette méthode étant la plus employée en médecine vétérinaire. **(Mike m et al, 2009).**

4.2. Généralités

4.2.1. Dérivations d'Einthoven (DI-DII-DIII)

Les dérivations DI, DII et DIII (ou dérivations d'Einthoven, 1917) sont dites bipolaires car elles enregistrent la différence de potentiel électrique entre deux des trois électrodes positionnées sur le poignet gauche, le poignet droit et la jambe gauche. Ces dérivations dites "standards" délimitent le triangle d'Einthoven dans lequel le cœur est situé "schématiquement" au centre d'un triangle

équilatéral, avec $DIII = DII - DI$ et donc $DII - (DI+DIII) = 0$. Elles sont dites semi directes car situées à distance du cœur. **(Site 2)**.

1. DI : dérivation entre le poignet droit et poignet gauche : explore le cœur selon un axe à 0°
2. DII : dérivation entre le poignet droit et la jambe gauche : explore le cœur selon un axe à $+60^\circ$
3. DIII : dérivation entre le poignet gauche et jambe gauche : explore le cœur selon un axe à $+120^\circ$ *

* Il n'y a pas 120° entre le poignet gauche et la jambe gauche. Les trois dérivations sont construites pour obtenir cet angle.**(Site 2)**.

4.2.2. Dérivations de Goldberger VL, VF, VR

Les dérivations VL VF, VR (ou dérivations de Golberger, 1942) sont dites unipolaires, car elles enregistrent la différence de potentiel électrique entre une électrode positive (celle qui donne le nom à la dérivation que l'on explore) et l'autre dite nulle (obtenue par la connexion – ou “averaged inputs” – des deux autres électrodes d'Einthoven). Par exemple, VF est obtenue par la différence d'activité électrique entre l'électrode jambe gauche (Ejg) comme pôle positif et la connexion des électrodes de poignet gauche et droite (Eg et Ed) comme pôle nul et décrit donc l'activité électrique du coeur dans le plan vertical à 90° en fonction du temps. **(Site 2)**

1. aVL : dérivation entre le poignet gauche et la connexion du poignet droit avec la jambe gauche [avec $VL = 1/2 (DI - DIII)$] : explore l'axe du coeur à -30°
2. aVF : dérivation entre la jambe gauche et la connexion des poignets droit et gauche [avec $VF = 1/2 (DII + DIII)$] : explore l'axe du coeur à $+90^\circ$
3. aVR : dérivation entre le poignet droit et la connexion du poignet gauche avec la jambe gauche [avec $VR = -1/2 (DII + DI)$] : explore l'axe du coeur à -150°

Les dérivations de Goldberger sont en fait bipolaires si on considère que le pôle opposé (“Goldberger's central terminal”) n'est pas nul (ce qui est le cas) et augmentées de 50% (aVR, aVL, aVF) telles que $aVL = 3/2 VL$ par suppression de la résistance de 5000 Ohms au niveau de

l'électrode de mesure, résistance mise en place par Wilson pour ses dérivation unipolaires précordiales. **(Site 2)**

Les dérivation de Goldberger sont redondantes avec celles d'Einthoven, c'est à dire qu'elles n'apportent aucune information nouvelle, juste une présentation des courants électriques selon des axes différents de DI, DII, DIII. Autrement dit "tout ce qui est visible en VR, VL, VF est visible sous une autre forme dans les dérivation qui les composent", mais cela facilite, avec l'usage, la reconnaissance des entités pathologiques. **(Site 2)**

La lettre D, pour "dérivation", n'est pas en usage dans les pays anglo-saxons qui les appellent simplement I, II et III. En revanche, la lettre a devant une dérivation unipolaire (aV pour augmented voltage) n'est pas en usage en France où l'on écrit simplement VR, VL, VF ce qui peut faire oublier que les signaux électriques sont amplifiés dans ces dérivation et que certaines informations sont elles aussi amplifiées. **(Site 2)**

D'autres dérivation composées à partir des électrodes des membres peuvent être utiles chez un patient dont l'activité atriale n'est pas clairement visible, parce que les ondes P sont microvoltées et/ou masquées dans les ondes T. **(Site 2)**

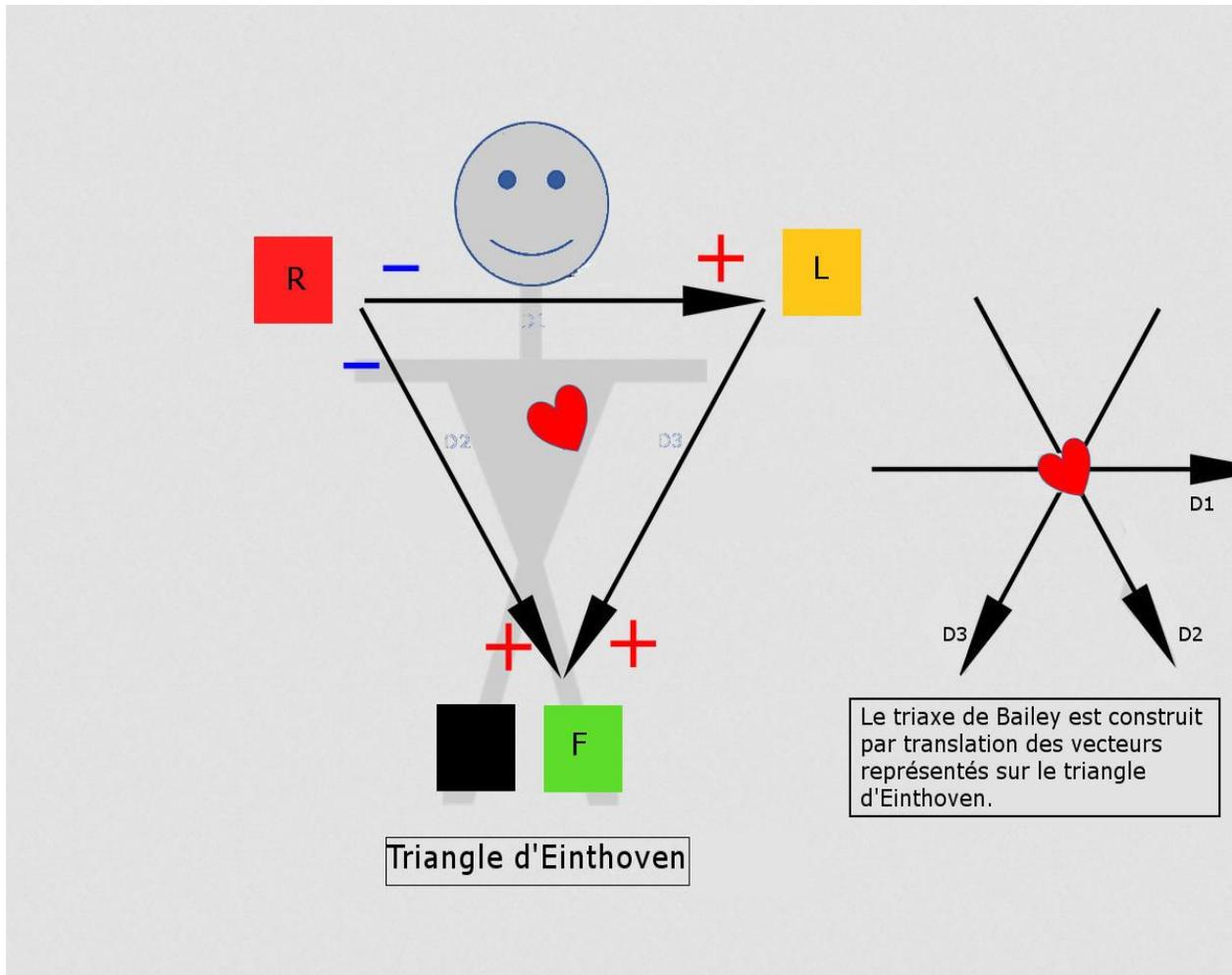


Figure 11: Dérivations d'Einthoven (DI-DII-DIII) et Dérivations de Goldberger VL, VF, VR (site 1).

Des erreurs dans la disposition des électrodes frontales sont fréquentes. Pour les détecter, il faut repérer les ECG qui présentent en rythme sinusal une onde P négative en DI-DII, une dérivation DI ou DII ou DII plate ou un complexe QRS-T complètement négatif en DIII. (Site 2).

Il faut éviter la position thoracique ou abdominale des 4 électrodes des membres. Elles entraînent des modifications notables incompatibles avec une interprétation fiable de l'ECG (en dehors du rythme) (Site 2).

4.2.3. Présentation de Cabrera

Sur un ECG, les dérivations frontales sont classiquement représentées de haut en bas : DI-DII-DIII

et VR-VL-VF (ou de gauche à droite). Ce type de représentation est moins logique que la présentation de Cabrera : VL, DI, -VR, DII, VF puis DIII. **(Site 2)**.

Cette représentation panoramique améliore la quantification spatiale de l'infarctus, facilite les calculs d'axe de QRS et se calque sur la méthode de représentation des dérivations précordiales. Elle est actuellement recommandée par les Sociétés de Cardiologie américaines. **(Site 2)**.

4.3. Chez le chien

4.3.1. Notions plus poussées d'électrocardiographie

4.3.2. Les six dérivations périphériques (ou des membres).

Même si on utilise en général quatre câbles ECG, l'un d'eux est un câble de terre. Chaque câble se termine par une électrode à pince (par exemple pince crocodile). Les trois autres câbles sont des câbles actifs sur lesquels sont branchées les électrodes (+ve) et (-ve). Tous les câbles sont identifiés par des lettres et/ou un code couleur, qui assurent leur mise en place correcte sur chacun des membres (attention, le code couleur européen n'est pas le même que celui des USA). **(Mike m et al 2009)**.

Lorsque les pinces crocodiles sont fixées sur l'animal, le changement de canal sur l'électrocardiogramme permet d'obtenir les différentes dérivations comme on peut le voir sur le (tableau 2). Ce tableau nous montre comment la mise en place de trois câbles reliés aux électrodes permet d'obtenir au total les six dérivations. **(Mike m et al, 2009)**.

Tableau 2: Code couleur des câbles ECG. (Mike m et al, 2009).

Membre	Standard	USA	Marquage fréquent sur les électrocardiogrammes
Avant droit (AD)	Rouge	Blanc	RA (right arm ou avant-bras droit)
Avant gauche (AG)	Jaune	Noir	LA (left arm ou avant-bras gauche)
Arrière gauche (JG)	Vert	Rouge	LL (left leg ou jambe gauche)
Arrière droit (terre) (JD)	Noir	Vert	RL (right leg ou jambe droite)

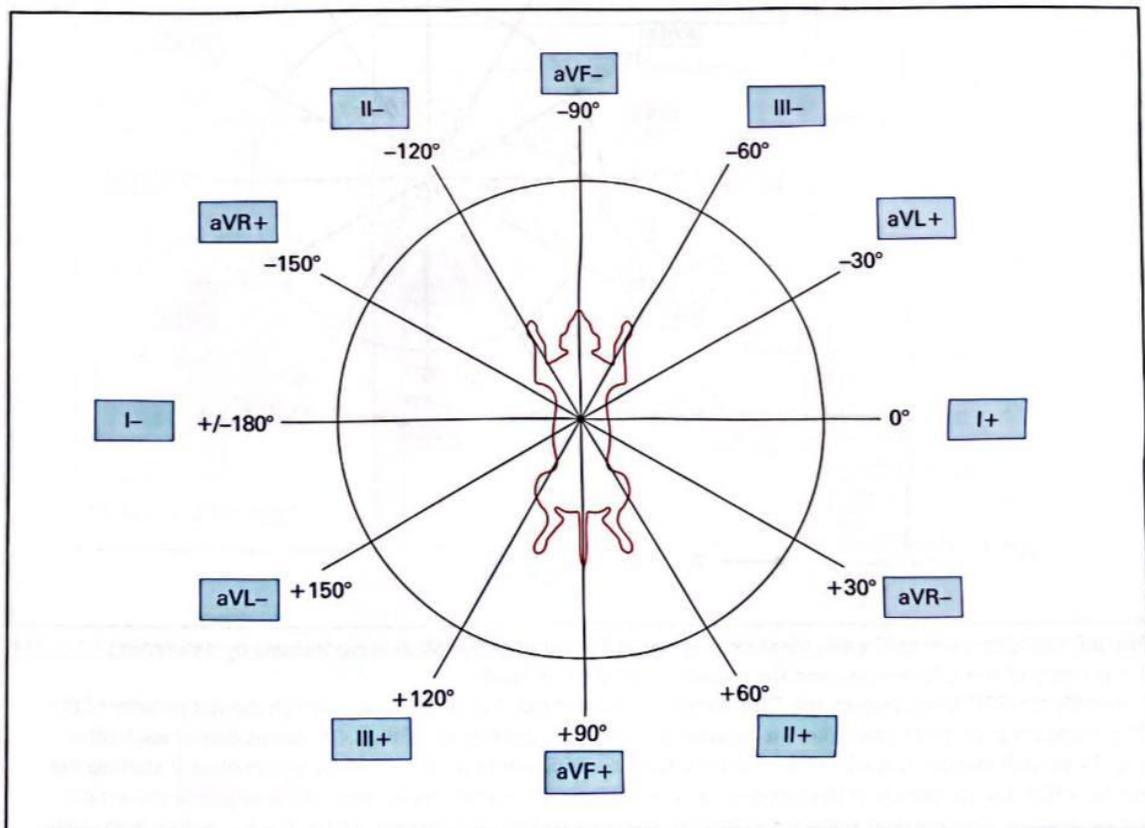


Figure 12: Les six dérivation des membres. (Mark O, 2020).

4.4. Explication de l'axe électrique moyen du QRS

Même si l'onde de dépolarisation se propage dans le cœur en empruntant

Toutes les directions, le complexe QRS représente la direction et l'amplitude moyenne de cette onde de dépolarisation. Si le QRS est positif de manière prédominante (donc dirigé vers le haut), l'onde de dépolarisation se dirige globalement (en moyenne) vers l'électrode positive (+ve). À l'inverse, si le QRS est négatif (vers le bas), l'onde de dépolarisation s'éloigne de l'électrode positive (+ve). Lorsque le complexe QRS est aussi positif que négatif (ou isodiphasique) et généralement aussi de petite taille, l'onde de dépolarisation se propage perpendiculairement à l'électrode positive (+ve). (Mike m et al, 2009).

Les dérivation périphériques « regardent » le cœur selon six directions différentes. La direction et l'amplitude moyennes de l'onde de dépolarisation traversant le ventricule forment ce que l'on appelle l'axe électrique moyen du QRS ou axe cardiaque. Comme on peut le voir sur la (Figure 13), représentant un axe électrique de QRS normal, sur les dérivation D1, D2, D3 et aVE, les QRS sont positifs et sur les dérivation aVR et aVL, les QRS sont négatifs. (Mike m et al, 2009).

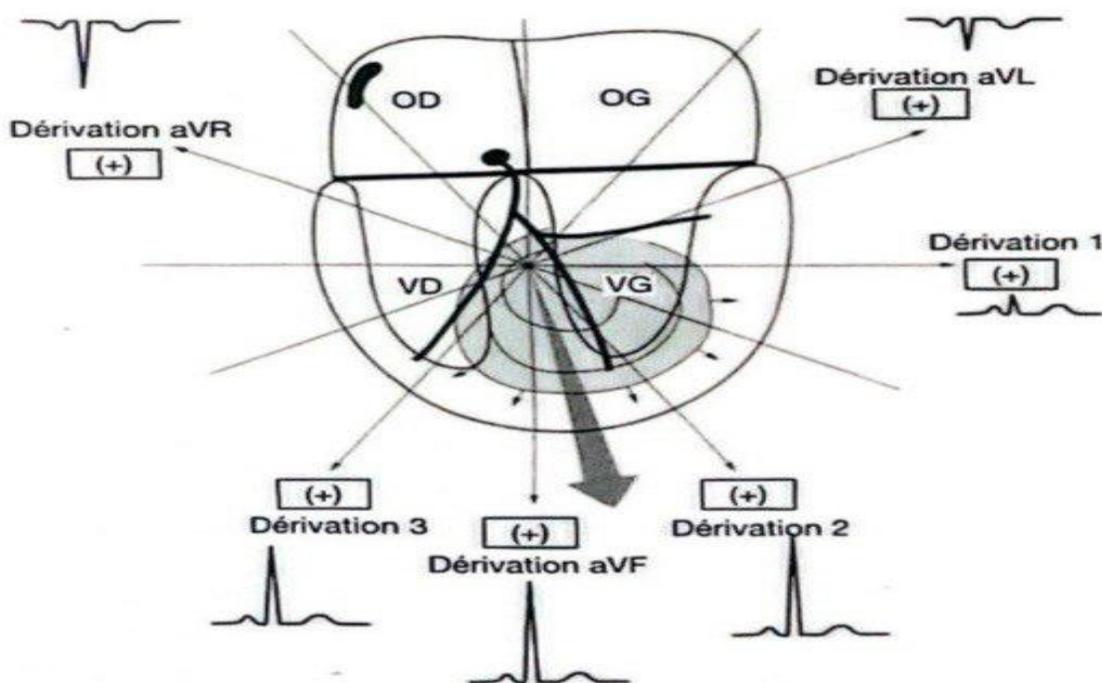


Figure 13 : Axe électrique moyen du QRS normal (grande flèche noire) et son apparence au niveau de chacune des six dérivation. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

4.4.1. Déviation axiale droite

Si le volume du ventricule droit est plus important, comme on peut le voir sur la (Figure 14) (que ce soit par hypertrophie ou dilatation), l'axe électrique se déplace alors vers la droite, parce que l'augmentation de la masse musculaire du côté droit entraîne une différence importante de potentiel électrique pendant la dépolarisation. (Mike m et al, 2009).

On peut voir que les QRS des dérivations D3 et aVR sont de grande taille et positifs. Sur les dérivations D1, D2 et aVL, les complexes QRS sont négatifs. Sur la dérivation à VF, le complexe QRS est isoélectrique. On parle dans ce cas de déviation axiale droite. (Mike m et al, 2009).

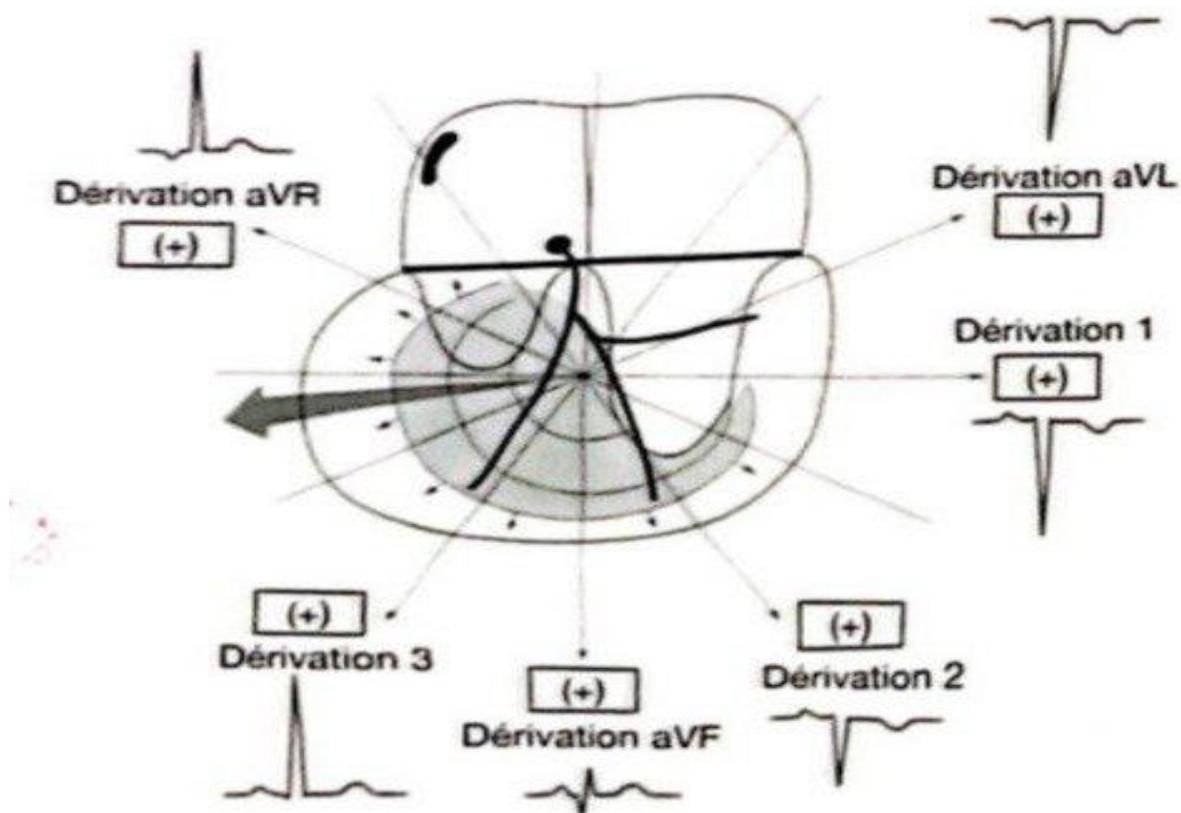


Figure 14: Axe électrique moyen du QRS (grande flèche noire) d'un animal présentant une augmentation de volume du ventricule droit et son apparence au niveau des six dérivations. (Mike m et al, 2009).

4.4.2. Déviation axiale gauche

Si le volume du ventricule gauche augmente (par hypertrophie ou par dilatation), l'axe électrique se déplace alors à gauche, car l'augmentation importante de la masse musculaire engendre une différence importante de potentiel électrique pendant la dépolarisation. (Mike m et al, 2009).

On peut voir par exemple sur la (Figure 15), que les QRS de la dérivation D1 sont plus grands que ceux de la dérivation D2. Les QRS de la dérivation aVL sont également positifs. Sur les dérivations D3 et aVR, ils sont négatifs et sur la dérivation aVF, ils sont isodiphasiques. On parle de déviation axiale gauche. (Mike m et al, 2009).

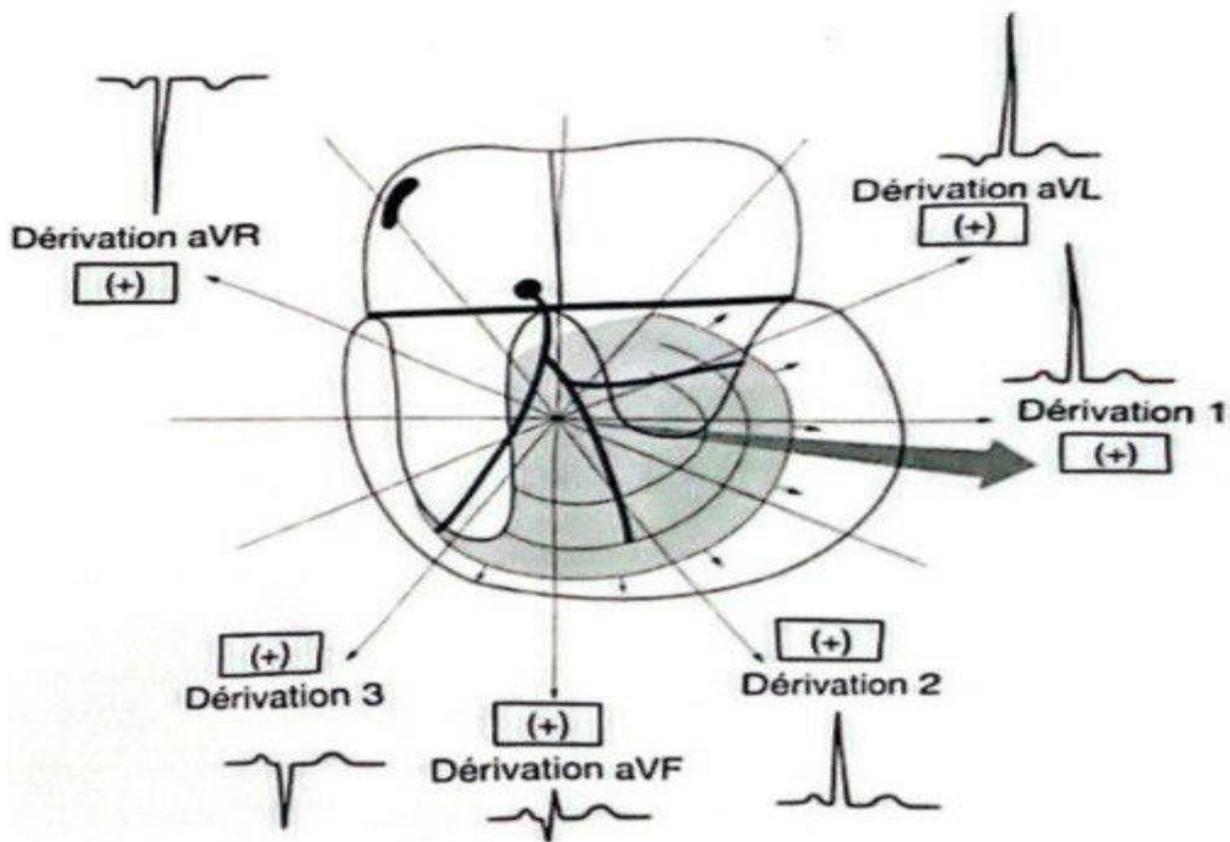


Figure 15: Axe électrique moyen du QRS (grande flèche noire) chez un animal présentant une augmentation de volume ventriculaire gauche et son apparence au niveau des six dérivations.

(Mike m et al, 2009).

4.5. Calculer l'axe moyen du QRS

L'intérêt de ce calcul est assez limité chez les carnivores domestiques, en partie parce que, contrairement à l'homme, le vecteur dans le plan frontal (plan mesuré par les dérivations périphériques) est moins représentatif de la véritable direction du vecteur dans les trois dimensions. L'axe moyen du QRS sert principalement à apprécier une augmentation de volume ventriculaire et à reconnaître la présence d'un trouble de la conduction ventriculaire. **(Mike m et al, 2009).**

Il semble qu'il y ait peu d'intérêt à calculer très précisément l'axe moyer du QRS dans chaque cas. Il suffit généralement d'obtenir une estimatiior grossière pour savoir s'il est situé plutôt à droite ou à gauche. Cependant on comprend mieux l'activité électrique du cœur lorsqu'on a des notions sur son mode de calcul et sur ses variations. **(Mike m et al, 2009).**

4.6. Triangulation

Prenez deux dérivations sur un tracé de bonne qualité, en général les dérivations D1 et D3, et mesurez l'amplitude nette du complexe QRS sur chaque dérivation. En d'autres termes, mesurez l'amplitude des QRS positifs et l'amplitude des QRS négatifs. Soustrayez la valeur la plus faible de l'autre : vous obtenez l'amplitude nette. Placez cette amplitude, à l'échelle, sur les dérivations représentées sur le système hexaxial de Bailey : vous obtenez deux points. Tracez une perpendiculaire passant par chaque point. Ces deux lignes se coupent en un 3° point. Tracez une ligne partant du centre du cercle jusqu'au point d'intersection, vous obtenez la direction de l'axe moyen. **(Mike m et al, 2009).**

En fait, si vous calculez l'amplitude nette des QRS sur chacune des six dérivations et que vous placez les résultats sur le système hexaxial de Bailey, les 6 perpendiculaires passant par ces points devraient toutes se rencontrer approximativement en un même point. **(Mike m et al 2009).**

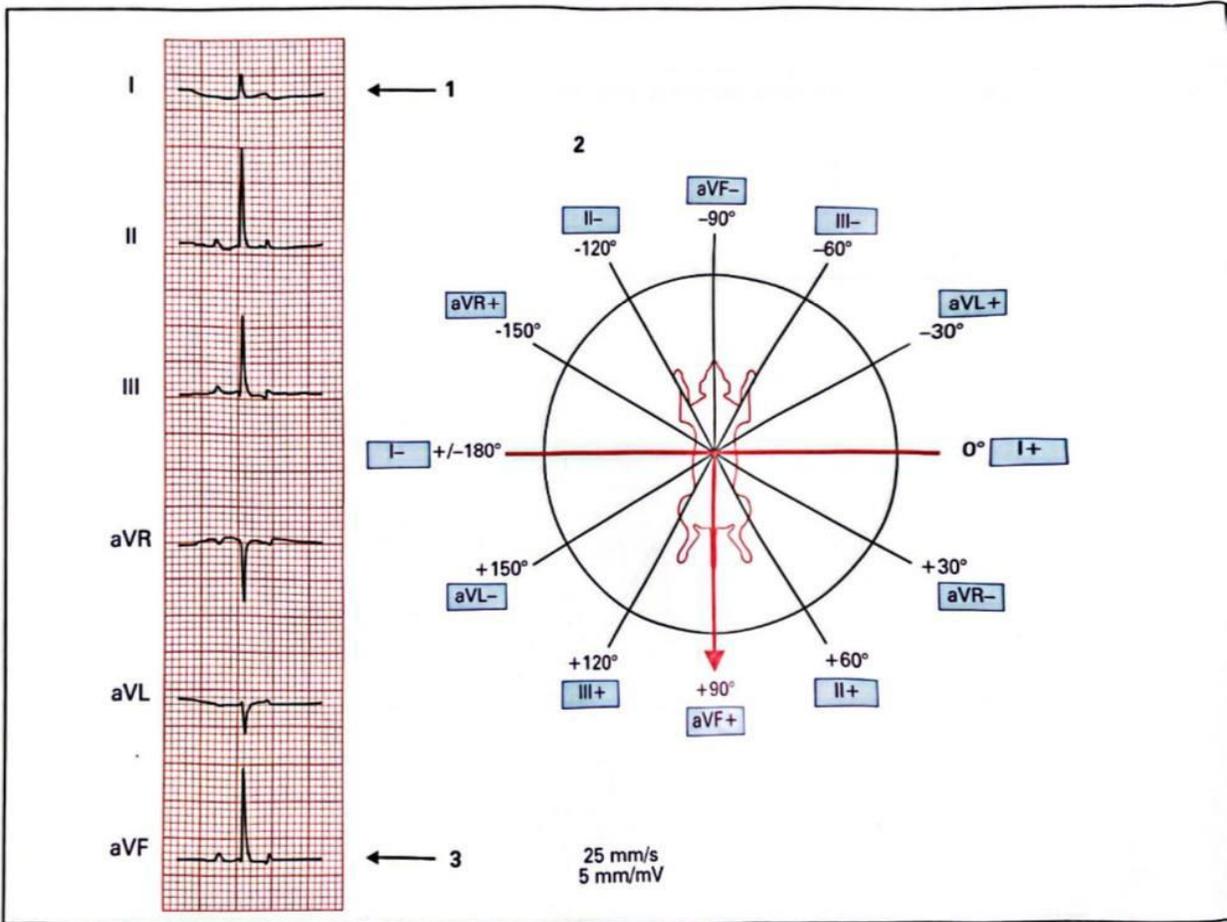


Figure 16: Estimation de l'axe électrique du QRS. (Mark O, 2020).

4.7. Choisir un électrocardiographe

Un électrocardiographe utilisé dans un but diagnostique doit être de préférence un enregistreur plutôt qu'un moniteur. En d'autres termes, le moniteur ECG (utilisé pour surveiller l'anesthésie ou lors de soins intensifs) n'est pas l'idéal pour le diagnostic ECG. Il vaut mieux en avoir deux séparés : un enregistreur pour le diagnostic électrocardiographique et un moniteur pour l'anesthésie. (Mike m et al, 2009).

4.7.1. Qualité

C'est le facteur le plus important pour moi. L'enregistreur doit produire un tracé de bonne qualité à haute résolution de manière à ce que les pixels ne soient pas visibles (aspect en «marche d'escalier»). Les anciens enregistreurs informatisés ont tendance à produire une impression

pixellisée du tracé. Parfois, les enregistreurs ECG qui impriment sur du papier ECG donnent tout de même des tracés pixellisés. La présence de pixels sur le tracé affecte la capacité à reconnaître certaines petites déflexions importantes, en particulier si vous faites la chasse aux ondes P. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.2. Enregistrement en continu

Il est préférable de pouvoir enregistrer un tracé papier en continu sans interruption et en temps réel. Cela n'est pas possible, par exemple, avec les machines et les ordinateurs qui impriment sur des feuilles de papier A4. Il vaut donc mieux avoir un enregistreur ECG pourvu de papier en rouleau ou en liasses pliées en Z. Parfois sur les liasses de papier plié en Z, l'impression des déflexions ne s'effectuent pas correctement au niveau du pli ; cependant les liasses de papier plié en Z sont plus faciles à stocker que les rouleaux de papier. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.3. Facilité d'emploi

L'enregistreur doit être simple et intuitif à utiliser, autrement dit, il n'est pas nécessaire d'avoir un mode d'emploi détaillé pour comprendre son fonctionnement. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.4. Marquage automatique

Il est très important d'acheter une machine permettant le marquage automatique sur le papier du calibre, de la vitesse de déroulement du papier et du niveau de filtrage. C'est également mieux si elle permet le marquage immédiat de tout changement de réglage plutôt qu'un marquage à intervalles fixes. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.5. Mode d'enregistrement : manuel ou automatique ?

Personnellement, je préfère le mode manuel. Sur le mode automatique, l'enregistreur passe sur chaque dérivation et y effectue un enregistrement sur une durée pré-établie ; cependant, ce mode n'est pas une obligation. Si vous utilisez le mode automatique, vous devez savoir comment arrêter l'enregistrement avant de faire l'impression si un câble thoracique s'est détaché ou si le chien bouge et savoir aussi comment effectuer un enregistrement continu du rythme sur la dérivation D2. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.6. Logiciels d'interprétation

Ils ne semblent pas très fiables chez les animaux, principalement parce qu'ils essayent d'interpréter les artéfacts de la ligne basale, en particulier les artéfacts de mouvement. J'ai reçu beaucoup de cas

référés provoqués par une interprétation informatisée prêtant à confusion ou erronée. C'est pourquoi, je serai plutôt d'avis de les éviter à moins qu'ils ne soient mis entre les mains de quelqu'un d'expérimenté (mais, dans ce cas, ces logiciels d'interprétation ne sont plus nécessaires !). **(Mike m et al, 2009).**

4.7.7. Enregistrement ECG : multicanaux ou monoval ?

Les enregistreurs multicanaux permettent l'enregistrement simultané de plusieurs dérivations, en général trois, par exemple les dérivations D1, D2 et D3. Si un membre bouge pendant l'enregistrement, cela ressemble parfois à un foyer ectopique, cependant, sur un enregistrement à trois canaux, une des dérivations n'est en général pas affectée et permet de vérifier que le rythme est normal. **(Mike m et al, 2009).**

La largeur du papier est importante lorsqu'on opte pour un enregistrement multicanaux. Certaines machines impriment trois (parfois quatre) dérivations sur une largeur de papier plutôt limitée, ce qui entraîne le chevauchement des extrémités supérieures et inférieures des complexes QRS. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.8. Réglage de la calibration

Les réglages standards de la vitesse de déroulement du papier sont 25 mm/sec et 50 mm/sec. D'autres vitesses (5 mm/sec, 12,5 mm/sec et 100 mm/sec) sont parfois disponibles et peuvent s'avérer intéressantes. Toutefois, elles ne sont pas essentielles. **(Mike m et al, 2009).**

La sensibilité standard de l'amplitude est de 10 mm/mV. Une sensibilité de 20 mm/mV (soit le double) est intéressante si les complexes sont de petite taille comme chez le chat. Une sensibilité de 5 mm/mV (soit la moitié) est nécessaire lorsque les complexes QRS sont très grands comme chez certains chiens atteints de cardiomégalie. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.9. Centrage du stylet : automatique ou manuel ?

Le centrage du stylet peut s'effectuer manuellement (en général sur les anciens enregistreurs) ou automatiquement. Ces deux méthodes sont précises et le centrage automatique disponible sur les nouvelles machines est généralement efficace, malgré les mouvements de l'animal. **(Mike m et al, 2009).**

4.7.10. Alimentation par batterie interne

C'est un avantage très intéressant et qui s'est standardisé sur la plupart des nouvelles machines. (Mike m et al, 2009).

4.7.11. Écran de monitoring

C'est une option très intéressante sur certaines machines. Il permet de surveiller longtemps le rythme de l'ECG sans avoir à l'imprimer sur du papier (ce qui économise le papier). Les machines ayant une fonction mémoire sont aussi très intéressantes dans ce contexte car elles permettent d'imprimer les arythmies observées sur l'écran pour les conserver ou les envoyer à un spécialiste pour qu'il en fasse l'interprétation. (Mike m et al, 2009).

4.7.12. Choix de papier : thermique ou à encre

Le papier thermique est plus pratique que l'encre car on n'a plus besoin de changer l'encre à des moments difficiles ou si nous sommes très occupés. Le contraste obtenu par le papier thermique qui donne une impression noire (et non pas bleue) est généralement meilleur si l'on souhaite faire des photos de l'enregistrement ou le scanner. Cependant, la conservation de certains de ces papiers thermiques est de courte durée (moins d'1 an) et l'image enregistrée s'estompe peu à peu avec le temps. Donc il faudra surveiller ce problème et tâcher de l'éviter. (Mike m et al, 2009).

4.8. Résumé des caractéristiques à rechercher pour un enregistreur d'ECG

- Tracé à haute résolution sans visualisation des pixels.
- Enregistrement continu en temps réel (pas de feuilles de papier séparées).
- Facilité d'emploi.
- Marquage automatique (et immédiat) de la dérivation, de la vitesse, du calibrage et du filtre.
- Préréglage en mode manuel.
- Éviter les logiciels d'interprétation.
- Enregistreur multicanaux (3 dérivations) avec une largeur de papier supérieure à 8 cm (et pas de répétition de la bande d'enregistrement prolongé du rythme de la dérivation D2).
- Les dérivations thoraciques précordiales ne sont pas nécessaires.
- Réglage du calibrage : préréglage sur 25 mm/sec, 10 mm/mV et sans filtre.
- Alimentation sur batterie interne (peut fonctionner sans secteur).

- Fiches bananes fournies pouvant s'adapter sur les pinces crocodiles et les électrodes plates périphériques pédiatriques.
- Écran de monitoring (peut être utile).
- Enregistrement sur papier thermique. (Mike m et al, 2009).

5. Technique de mise en place d'un ECG chez l'animal

5.1. Les cables de connexion (électrodes)

- Pour connecter le câble ECG à la peau de l'animal, il faut un connecteur appelé électrode. Comme la peau de l'animal est recouverte de poils, les électrodes collantes autoadhésives que l'on utilise habituellement chez l'homme ne sont pas pratiques à utiliser tous les jours chez l'animal. En effet, les utiliser nous oblige à tondre les poils pour obtenir une zone glabre circulaire avant d'y appliquer l'électrode, qui en général ne colle pas sur la peau de notre animal ! Il faut donc la maintenir en place par un bandage entourant le membre et l'électrode. (Mike m et al, 2009).



Figure 17:Présentaion de diverses électrodes autoadhésives utilisées chez l'homme. (Site 3)

- Il existe des électrodes périphériques plates pédiatriques ayant la forme de petites plaques

métalliques, qui peuvent être utilisées à la place des pinces crocodiles. Cependant, elles doivent être maintenues sur les membres à l'aide de sparadrap d'une bande ou de Velcro. L'électrode la plus utilisée pour relier les câbles ECG à la peau de l'animal est la pince crocodile. Même si elle permet une excellente connexion électrique, certains animaux peu stoïques présentent une réaction de douleur au pincement de la peau. Pour réduire cette sensation de douleur, on peut limer les dents de la pince crocodile ou recourber les mors vers l'extérieur (jusqu'à ce qu'ils deviennent atraumatiques mais restent encore en place). Vous pouvez aussi souder une petite plaque de conduction à l'extrémité des dents. (Mike m et al 2009).



Figure 18 : Electrode périphérique plate pédiatrique utilisée chez l'homme (Site 4).



Figure 19 : Pincés crocodile souvent utilisées chez l'animal. Les dents ont été limées sur celle du milieu et celle du bas a en plus été recourbée vers l'extérieur. Ce sont des méthodes permettant d'atténuer la douleur lors du pincement de la peau avec ce type d'électrode. **(Site 5).**

5.2. Permettre la connexion

- C'est la partie essentielle lors de l'enregistrement de l'ECG car elle permet d'obtenir un tracé de bonne qualité. Comme on utilise principalement des pincés crocodile comme électrodes, nous nous sommes intéressés dans le paragraphe suivant à ce type d'électrode. Cependant, si vous décidez d'en utiliser d'autres, adaptez le paragraphe en fonction. **(Mike m et al, 2009).**
- **À l'aide d'alcool**

Si on utilise des pincés crocodiles, il suffit souvent de pincer un pli de peau d'une main entre le pouce et l'index (en roulant la peau jusqu'à arriver au bord si l'animal est très poilu) et, de l'autre, d'ouvrir les mors de la pince crocodile au maximum, d'écarté les poils et de pincer la peau (Figure 20). Pour que la conduction entre la peau et la pince crocodile soit bonne, il faut

ajouter un milieu conducteur. L'alcool est souvent bien adapté. Humidifier la pince crocodile et les poils jusqu'à la peau en arrosant juste assez avec un peu d'alcool (**Mike m et al 2009**).

Le problème avec l'alcool, c'est qu'il s'évapore au bout de 5 à 10 minutes. Cette méthode n'est donc pas adaptée si l'enregistrement ECG dure plus longtemps (par exemple, lors d'une surveillance anesthésique). De plus, si l'alcool ne permet pas d'obtenir un tracé de bonne qualité sans artéfact, vous devez envisager une autre méthode (**Mike m et al 2009**).

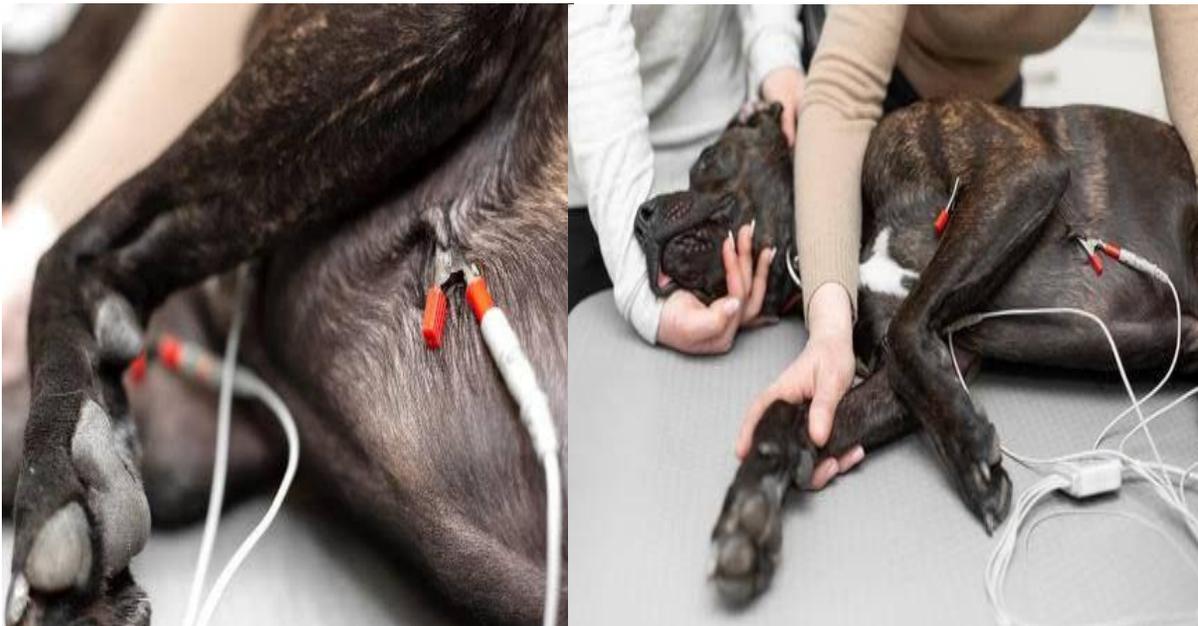


Figure 20 : Mise en place d'une pince crocodile sur la peau d'un chien (angle de flexion du jarret dans ce cas). Pincer un bon morceau de peau, placer la pince crocodile avec ses mors totalement ouverts sur la peau le plus loin possible de telle sorte qu'elle pince un bon morceau de peau et permette ainsi un bon contact pince/peau. (**Site 6**).

- **Aaide d'un gel**

Raser la peau à l'endroit où vous devez placer la pince crocodile. La première méthode consiste à mettre un peu de gel sur la peau (les gels pour ECG sont l'idéal, mais vous pouvez utiliser aussi un gel pour échographie ou un gel lubrifiant, plus économiques) avant de fixer la pince crocodile comme nous l'avons vu précédemment. Vous pouvez aussi fixer la pince crocodile puis mettre du gel sur la pince et tout autour sur la peau. Cette deuxième méthode

est souvent plus simple car vos doigts ne sont pas trop glissants pour ouvrir la pince crocodile ensuite ! (Mike m et al, 2009).

5.3. Positionnement des électrodes

- Chez chaque animal, vous devez pincer la peau des membres à divers endroits pour rechercher les zones de préférences peu velues et trouver le meilleur site. (Mike m et al, 2009).
- **Membres antérieurs**

Selon l'expérience de l'auteur, l'angle de flexion du coude est un endroit pratique mais on peut aussi choisir de la placer juste en arrière ou au-dessus du coude. Toutefois, ces deux dernières localisations sont plus proches du thorax et les mouvements respiratoires peuvent entraîner un mouvement du câble et de la pince crocodile, brouillant le tracé par des artéfacts de mouvement. On peut aussi placer les pinces à mi-chemin entre le coude et le carpe, sur la face palmaire du membre. (Mike m et al, 2009).



Figure 21 : La peau située au niveau du creux du coude est un endroit bien adapté pour fixer la pince crocodile sur le membre antérieur. (Site 3)

- **Membresposterieus**

Selon l'expérience de l'auteur, l'angle de flexion du jarret (ou parfois juste au-dessus) est un site intéressant (Figure 22). On peut aussi placer les pinces au-dessus ou au-dessous du genou, sur la face dorsale du membre. (Mike m et al, 2009).



Figure 22 : La peau située dans le creux du jarret est un endroit bien adapté pour fixer la pince crocodile sur le membre postérieur. (Site 7)

- **Si vous utiliser des electrodesautoadhésives**

Les électrodes autoadhésives doivent généralement être maintenues en place par une bande. Pour cela, vous tondrez une zone arrondie au-dessus du carpe pour les membres antérieurs et au-dessous ou au-dessus du jarret pour les membres postérieurs (Figure 23). (Mike m et al, 2009).



Figure 23 : Fixation d'une électrode autoadhésive sur le membre du chien à l'aide d'un sparadrap pour la maintenir en place. **(Site 8).**

5.4. Isolement des électrodes

Une fois que toutes les électrodes sont fixées, il est essentiel de s'assurer que chaque électrode, ainsi que la peau sur laquelle elle est fixée et le milieu de conduction (l'alcool ou le gel) ne touchent pas d'autres parties de l'animal, la personne qui effectue la contention ou la table. Cela pourrait provoquer un court-circuit électrique et introduire des artefacts sur le tracé ECG. **(Mike m et al, 2009).**

5.5. Positionnement des câbles ECG

En plus des points que nous avons déjà abordés, évitez de placer les pinces crocodiles de manière à ce que le câble passe sur l'animal, ce qui entraînerait des artefacts liés aux mouvements respiratoires (que nous avons vu précédemment). Les câbles pourraient aussi se tordre, ce qui entraînerait la torsion de la pince crocodile puis de la peau. Les animaux, même les plus stoïques, ne sont pas disposés à l'accepter. Lorsque vous appliquez la pince crocodile, placez le câble ECG de manière à ce qu'il s'éloigne de l'animal (Figure 24) et repose sur la table (ou le sol). **(Mike m et al, 2009).**



Figure 24 : Un chien pendant l'enregistrement ECG utilisant des pinces crocodile. (Site 9)

5.5.1. Positionnement de l'animal

Pour réduire au maximum l'activité électrique des muscles squelettiques. L'animal doit être détendu et au repos. Si l'animal tremble, se secoue, halète ou ronronne, ces diverses activités se manifesteront sur l'ECG et entraîneront des artéfacts sur la ligne de base. Ceux-ci peuvent masquer certains petits complexes comme les ondes P, en particulier chez le chat, ou mimer une activité ECG. De ce fait, sur un ECG de bonne qualité, les mouvements doivent être minimes et la ligne de base doit être bien stable entre chaque complexe ECG. (Mike m et al, 2009).

Si le positionnement optimal fait courir un risque à l'animal et ne peut être toléré (l'animal se trouvant, par exemple, en détresse respiratoire), il vaut mieux enregistrer l'ECG dans la position que vous pourrez obtenir, quelle qu'elle soit. (Mike m et al, 2009).

Placez le chien de préférence en décubitus latéral droit (Figure 24). Chez beaucoup de chiens, cette position allongée réduit l'activité électrique des muscles squelettiques. De plus, les valeurs normales électrocardiographiques ont été déterminées pour les chiens placés dans cette position. S'il n'est pas essentiel de mesurer avec précision les amplitudes des complexes, par exemple si vous cherchez surtout à examiner une arythmie, vous pouvez enregistrer l'ECG sur le chien couché, assis ou même debout du moment que vous obtenez un tracé de bonne qualité avec des artéfacts de

mouvement minimes de la ligne de base. (Mike m et al, 2009).

5.5.2. Contention chimique

Tous les sédatifs et les tranquillisants ont des effets plus ou moins importants sur le cœur et/ou le tonus autonome. Les médicaments peuvent donc modifier la fréquence et le rythme cardiaques directement ou en agissant sur le tonus autonome. Ainsi, si vous effectuez l'ECG pour déterminer le type d'arythmie que vous avez entendu à l'auscultation, il est possible qu'elle se modifie si vous placez l'animal sous contention chimique. Dans l'absolu, il vaut donc mieux éviter toute forme de contention chimique avant l'enregistrement d'un ECG. Cependant, si vous ne pouvez l'éviter, basez-vous sur l'examen clinique pour déterminer la fréquence et le rythme cardiaques avant et après l'administration du médicament et prenez en compte les différences décelées pour interpréter le tracé ECG. (Mike m et al, 2009).

5.6. Reglages et preparation de la machine

Ils varient légèrement selon les électrocardiographes et vous serez peut-être conduits à faire quelques ajustements par rapport aux lignes directrices suivantes (basées sur un électrocardiogramme standard). (Mike m et al, 2009).

- **Vitesse de déroulement de papier**

Choisissez la vitesse de déroulement papier. Vous pouvez avoir trois options : 25 ou 50 mm/sec en général (Figure 25) et parfois 100 mm/sec. Le choix de la vitesse de déroulement du papier dépend en partie de la fréquence cardiaque de l'animal. Voici quelques indications : si le chien a une fréquence cardiaque normale, réglez la vitesse sur 25 mm/sec, mais si sa fréquence cardiaque est plus rapide, réglez la vitesse de déroulement du papier sur 50 mm/sec (de manière générale, c'est aussi cette vitesse qui sera choisie chez le chat). Si l'électrocardiogramme est relié à une imprimante informatisée qui engendre une certaine distorsion du tracé (c'est-à-dire des « escaliers » liés aux pixels), il vaut mieux mesurer les durées du complexe ECG à la vitesse de 100 mm/sec. (Mike m et al, 2009).



Figure 25 : ECG montrant l'effet de la vitesse du papier. (Mike m et al, 2009).

- **Calibrage**

La machine est généralement réglée sur 1 cm/mV. Cependant, si les complexes sont très petits, vous pouvez passer à 2 cm/mV ou si les complexes sont très grands, descendre à 0,5 cm/mV. Vous devez marquer le calibrage sur le papier de l'ECG en faisant rapidement passer le papier et en appuyant sur le bouton marqué 1 mV (Figure 26) existant sur la plupart des électrocardiographes. (Mike m et al, 2009).

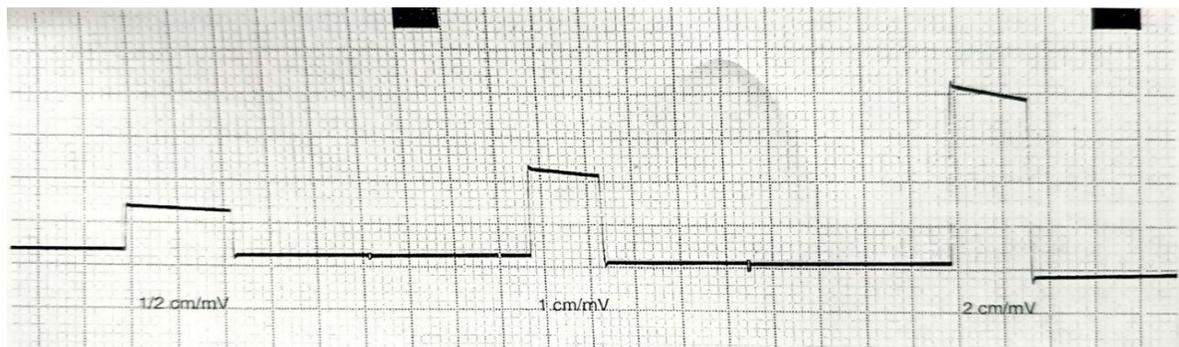


Figure 26 : ECG montrant trois marques de calibration pour 1 mV à différents réglages de sensibilité : 0,5, 1 et 2 cm/mV. (Mike m et al, 2009).

- **Reglage des filtres**

Dans l'absolu, si les connexions sont bonnes, on peut en général laisser le réglage du filtre sur la position « off », c'est-à-dire sans filtrage. De plus, les mesures des amplitudes doivent toujours s'effectuer sur un tracé sans filtre car l'effet modérateur du filtre réduit systématiquement plus

ou moins l'amplitude des complexes. Si l'examen porte principalement sur la détermination d'une arythmie et que l'artéfact de la ligne de base ne peut être évité, le filtre permet de réduire cet artéfact et facilite la lecture du tracé ECG. (Mike m et al, 2009).

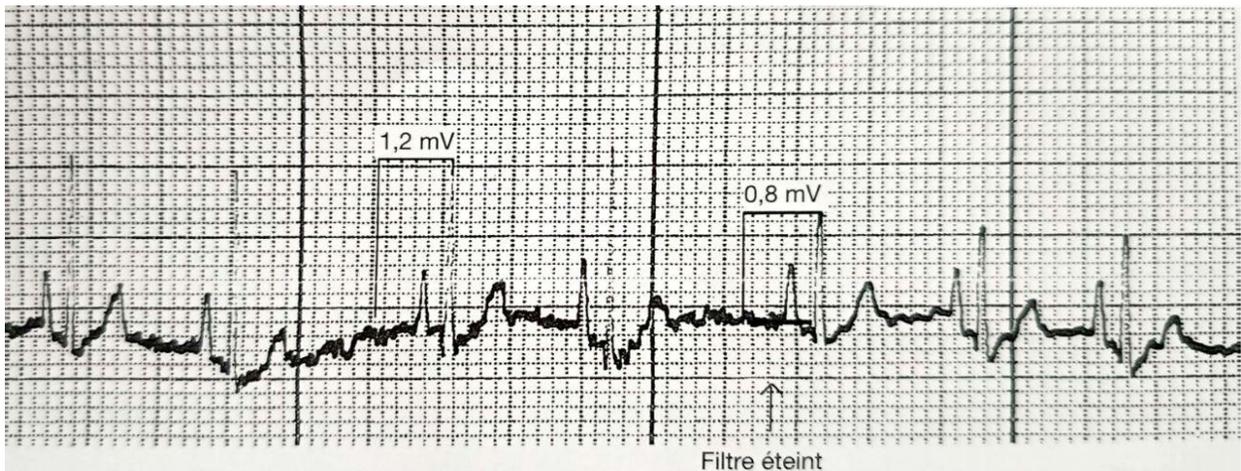


Figure 27 : ECG montrant l'effet d'atténuation du filtre. Notez la réduction de l'amplitude des complexes (ondes R de 1,2 à 0,8 mV). Les mesures doivent être faites à partir d'un tracé non filtré pour éviter le risque de sous-estimer l'amplitude. Notez aussi la réduction de l'artéfact de tremblement musculaire (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

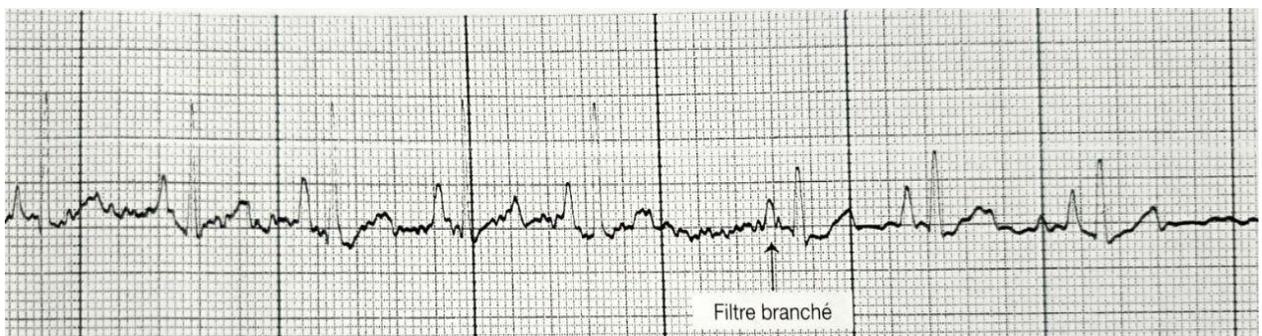


Figure 28 : ECG montrant un artéfact de tremblement musculaire qui est ensuite éliminé par filtrage (flèche). Notez la diminution de l'amplitude des complexes lorsqu'on utilise le filtre (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

- **Positionnement du stylet (peigne thermique)**

Pendant l'enregistrement, le stylet doit être positionné (si cela se fait manuellement sur

l'électrocardiographe) de manière à ce que la totalité du complexe P-QRS-T se trouve dans les limites du quadrillage du papier graphique. Si l'ECG produit des complexes particulièrement grands sortant du quadrillage du papier (ou se trouvant à l'extérieur des limites du stylet ou du papier), on parle de « rognage » (Figure 29). N'oubliez pas dans ce cas de déplacer le stylet, vers le haut ou le bas, de manière à ce que l'ensemble du tracé ECG se trouve dans le papier graphique (et ne dépasse pas sur les marges blanches). Vous pouvez aussi réduire le calibrage. Choisissez ce qui vous semble le plus approprié. (Mike m et al, 2009).

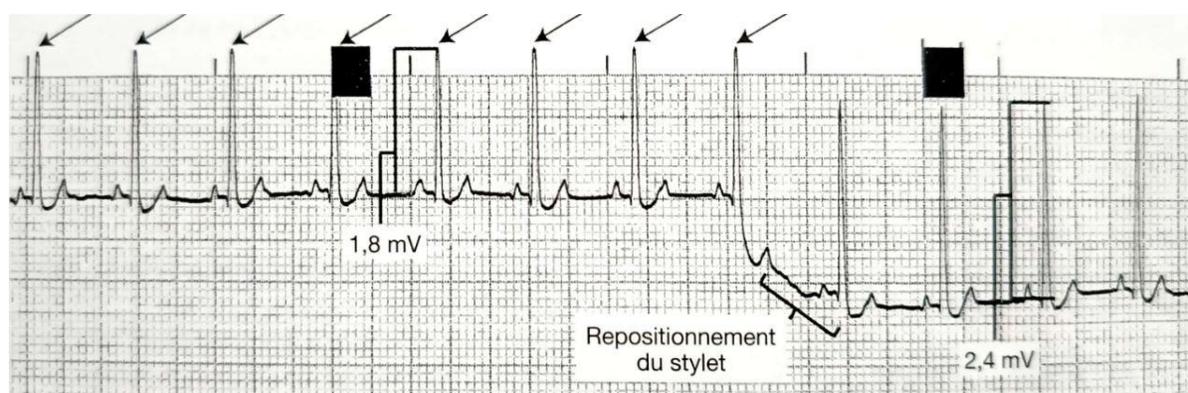


Figure 29 : ECG montrant les effets d'un « rognage » (flèches). Si vous ne vous en apercevez pas, vous pouvez considérer de manière erronée que l'amplitude des ondes R est de 1,8 mV alors que normalement elle est de 2,4 mV. Cette sous-estimation est notable (25mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

5.7. Enregistrement de l'ECG – Suggestion d'une conduite à tenir

- **Enregistrement de dix secondes sur chacune des six dérivations**

Faites dérouler l'ECG sur chacune des six dérivations bipolaires D1, D2, D3, aVR, aVL et aVF pendant environ 10 secondes chacune. Pour s'assurer que chaque dérivation est bien centrée sur le quadrillage du papier ECG, arrêtez brièvement le papier (en maintenant le stylet encore en mouvement lorsque vous passer d'une dérivation à la suivante sur la machine, jusqu'à ce que vous ayez replacé le stylet comme nous l'avons vu précédemment. (Mike m et al, 2009).

- **Enregistrement prolongé du rythme cardiaque**

Revenez à la dérivation D2 et enregistrez une bande d'enregistrement prolongé, 30 à 60 secondes, en fonction des besoins de chaque cas individuel. Si vous avez entendu à l'auscultation un battement anormal occasionnel, laissez défiler l'enregistrement prolongé jusqu'à ce que ce battement anormal se répète. **(Mike m et al, 2009).**

Si la dérivation D2 ne produit pas un tracé de bonne qualité avec des complexes suffisamment grands, alors laissez défiler un enregistrement prolongé du rythme sur la dérivation qui présente des complexes de bonne qualité. Si vous recherchez des ondes P (qui sont souvent petites et difficiles à voir), alors laissez défiler le papier sur la dérivation du membre où vous les observez le mieux. **(Mike m et al, 2009).**

- **Obtenez un enregistrement prolongé du rythme cardiaque représentatif !**

Si vous avez ausculté ce que vous pensez être une arythmie mais que l'enregistrement prolongé de l'ECG ne révèle rien, auscultez simultanément l'animal tout en continuant à enregistrer l'ECG. Il est possible qu'il s'agisse d'une anomalie uniquement intermittente. Dans ce cas, vous devez continuer à ausculter l'animal jusqu'à ce que vous entendiez à nouveau l'arythmie qui, vous espérez, sera alors capturée par l'ECG. Peut-être que l'arythmie est audible à l'auscultation mais que vous ne la reconnaissez pas sur l'ECG. Dans ce cas, envoyez votre tracé d'ECG à un cardiologue pour qu'il l'interprète. Les bruits cardiaques anormaux que vous entendez peuvent ne pas représenter une arythmie mais, par exemple, un bruit de galop. En résumé, assurez-vous que l'enregistrement de l'ECG que vous avez obtenu est bien représentatif de ce que vous avez décelé à l'examen clinique. **(Mike m et al 2009).**

- **Identifiez le tracé**

Assurez-vous que l'enregistrement ECG est bien marqué (à moins que la machine ne le fasse automatiquement), vous pourrez ainsi vous y référer ultérieurement, ou le présenter à d'autres confrères de votre clinique capables d'examiner l'enregistrement ou le soumettre à un cardiologue pour l'interprétation. **(Mike m et al, 2009).**

6. Interprétation des différentes arythmies

6.1. Reconnaître l'existence d'un foyer de conduction ectopique comprendre sa signification

Pour désigner un trouble du rythme cardiaque, on peut employer l'un ou l'autre des synonymes suivants, arythmie ou dysrythmie. Les arythmies peuvent désigner des troubles de la fréquence cardiaque, des troubles liés à la présence de foyers de conduction ectopiques ou des anomalies de conduction. Ces arythmies peuvent être lentes, ce sont les bradyarythmies ou rapides et, dans ce cas, on parle de tachyarythmies. (Mike m et al, 2009).

6.1.1. Commencez par identifier la morphologie du ventriculogramme normal(QRS)

Lorsqu'on examine un ECG, il est important d'identifier (sur le tracé) l'aspect d'un complexe sinusal normal pour l'animal en question. Notez la forme des ondes de dépolarisation et de repolarisation ventriculaires, c'est-à-dire la forme du complexe QRS et de l'onde T. Pour produire cette forme du QRS et de l'onde T, la dépolarisation des ventricules s'est produite par conduction à partir (ou au travers) du nœud auriculo-ventriculaire. Autrement dit, la dépolarisation ventriculaire a commencé par le nœud auriculo-ventriculaire. Quel que soit le tracé, il est extrêmement important de déterminer quelle est la forme du ventriculogramme qui représente une conduction issue du nœud auriculo-ventriculaire (soit une conduction correcte), en particulier s'il existe diverses formes de complexes QRS. (Mike m et al, 2009).

6.1.2. Morphologie d'un QRS issu d'un foyer de dépolarisation ventriculaire ectopique

Ainsi, tout complexe QRS-T de forme différente (de celle du QRS-T sinusal normal pour l'animal examiné) représente une anomalie. Lorsque le complexe QRS-T est différent du complexe sinusal normal, nous pouvons être pratiquement certains que la dépolarisation ne provient pas du nœud auriculo-ventriculaire (qui aurait produit un complexe QRS de forme normale) mais d'un foyer ectopique localisé dans les ventricules. De plus, ces complexes ventriculaires ectopiques (ou extrasystoles) ne sont pas précédés d'une onde P (sauf par pure coïncidence). (Mike m et al, 2009).

Ainsi, non seulement le complexe QRS issu d'un foyer de dépolarisation ventriculaire ectopique a une morphologie différente, mais il dure aussi plus longtemps. Très souvent, l'onde T qui suit le

complexe QRS issu d'un foyer de dépolarisation ventriculaire ectopique est de grande taille et de direction opposée au complexe QRS. (Mike m et al, 2009).

N'importe quelle partie du ventricule peut devenir un foyer de dépolarisation ectopique et engendrer une onde de dépolarisation dont la direction varie à l'intérieur du ventricule. De ce fait, la direction de l'onde de dépolarisation par rapport à l'électrode +ve varie également, tout comme la forme et l'amplitude du complexe QRS issu d'un foyer de dépolarisation ventriculaire ectopique. (Mike m et al, 2009).

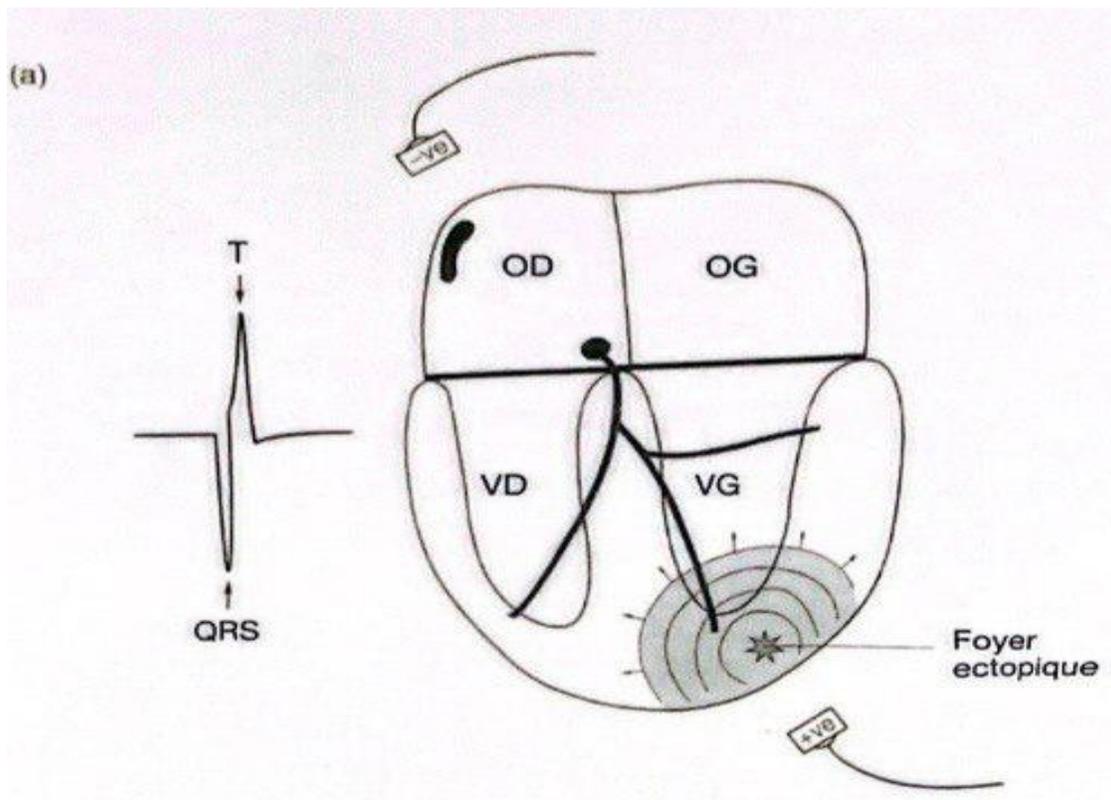


Figure 30 : Schéma illustrant un foyer de conduction ectopique avec la propagation de l'onde de dépolarisation (à droite) et la formation du complexe QRS-T (à gauche) associé au foyer ventriculaire ectopique. OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

Le point important est que le complexe QRS issu d'un foyer de dépolarisation ventriculaire ectopique est différent du complexe QRS issu du nœud auriculo-ventriculaire qui se propage normalement dans le ventricule en empruntant le tissu conducteur. (Mike m et al, 2009).

Si le QRS issu du foyer ventriculaire ectopique se produit rapidement (ou précocement), on parle d'extrasystole ventriculaire (ES) ou de complexe ventriculaire prématuré. Si le QRS issu du foyer ventriculaire ectopique se produit après une pause (ou en retard), on parle de complexe d'échappement ventriculaire. (Mike m et al 2009).

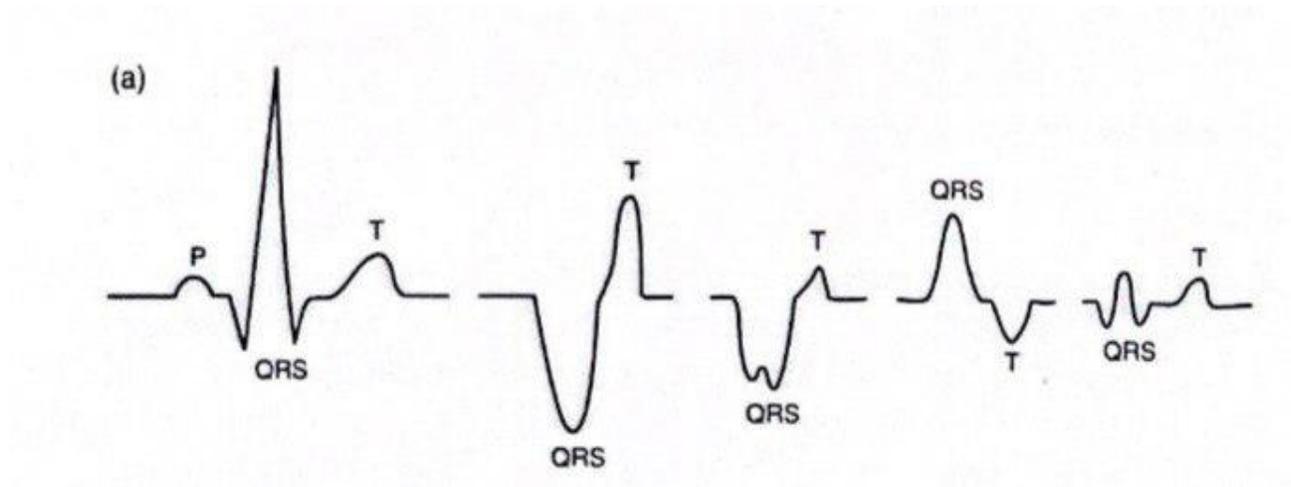


Figure 31 : Schéma d'un complexe ECG normal (premier complexe) suivi de quatre exemples de complexes QRS-T de morphologie anormale liés à la présence de foyers de dépolarisation ventriculaire ectopiques. Il est essentiel d'identifier la morphologie du complexe QRS représentant le complexe sinusal (premier complexe). Tout complexe de morphologie différente (pour cet animal) doit être issu d'un foyer ventriculaire ectopique. (Mike m et al, 2009).

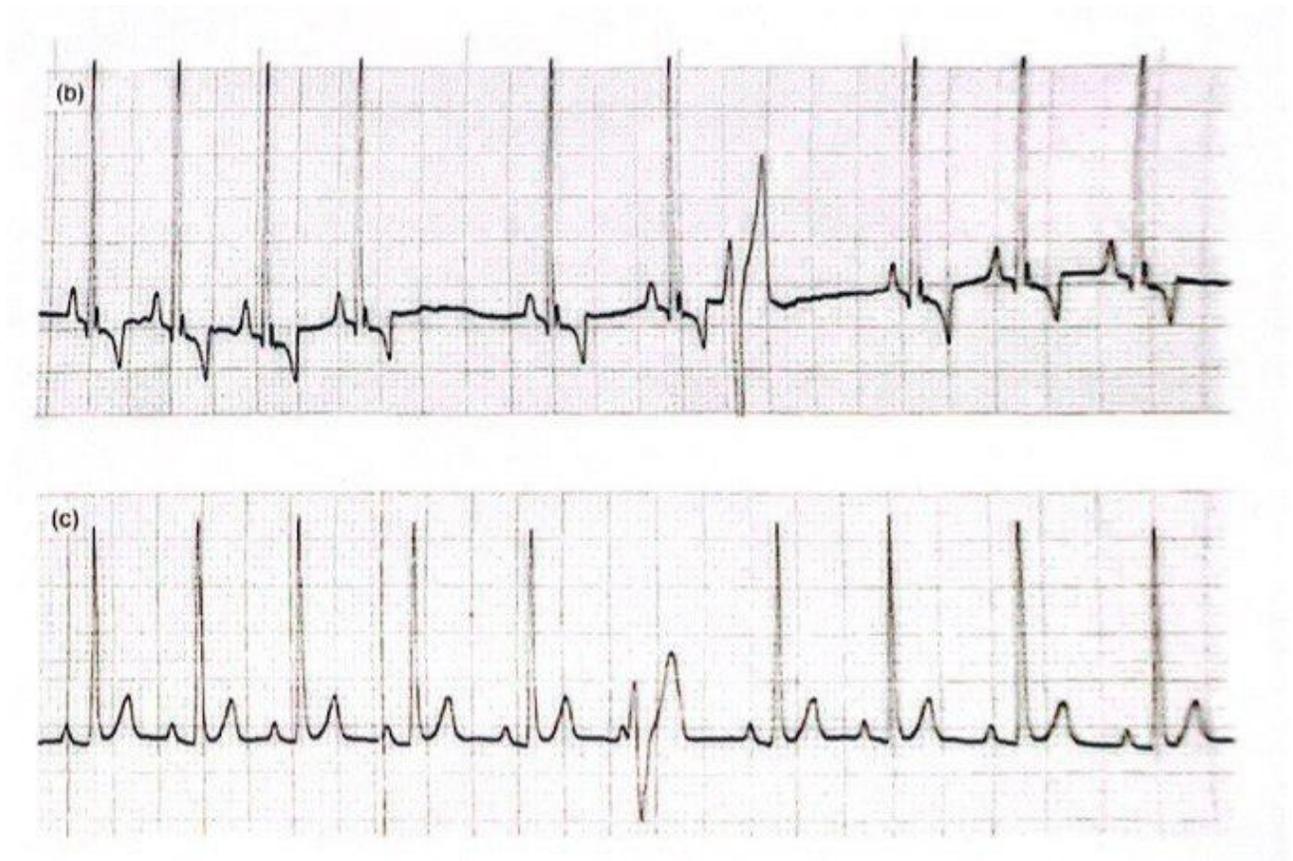


Figure 32 : (B, c) : ECG de chiens sur lesquels on observe une ESV ayant une morphologie du QRS négative avec une onde T opposée et positive (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.1.3. Morphologie du QRS lors de dépolarisation supraventriculaire ectopique

Tout stimulus ectopique qui naît au-dessus des ventricules est dit supraventriculaire. Il en existe deux catégories : (1) ceux originaires de la masse musculaire des oreillettes (foyer auriculaire ectopique) et (2) ceux originaires de l'intérieur du nœud auriculo-ventriculaire (foyer jonctionnel ou nodal ectopique). (Mike m et al, 2009).

Quel que soit le point de départ du foyer supraventriculaire ectopique, l'onde de dépolarisation se propage dans le tissu normal de His-Purkinje et dépolarise les ventricules de manière tout à fait normale. De ce fait, la morphologie du complexe QRS associé à un foyer supraventriculaire ectopique est normale et donc identique au complexe QRS sinusal. En clair, il peut être difficile d'identifier la présence d'un foyer supraventriculaire ectopique. (Mike m et al, 2009).

Cependant, dans la grande majorité des cas, il prend la forme d'un battement prématuré et on le reconnaît principal yent par son apparition prématurée. (Mike m et al, 2009).

En pratique, chez les animaux de compagnie, il n'est pas particulièrement utile de déterminer si le foyer ectopique se situe dans l'oreillette (extrasystole auriculaire ou complexe auriculaire prématuré) ou dans le nœud auriculoventriculaire (extrasystole jonctionnelle ou nodale), à moins de vouloir faire une analyse approfondie de l'ECG. (Mike m et al, 2009).

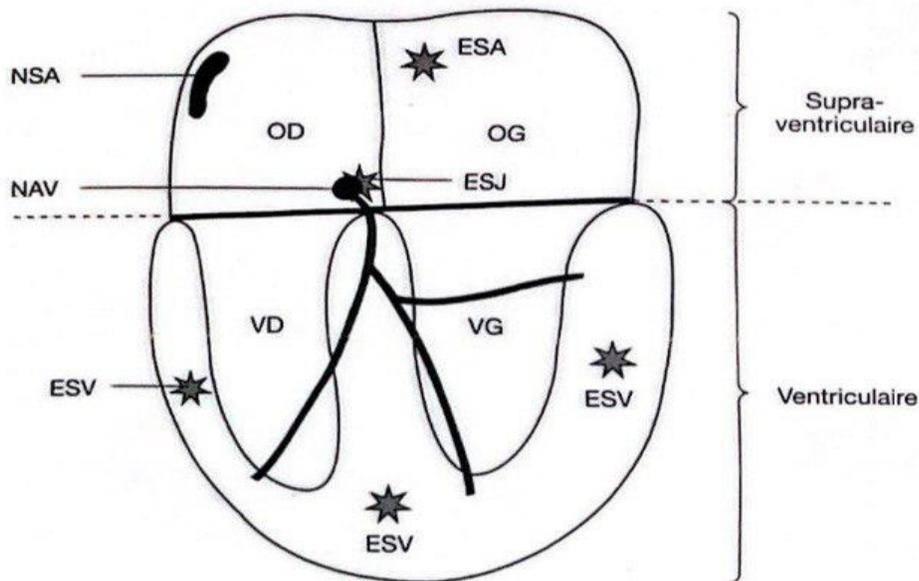


Figure 33 : Schéma de l'origine de complexes issus de foyers ectopiques supraventriculaires et ventriculaires. NSA : Nœud sinusal, NAV : nœud auriculo-ventriculaire ; ESA : extrasystole auriculaire (complexe auriculaire prématuré) ; ESJ : extrasystole jonctionnelle (complexe jonctionnel prématuré) ; ESV : extrasystole ventriculaire (complexe ventriculaire prématuré) ; OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche. (Mike m et al, 2009).

Le terme de « battement » implique que la contraction s'est réellement produite. Dans le langage ECG, il vaut mieux préférer les termes de complexe ou de dépolarisation pour décrire les ondes tracées sur l'ECG. **(Mike m et al, 2009).**

Les complexes issus de foyers ectopiques peuvent être classés de plusieurs manières selon :

- Leur point de départ : Ils sont ventriculaires ou supraventriculaires. Les foyers supraventriculaires peuvent être (a) auriculaire (situés dans l'oreillette) ou (b) jonctionnel ou nodal (situés dans le nœud auri-culo-ventriculaire ou le faisceau de His). **(Mike m et al, 2009).**
- Leur moment d'apparition : Les complexes issus de foyers ectopiques survenant plus tôt que le complexe normal attendu sont dits prématurés (extrasystoles). S'ils se produisent après une pause, par exemple un arrêt sinusal, ou lors de bloc cardiaque complet, on parle alors de complexes d'échappement. **(Mike m et al, 2009).**
- Leur morphologie : Si tous les complexes issus d'un foyer ectopique ont la même morphologie, ils sont dits monomorphes (ou uniformes). S'ils sont de morphologie différente, ils sont dits polymorphes (ou multiformes).
- Le nombre de foyers ectopiques : Les extrasystoles peuvent se produire isolément, par doublets ou couplets ou par salves de trois (triplets) ou plus ; dans ce dernier cas, on parle de tachycardie. Si la tachycardie est continue, on parle de tachycardie persistante ou soutenue. Si elle est intermittente, on parle de tachycardie paroxystique. **(Mike m et al, 2009).**
- Leur fréquence : La fréquence des extrasystoles sur un tracé est variable, allant d'occasionnelle à très fréquente. Lorsqu'il se produit un complexe sinusal pour une extrasystole, on parle de rythme bigéminé (ou bigéminisme). S'il existe une extrasystole pour deux complexes sinusaux, on parle de rythme trigéminé (ou trigéminisme). **(Mike m et al, 2009).**

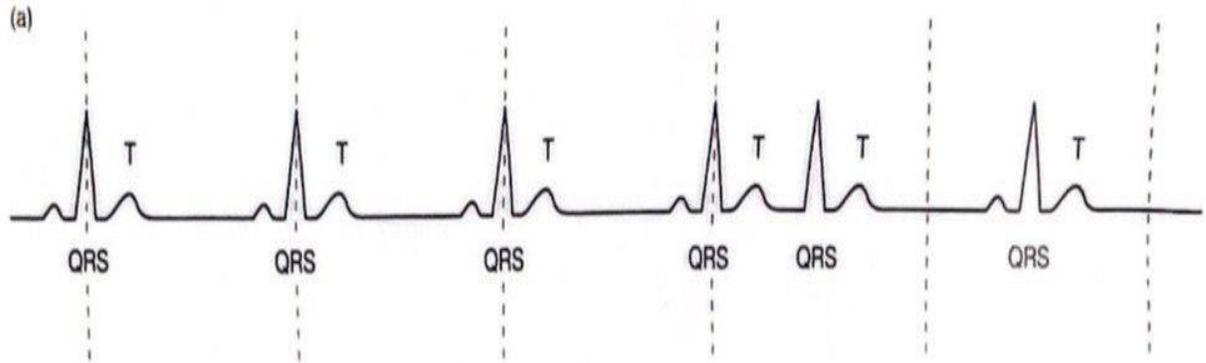


Figure 34 : Schéma d'une extrasystole supraventriculaire (cinquième complexe). (Mike m et al, 2009).

6.2. Arythmies associées à un foyer de conduction ectopique

Limitalement, le terme • ectopie • signifie « situer à un endroit anormal ». Si l'on se réfère au cœur, ce terme signifie • situé à l'extérieur • du nudsinu-atrial, le pacemaker dominant. Les battements cardiaques ectopiques se produisent suite à divers mécanismes dont les causes sont variées. (Mike m et al, 2009).

6.2.1. Extrasystoles ventriculaires (complexes ventriculaires prématurés)

Les extrasystoles ventriculaires (ESV) sont fréquentes chez le chien et le chat. Elles proviennent d'un (ou de plusieurs) foyer ectopique se trouvant à l'intérieur du myocarde ventriculatre. La dépolarisation se propage alors dans le myocarde en suivant une direction anormale et Fmflas se transmet de cellule à cellule (au lieu de cheminer au sera da trsa de conduction). (Mike m et al, 2009).

- **Caractéristiques de l'ECG**

La morphologie du complexe QRS est anormale, é'est-à-dire différente de celle des QRS issus du noeud auriculo-ventriculaire Le QRS est généralement :

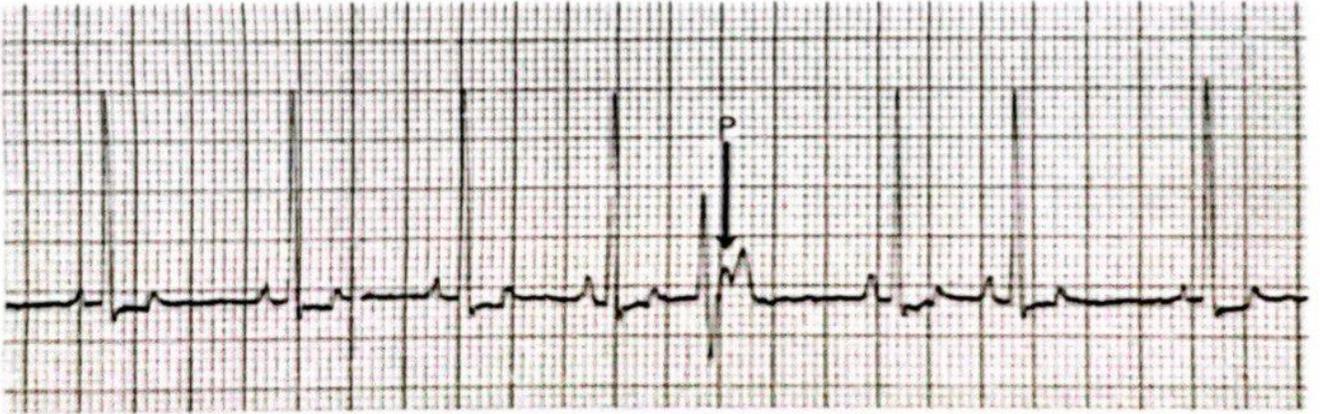


Figure 35 : ECG d'un springer epaniolage de 10 ans presentant une seule ESV. Noter l'onde P a l'interieur du segment S-T (fleche). Cependant cette depolarisation sinusale normale est arrivee alors que les ventricules etaient encore retractaires. (Mike m et al, 2009).

- De forme anormale (bizarre) ;
- Plus large (durant plus longtemps), typiquement d'environ 50% ;
- L'onde T d'une ESV est souvent grande et de direction opposee au QRS. (Mike m et al 2009).

6.2.2. Extrasystoles supraventriculaires

Les extrasystoles supraventriculaires (ESSV ou complexes supraventriculaires prématurés) partent d'un ou de plusieurs foyer(s) ectopique(s) situés au-dessus des ventricules. La dépolarisation des ventricules est donc normale et le complexe QRS présente une morphologie et une durée normales. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Des complexes QRS-T de morphologie normale se produisent prématurément. Les caractéristiques de l'ECG sont :

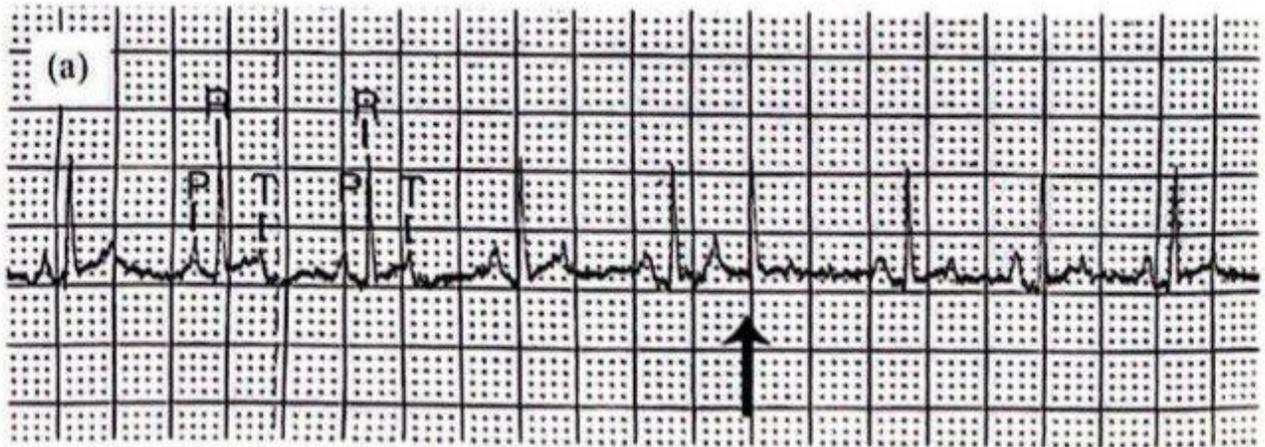


Figure 36 : ECG montrant une extrasystole supraventriculaire (ESSV) isolée (flèche): notez son apparition prématurée et l'absence d'une onde P évidente. Observation fortuite chez un Terre-Neuve âgé de 9 ans (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

- QRS de morphologie normale.
- QRS d'apparition prématurée.
- Présence ou non d'ondes P identifiables.
- S'il existe des ondes P, elles sont généralement de morphologie anormale (non sinusale) et l'intervalle P-R diffère de celui d'un complexe sinusal normal. (Mike m et al, 2009).

6.2.3. Rythmes d'échappement

Lorsque le pacemaker dominant (en général le nœud sinu-atrial) n'envoie plus de décharge pendant un certain temps, d'autres pacemakers tissulaires (jonctionnels ou ventriculaires) se dépolarisant spontanément selon un rythme intrinsèque plus lent peuvent alors se dépolariser et « échapper » au contrôle du nœud sinu-atrial. (Mike m et al, 2009).

S'il n'apparaît aucun rythme d'échappement, et par conséquent aucune sorte d'activité électrique, on parle d'asystolie. En l'absence de rythme d'échappement, cela ressemble à un arrêt sinusal soutenu. (Mike m et al, 2009).

Les complexes d'échappements jonctionnels sont de morphologie assez normale (identique à celle d'un complexe provoqué par un foyer supraventriculaire ectopique) alors que les complexes échappements ventriculaires ont une forme anormale, bizarre (identique à celle d'un complexe issu d'un foyer ventriculaire ectopique). (Mike m et al, 2009).

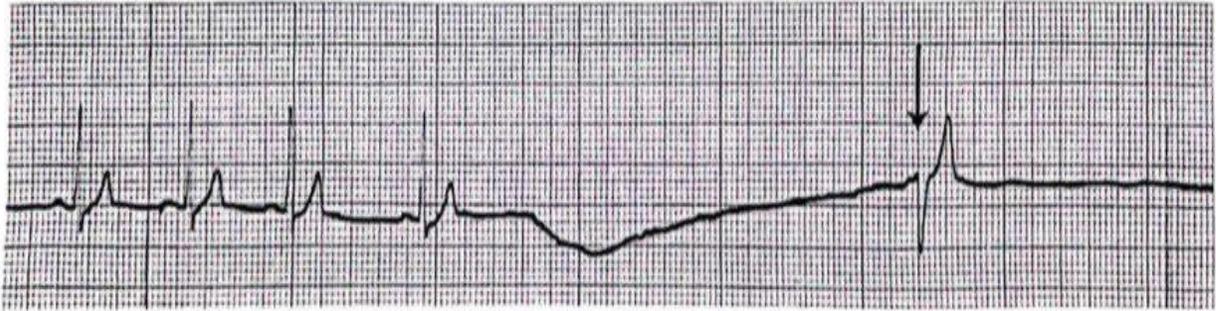


Figure 37 : ECG d'un springer spaniel montrant un arré sinusal. Après la longue ligne plate, on observe un complexe ver triculaire d'échappement (flèche) (25 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike m et al, 2009).

6.2.4. Dissociation AV

Lors de dissociation AV, les oreillettes et les ventricules se dépolarisent via des foyers séparés et indépendants. Cela peut se produire lors d'accélération du rythme jonctionnel ou ventriculaire, de trouble de la conduction auriculo-ventriculaire ou de dépression de la fonction du nœud sinu-atrial. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Sur l'ECG, on observe une fréquence ventriculaire en général très légèrement plus rapide que la fréquence auriculaire. Les ondes P peuvent apparaître avant, pendant, ou après le complexe QRS. Les ondes P et les complexes QRS sont indépendants les uns des autres, les complexes QRS semblant être rattrapés par les ondes P. (Mike m et al, 2009).

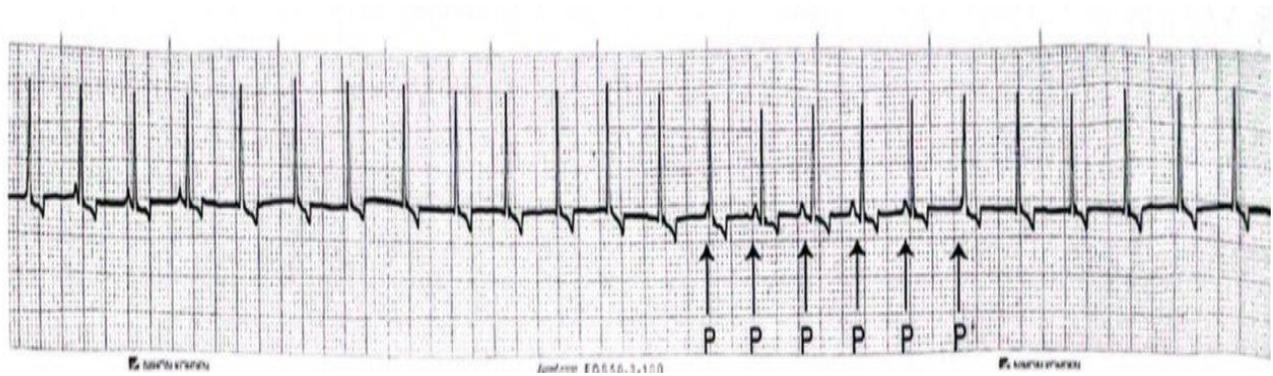


Figure 38 : ECG d'un labrador âgé de 6 ans présentant une dissociation auriculo-ventriculaire. Il s'agit d'une observation fortuite. Les ondes P sont fléchées (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.2.5. Fibrillation

6.2.5.1. Fibrillation auriculaire

Il s'agit probablement d'une des arythmies les plus fréquemment observée : chez nos carnivores domestiques. Lors de fibrillation auriculaire (FA), des ondes de dépolarisation se forment au hasard n'importe où dans l'oreillette. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Les complexes QRS sont de forme normale (similaire à celle des extrasystoles supraventriculaires décrites précédemment) et se produisent à une fréquence normale à rapide. Les caractéristiques de l'ECG sont :

- QRS de morphologie normale.
- intervalle R-R irrégulier et chaotique (plus facile à entendre à l'auscultation).
- l'amplitude des complexes QRS varie souvent.
- absence d'ondes P reconnaissables précédant les complexes QRS.
- Présence parfois de fins mouvements irréguliers de la ligne de base représentant les ondes de fibrillation auriculaire, ou ondes « f ». Toutefois, chez le chien et le chat, il est souvent

impossible de les différencier des artéfacts de la ligne de base (liés aux tremblements musculaires). (Mike m et al, 2009).

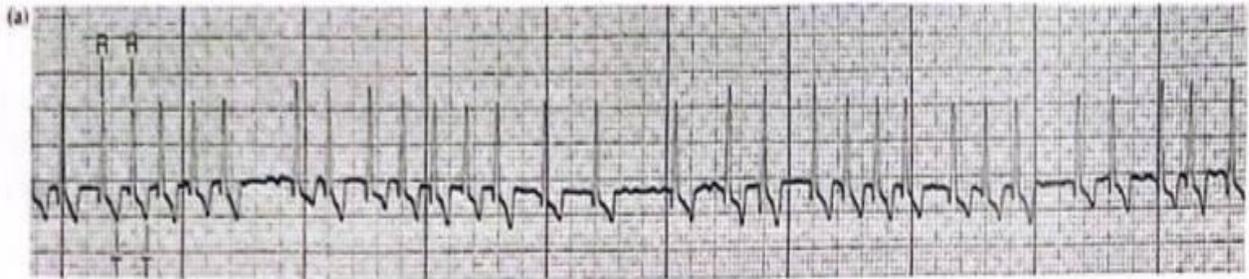


Figure 39 : ECG montrant une fibrillation auriculaire avec une réponse ventriculaire de fréquence moyenne à 180 bpm. Les complexes QRS correspondent à des battements chaotiques qui sont généralement faciles à entendre à l'auscultation cardiaque. Il n'y a aucune onde P visible, mais dans ce cas les fines ondulations de la ligne de base peuvent être considérées comme des ondes de fibrillation (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.2.5.2. Fibrillation ventriculaire (FV)

Il s'agit presque toujours d'un trouble terminal s'accompagnant d'un arrêt cardiaque. Des ondes de dépolarisation se produisent de manière aléatoire dans l'ensemble des ventricules. Il n'existe alors plus aucune contraction coordonnée suffisante pour permettre le débit cardiaque. Si l'on peut voir ou palper le cœur, on observe (ou l'on sent) de très fins mouvements irréguliers sur les ventricules comme s'ils « grouillaient d'asticots ». (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Sur l'ECG, on observe des mouvements grossiers (assez grands) ou fins (plus petits), rapides, irréguliers et bizarres sans aucune onde ni complexe normaux (Figure 40). (Mike m et al, 2009).

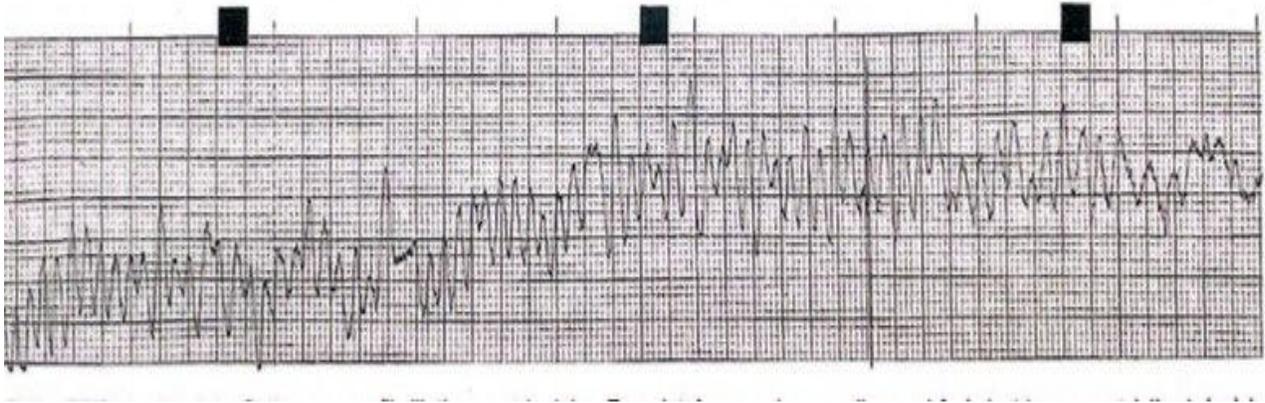


Figure 40: ECG montrant un flutter ou une fibrillation ventriculaire. Enregistré sur un berger allemand âgé de 11 ans mort à l'arrivée à la clinique du fait d'une tamponnade cardiaque avancée lié à une hémorragie péricardique (25 mm/sec et 10 mm/mv). (Mike m et al, 2009).

6.3. Troubles de la conduction

Les troubles de la conduction sont associés à une anomalie dans la génération des impulsions issues du nœud sinu-atrial, ou dans la conduction de cette impulsion au sein du tissu spécifique formé du nœud auriculo-ventriculaire, du faisceau de His et du système de Purkinje (Mike m et al, 2009).

6.3.1. Arrêt sinusal et bloc sino-auriculaire (BSA)

Lorsque le nœud sinu-atrial ne parvient plus à générer d'impulsion, c'est-à-dire qu'il s'est temporairement arrêté, on parle d'arrêt sinusal. Un bloc sino-auriculaire ou BSA (appelé aussi bloc de sortie sinoatrial) se produit lors du blocage de la conduction de l'influx électrique issu du nœud sinu-atrial dans les oreillettes. (Mike m et al, 2009).

Ces bradyarythmies peuvent entraîner une bradycardie et/ou une asystolie. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Il se produit une pause dans le rythme sans onde P ni complexe QRS-T, le tracé est plat (mis à part les mouvements liés aux artéfacts s'ils existent). Si la pause dure le double d'un intervalle R-R (ou un multiple de cet intervalle), cela suggère un bloc sino-auriculaire. Cependant, si la pause dure plus longtemps que deux intervalles R-R (sans être exactement un multiple de cet intervalle), cela

suggère un arrêt sinusal. Les longues périodes d'arrêt ou de bloc sont souvent suivies de complexes d'échappement puis stimulation d'un foyer ventriculaire ectopique. (Mike m et al, 2009).

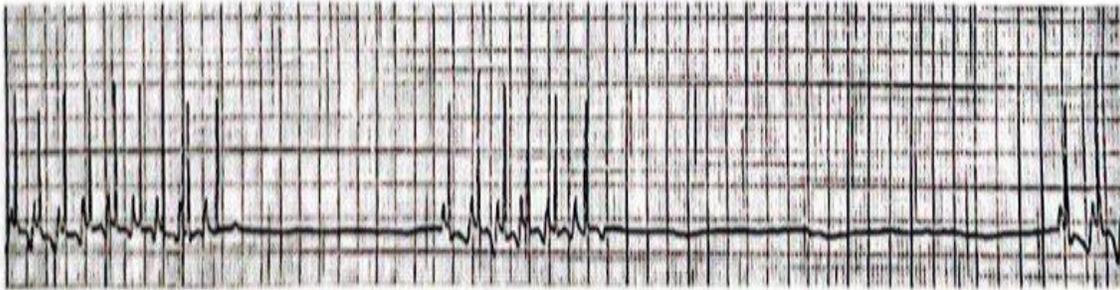


Figure 41 : ECG montrant un arrêt sinusal intermittent, enregistré sur un West Highland white terrier âgé de 13 ans présentant une fibrose pulmonaire idiopathique (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.3.2. Maladie rythmique auriculaire (dysfonctionnement sinusal, syndrome bradycardie-tachycardie)

Cette maladie correspond à un mauvais fonctionnement du nœud sinu-atrial et il faudrait peut-être mieux utiliser le terme de dysfonctionnement sinusal. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Le tracé ECG est de ce fait assez variable et montre une bradycardie sinusale persistante ou des épisodes d'arrêt sinusal non suivis de complexes d'échappe-ment. Lors du syndrome bradycardie-tachycardie, les périodes de bradycardie, liées par exemple à un arrêt sinusal, alternent avec des périodes de tachycardie supraventriculaire. (Mike m et al, 2009).

6.3.3. Paralysie auriculaire (paralysie de l'oreillette, silencieuse)

La paralysie auriculaire se caractérise par l'arrêt de toute activité au niveau de l'oreillette et peut être confirmée par radioscopie ou échocardiographie.(Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

L'ECG se caractérise par l'absence d'onde P en présence généralement d'un rythme lent d'échappement (inférieur à 60bpm). L'ECG doit être d'excellente qualité (la ligne de base doit être plate sans aucun artefact) pour pouvoir établir avec certitude l'absence d'ondes P. Les complexes QRS sont souvent de forme relativement normale (échappement jonctionnel) durant parfois légèrement plus longtemps. Dans quelques cas, le rythme d'échappement peut être ventriculaire. (Mike m et al, 2009).

Note : Si l'on compare le tracé ECG d'une paralysie auriculaire avec celui d'un arrêt sinusal, on observe lors de paralysie auriculaire une absence soutenue d'ondes P, alors que l'arrêt sinusal produit un tracé plat par intermittence. (Mike m et al, 2009).



Figure 42 : ECG d'un West Highland white terrier montrant une paralysie auriculaire (due à une hyper-kaliémie) avec un rythme jonctionnel à 40/min (25 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike m et al, 2009).

6.3.4. Bloc cardiaque

Le nom exact de cette affection est bloc auriculo-ventriculaire (BAV) car dans ce cas, l'onde de dépolarisation ne se propage pas normalement dans le nœud auriculo-ventriculaire. Cependant, on utilise souvent le terme de bloc cardiaque comme synonyme. (Mike m et al, 2009).

6.3.4.1. Bloc auriculo-ventriculaire (BAV) du premier degré

Un BAV du premier degré se produit lors de retard de la conduction au sein du nœud

auriculo-ventriculaire. Le rythme cardiaque est généralement de type sinusal. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

L'onde P et le complexe QRS ont une morphologie normale, mais l'intervalle PR est prolongé. (Mike m et al, 2009).

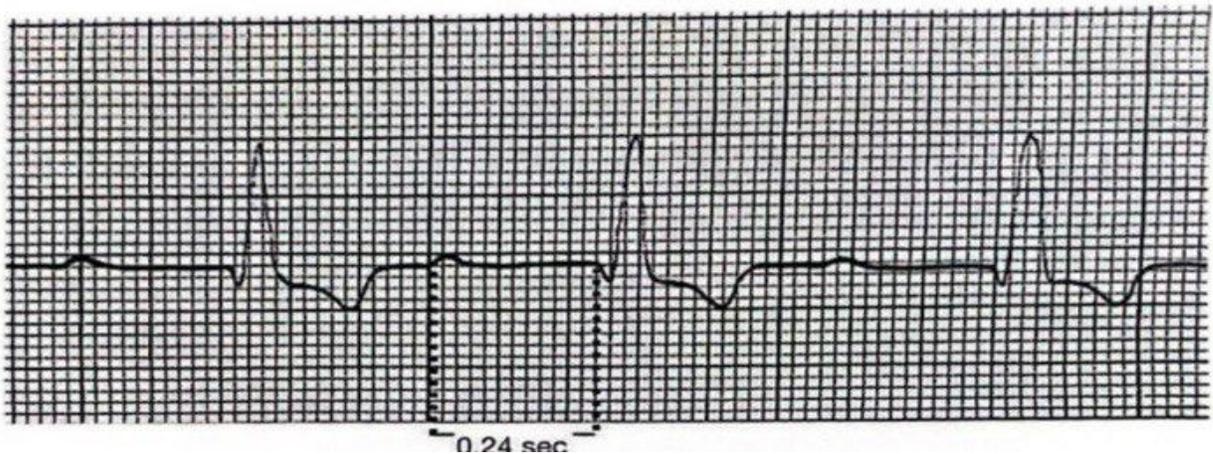


Figure 43 : ECG d'un chien montrant un allongement de l'intervalle P-R, c'est-à-dire un BAV de premier degré (50 mm/sec et 10 mm/mV).(Mike m et al, 2009).

6.3.4.2 .BAV du second degré

Un BAV du second degré se produit lors d'échec par intermittence de la conduction au sein du nœud auriculo-ventriculaire. Dans ce cas, il se produit une dépolarisation des oreillettes non suivie de la dépolarisation des ventricules. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

L'onde P est normale, mais du fait de l'échec occasionnel ou fréquent (selon la gravité) de la conduction dans le nœud AV, elle n'est pas suivie d'un complexe QRS. Le bloc AV du second degré peut être plus précisément classé. Lorsque l'intervalle PR s'allonge progressivement jusqu'à l'apparition du bloc (absence du complexe QRS). (Mike m et al, 2009).

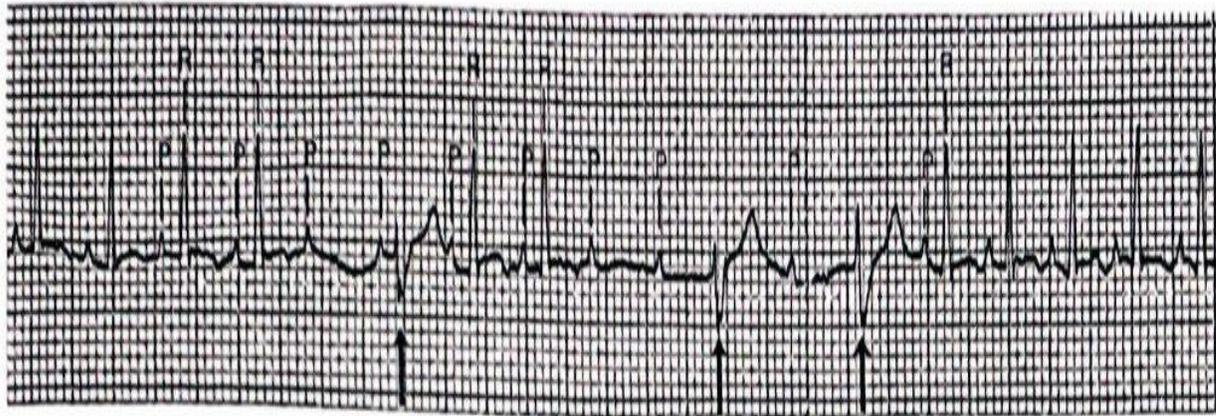


Figure 44 : ECG d'un chat âgé de 7 ans présentant une interruption intermittente de conduction du nœud AV aux ventricules (ondes non conduites), c'est-à-dire un BAV du second degré. Après les pauses de la dépolarisation ventriculaire qui s'ensuivent, on observe des complexes ventriculaires d'échappement (flèches) (25 mm/sec et 20 mm/mv). (Mike m et al, 2009).

6.3.4.3. BAV complet (troisième degré)

Un BAV complet se produit lors d'interruption persistante de la conduction de l'onde de dépolarisation dans le nœud auriculo-ventriculaire. (Mike m et al 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Sur l'ECG, on observe des ondes P selon une fréquence régulière et rapide alors que les complexes QRS-T apparaissent selon une fréquence bien plus lente, généralement assez régulière. Les ondes P et les complexes QRS sont indépendants les uns des autres. Il est plus facile de mettre cette anomalie en évidence en repérant chaque onde P et chaque complexe QRS sur une feuille de papier. (Mike m et al 2009).

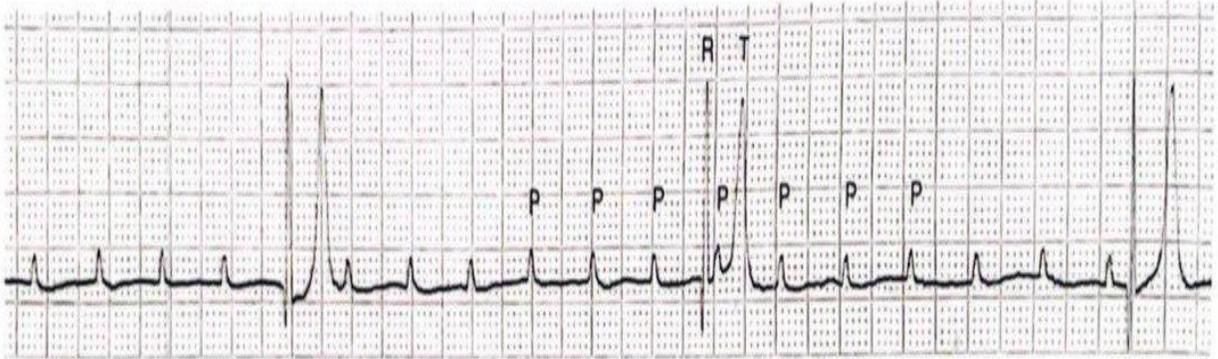


Figure 45 : ECG d'un labrador âgé de 8 ans montrant un BAV du troisième degré (BAV complet) avec un rythme d'échappement ventriculaire à 45bpm (50 mm/sec et 10 mm/mv). (Mike m et al, 2009).

6.4. Modifications de la morphologie du complexe P-QRS-T

6.4.1. Wandring PACEMAKER (entraîneur VAGABOND, centre de commande instable, rythme supraventriculaire multifocal)

Dans ce cas, le pacemaker dominant est transféré du nœud sinu-atrial vers d'autres pacemakers latents situés dans d'autres zones des oreillettes ayant des degrés d'automatisme intrinsèque de fréquence élevée. On parle parfois de wandering auriculaire (pacemaker). Il s'agit d'une variante normale assez fréquente chez le chien. On pense qu'elle est provoquée par un tonus vagal important. De ce fait, sa signification clinique est identique à celle de l'arythmie sinusale. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

La morphologie des ondes P peut varier, c'est-à-dire qu'on observe une variation de leur amplitude qui peut être positive, négative, biphasique ou même isoélectrique). (Mike m et al, 2009).

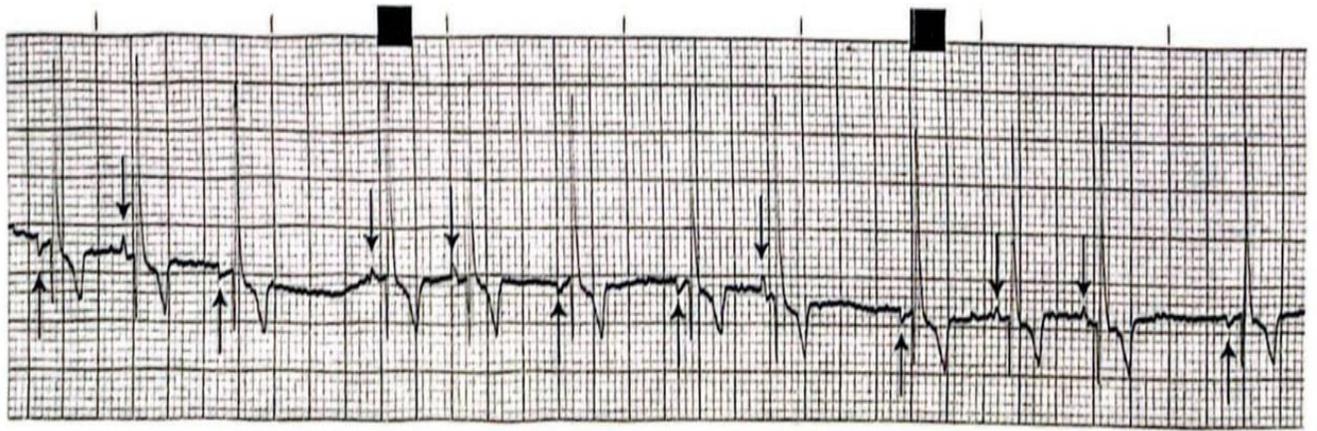


Figure 46 : ECG d'un chien présentant un wandering pacemaker. Notez les modifications de la morphologie de l'onde P (flèches) (dérivation D2, 25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al 2009).

6.4.2. Modification liées à une augmentation de volume des cavités

Il ne faut pas considérer l'ECG comme un moyen de diagnostic une cardiomégalie chez les animaux de compagnie mais plutôt comme un examen diagnostique supplémentaire pouvant aider à conforter cette suspicion clinique. Les radiographies thoraciques sont souvent plus adaptées pour détecter une cardiomégalie et l'échocardiographie est l'examen de choix pour estimer la taille des cavités et leur morphologie. (Mike m et al, 2009).

Notez qu'en langage « ECG », on utilise souvent le terme " augmentation de volume " pour désigner une hypertrophie ou une dilatation car ces deux entités peuvent rarement être différenciées de manière fiable par l'ECG. (Mike m et al, 2009).

6.4.2.1. Augmentation de volume de l'oreillette gauche

En présence d'une augmentation de volume (ou dilatation) de l'oreillette gauche (OG), l'onde P est souvent anormalement large et parfois bifide. Une onde P plus large et bifide est appelée onde P mitrale (car la dilatation de l'oreillette gauche est souvent associée à une maladie mitrale). L'encoche est provoquée par l'asynchronisme de dépolarisation des oreillettes, l'oreillette gauche dilatée se dépolarisant une fraction plus tard que l'oreillette droite. Notez que les races géantes ont souvent, à l'état normal, des ondes P légèrement plus larges. (Mike m et al, 2009).

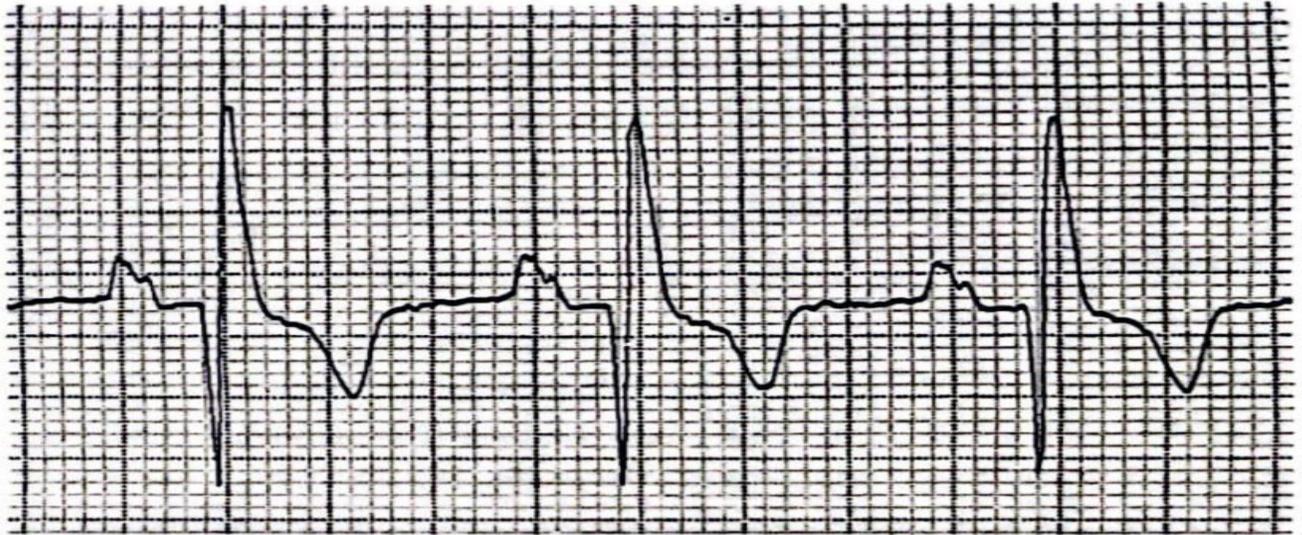


Figure 47 : ECG montrant des ondes P plus larges (0,06 sec) et bifides : on parle d'onde P mitrale. Enregistré sur un doberman âgé de 8 ans présentant une cardiomyopathie dilatée (50 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.2.2. Augmentation de volume de l'oreillette droite

Lors d'augmentation de volume (ou de dilatation) de l'oreillette droite (OD), l'amplitude de l'onde P est plus importante. Ces grandes ondes P sont appelées ondes P pulmonaires (car l'augmentation de volume de l'oreillette droite peut être associée à un cœur pulmonaire). Notez qu'on observe fréquemment des ondes P pulmonaires chez les races prédisposées aux maladies chroniques des voies respiratoires. (Mike m et al, 2009).

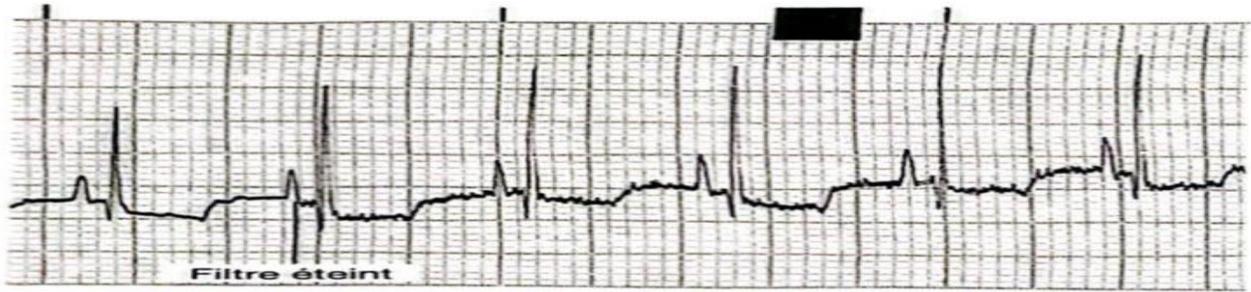


Figure 48 : ECG montrant des ondes P de grande taille (0,5 mV) : on parle d'onde P pulmonaire.

On peut voir un artéfact au niveau de la ligne de base correspondant à un fin tremblement musculaire. Enregistré sur un Yorkshire terrier âgé de 10 ans présentant depuis longtemps un collapsus trachéal (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.2.3. Augmentation de volume du ventricule gauche

La présence d'ondes R de grande taille suggère une augmentation de volume du ventricule gauche (VG). Lorsque l'onde R sur la dérivation D1 est plus grande que l'onde R sur les dérivations D2 ou aVF, il peut s'agir d'une hypertrophie. Lorsque les ondes R sont plus grandes sur les dérivations D1, D2 et D3, il peut s'agir d'une dilatation. On peut observer d'autres caractéristiques ECG associées à une augmentation de volume du ventricule gauche comme un allongement de la durée du complexe QRS, une dépression cupuliforme ou un sus-décalage du segment S-T ou une déviation axiale gauche. (Mike m et al, 2009).

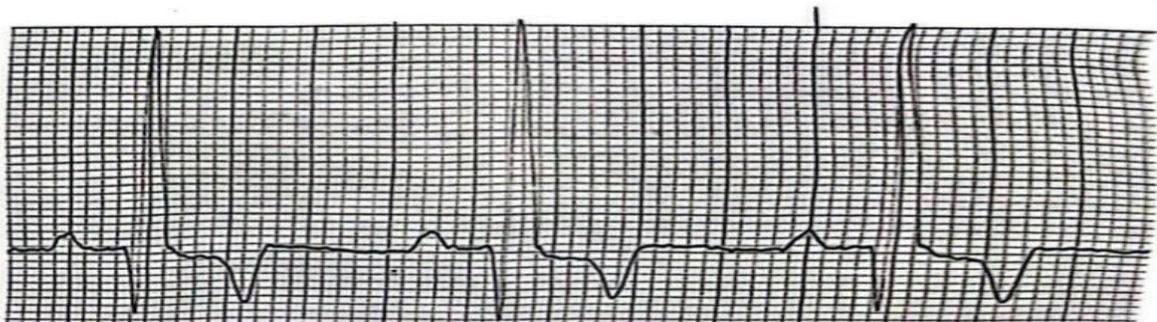


Figure 49 : ECG montrant des ondes R de grande taille (6,0 mV) et un allongement des complexes QRS (0,06 sec), ce qui suggère une augmentation du volume du ventricule gauche. Enregistré sur un berger allemand âgé d'1 an ayant une persistance du canal artériel (50 mm/sec et 5 mm/MV).

(Mike m et al 2009).

6.4.2.4. Augmentation de volume ventriculaire droit

La présence d'ondes S profondes suggère une augmentation de volume du ventricule droit (VD). D'autres caractéristiques ECG peuvent être associées à l'augmentation de volume du ventricule droit comme l'allongement de la durée du QRS et la déviation axiale droite. (Mike m et al, 2009).

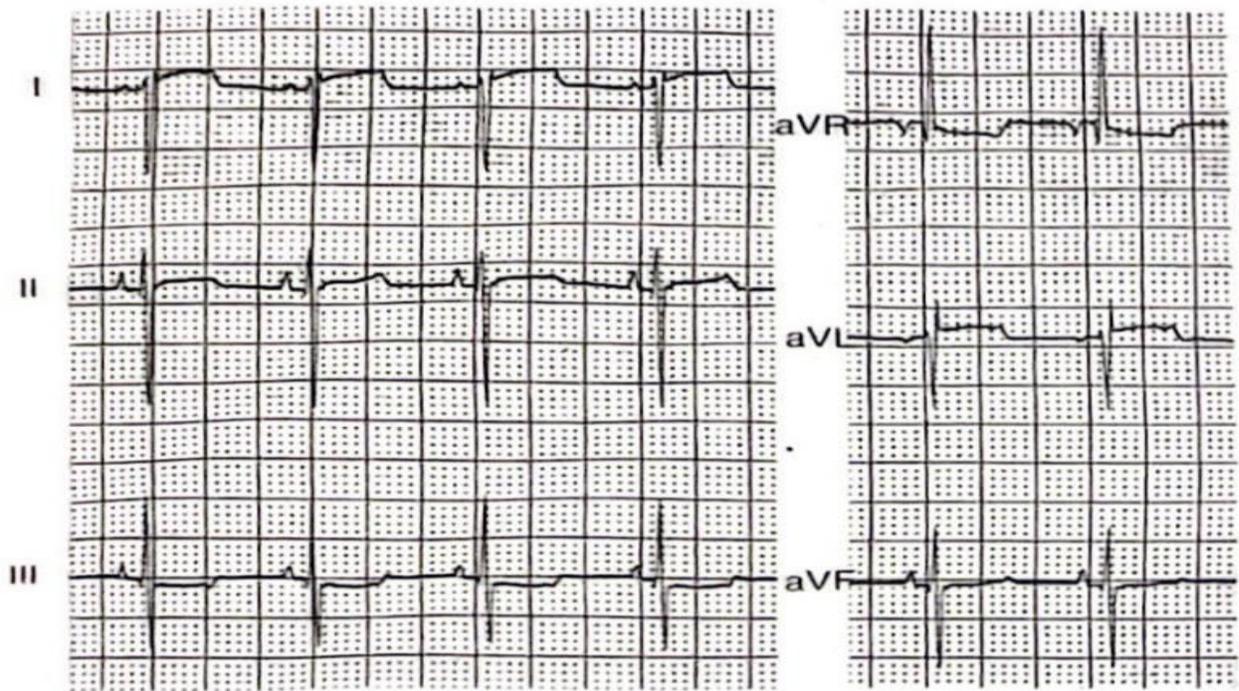


Figure 50 : ECG montrant de profondes ondes S sur les dérivations D1 et D2 ainsi qu'un décalage de l'axe vers aVR, c'est-à-dire vers la droite. ECG d'un West Highland white terrier présentant une sténose aortique (25 mm/sec et 5 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.3. Anomalis de l'axe électrique moyen du QRS

Une déviation axiale droite peut suggérer une augmentation de volume du ventricule droit. Cependant, elle peut être également due au déplacement du cœur vers la droite à l'intérieur du thorax ou même représenter une variante normale. Certains troubles de la conduction comme un bloc de branche droit produisent également une déviation axiale droite. (Mike m et al, 2009).

Une déviation axiale gauche peut être due à une augmentation de volume du ventricule gauche mais aussi à un déplacement de la cour vers la gauche à l'intérieur du thorax ou représenter une variante de la normale. Un trouble de la conduction comme un hémibloc antérieur gauche produit également une déviation axiale gauche. (Mike m et al, 2009).

6.4.3.1. Complexes QRS de bas voltage

Les complexes QRS sont d'autant plus petits que les électrodes sont éloignées du cœur et dépendent de la résistance à la conduction électrique entre le cœur et les électrodes. (Mike m et al, 2009).

Chez le chien, les complexes de petite taille peuvent être dus à l'obésité, un épanchement (péricardique, pleural, ascite), une hypothyroïdie, une hyperkaliémie, un pneumothorax, certaines maladies respiratoires, une hypovolémie ou peuvent représenter une variante de la normale. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

On considère, chez le chien, qu'une onde R d'amplitude inférieure à 0,5 mV sur les dérivations des membres est petite.

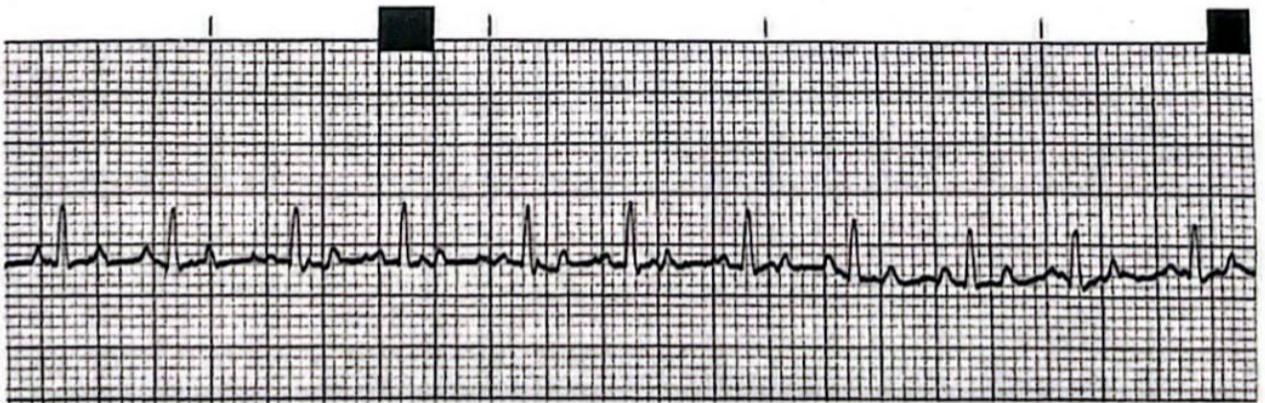


Figure 51: ECG montrant de petits complexes P-QRS-T chez un chien (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.3.2. Alternance électrique

Il s'agit d'une alternance de l'amplitude des QRS qui se produit presque 1 battement sur 2.

L'alternance électrique est associée aux mouvements cardiaques se produisant lors d'épanchement péricardique. Lorsqu'il bat, le cœur est ballotté d'un côté à l'autre à l'intérieur du liquide péricardique, ce qui est visible à l'échocardiographie. Ce mouvement du cœur provoque de légères modifications de l'axe cardiaque alternativement et s'observe sur l'ECG sous la forme d'une variation par alternance de l'amplitude du QRS. (Mike m et al, 2009).

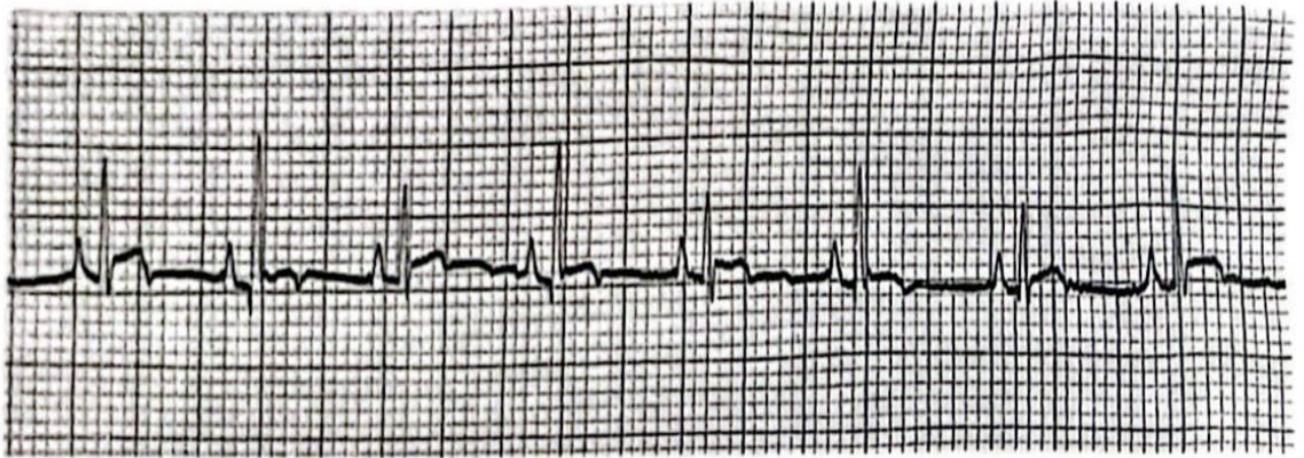


Figure 52 : ECG montrant une alternance électrique. Notez l'alternance des amplitudes de l'onde R. Enregistré sur un golden retriever ayant un épanchement péricardique dû à une péricardite idiopathique (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

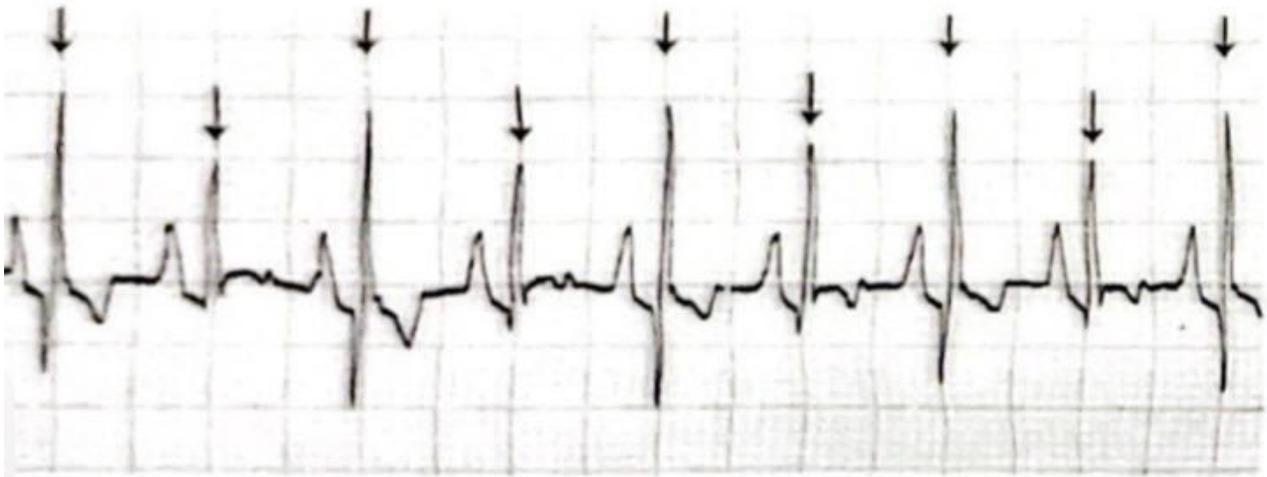


Figure 53 : ECG d'un berger allemand présentant un épanchement péricardique secondaire à un hémangiosarcome de l'oreillette droite montrant une alternance électrique. Les complexes ORS sont fléchés. Notez l'amplitude des ondes R, S et T alternativement plus ou moins importante dans cet exemple (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.3.3. Onde R crochetée

Bien que l'on observe souvent ces ondes bifides lors de cardiopathie chez les carnivores domestiques, leur signification fait encore l'objet de débat. (Mike m et al, 2009).

En fait, la « maladie cardiaque » est plus importante que l'analyse ECG des moindres détails. Les QRS peuvent apparaître crochetés lors d'infarctus myocardique intramural microscopique ou lorsqu'il existe des zones de fibrose myocardique. Ils sont également observés lors d'anomalies de la conduction intraventriculaire et, lors de préexcitation ventriculaire, une petite encoche est parfois présente dans le segment ascendant de l'onde R. Ces ondes crochetées peuvent également être produites sur le tracé ECG par des artéfacts liés au tremblement musculaire excessif ou à une interférence électrique. (Mike m et al, 2009).

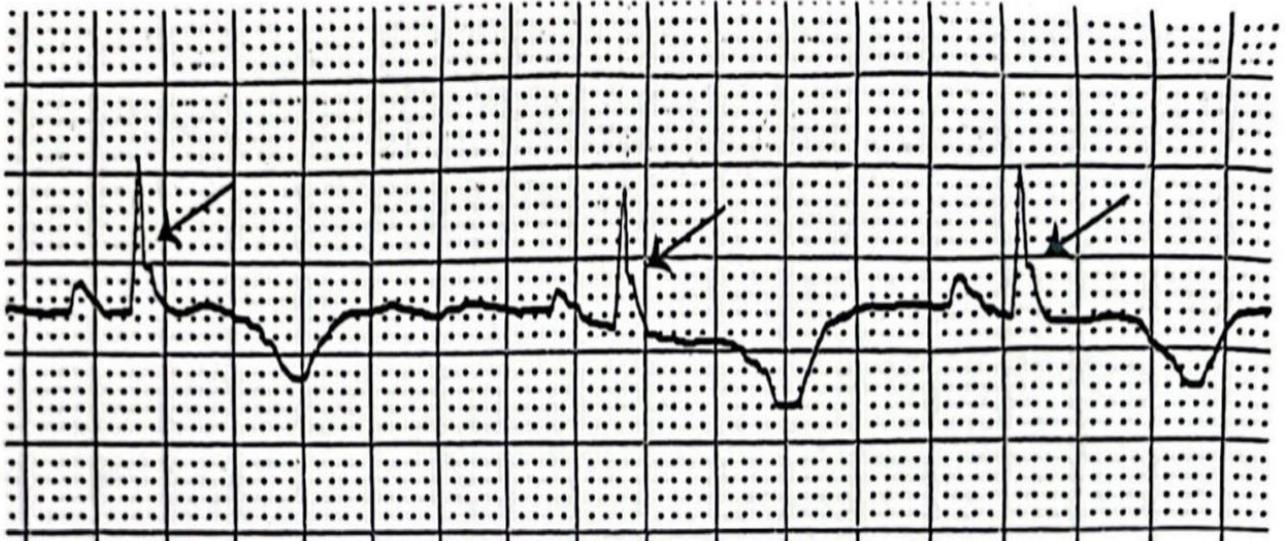


Figure 54 : ECG montrant un complexe QRS crocheté. Enregistré sur un chat présentant une cardiomyopathie dilatée (50 mm/sec et 20 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.3.4. Anomalies de l'intervalle Q-T

L'intervalle Q-T varie légèrement, inversement avec le rythme cardiaque. Il est donc difficile de définir avec précision ce qui est véritablement anormal.

L'allongement de l'intervalle Q-T peut s'observer lors :

- d'hypocalcémie,
- d'hypokaliémie,
- d'hypothermie,
- de traitement à la quinidine,
- d'intoxication à l'éthylène glycol.

Le raccourcissement de l'intervalle Q-T peut s'observer lors :

- d'hyperkaliémie,
- d'hypercalcémie,
- de traitement par les digitaliques,
- de traitement par l'atropine
- de traitement par les bêtabloquants et les inhibiteurs des canaux calciques (antagonistes calciques) (**Mike m et al, 2009**).

6.4.3.5. Anomalies du segment S-T

Une élévation du segment S-T s'observe lors de :

- péricardite (épanchement péricardique).
- d'ischémie sévère ou d'infarctus intéressant par exemple toute l'épaisseur de la paroi. (**Mike m et al, 2009**).

6.4.4. Anomalies de l'onde T

Chez les carnivores domestiques, les ondes T ont une morphologie très variable et la valeur diagnostique de ces modifications est très limitée comparée à celle de l'homme. Il faut peut-être accorder plus d'importance aux modifications de l'onde T par rapport à l'aspect de celle-ci sur un

ECG du même animal enregistré plus tôt. La principale modification est l'apparition d'ondes T de grande taille qui peut être associée à une hyperkaliémie (voir ci-après) ou à une hypoxie myocardique. (Mike m et al, 2009).

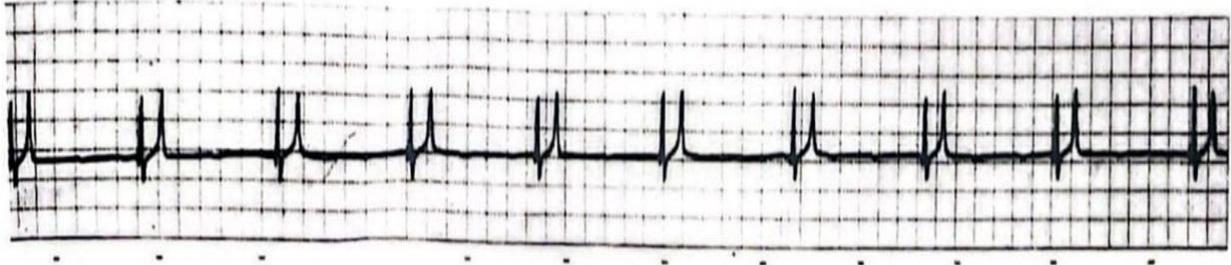


Figure 55 : ECG d'un chien atteint d'hyperkaliémie montrant une bradycardie à 50/min, l'absence d'ondes P (paralysie de l'oreillette) et des ondes T pointues de grande taille (50 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

6.4.5. Hyperkaliémie

L'hyperkaliémie est une cause bien connue d'anomalie de l'ECG (Figure 56) mais il faut se souvenir qu'un ECG normal n'exclut pas une hyperkaliémie (maladie d'Addison) et, en cas de suspicion, il faut toujours mesurer les concentrations sériques en électrolytes (et faire un test de stimulation à l'ACTH).(Mike m et al, 2009).

L'hyperkaliémie peut être associée à la maladie d'Addison, une oligo-anurie aiguë (syndrome d'obstruction urétrale féline), une acidocétose diabétique ou à des lésions graves des muscles squelettiques. (Mike m et al, 2009).

Caractéristiques de l'ECG

Plus l'hyperkaliémie est grave, plus l'ECG présente des modifications, et il se produit la séquence suivante :

- Apparition progressive d'une bradycardie.
- Augmentation de l'amplitude de l'onde T, qui est plus étroite et pointue.
- Diminution progressive de l'amplitude de l'onde R.
- Diminution progressive de l'amplitude de l'onde P.

- Disparition de l'onde P, comme lors de paralysie de l'oreillette, avec un rythme jonctionnel (nodal) lent
- Enfin, fibrillation ou asystolie ventriculaire. (Mike m et al, 2009).

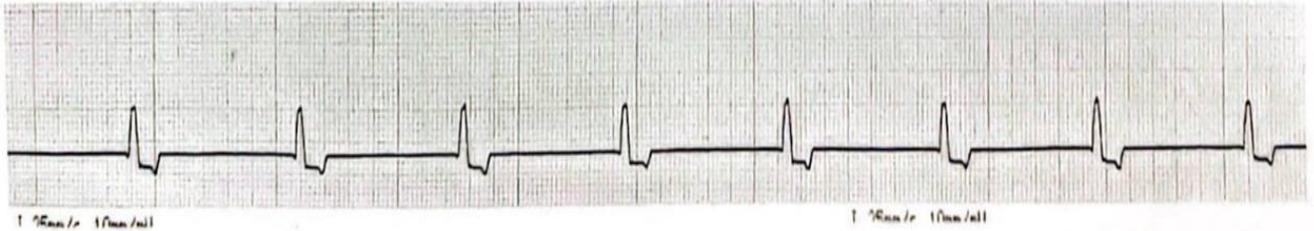


Figure 56 : ECG d'un jeune chien présentant une maladie d'Addison et une paralysie de l'oreillette. L'absence de la « morphologie caractéristique de l'onde T » sur un tracé d'ECG n'exclut pas l'hyperkaliémie (25 mm/sec et 10 mm/mV). (Mike m et al, 2009).

Partie expérimentale

1. Matériel et méthodes

1.1. Lieu et durée d'étude :

L'expérimentation été au niveau du service de pathologies des carnivores, Institut des sciences vétérinaires, université de TIARET durant la période allant du mois de septembre 2023 jusqu'au mois de mai 2024.

1.2. Présentations des cas :

Nous avons effectués un examen d'électrocardiographie sur 20 cas cliniques et nous avons porté attention à 7 chiens de races différentes, 3 mâles et 4 femelles âgés entre 3 mois et 11 ans vue qu'ils présentaient des modifications d'ordres pathologiques de leur fonction cardiaque.

Tableau 3: présentation des cas

Cas	Age	Sexe	Race
1	5ans	Mâle	Berger allemand
2	4ans	Mâle	Lévrier
3	4ans	Femelle	Bichon
4	3mois	Femelle	Rottweiller
5	11ans	Femelle	Croisée char-peî
6	6ans	Femelle	Berger allemand
7	6ans	Mâle	Berger allemand

Après un examen clinique approfondi avec mise en place d'une fiche clinique de chaque cas, dans la plupart des cas, l'animal ne présentait aucun stress, ce qui a facilité la mise en place des électrodes sans aucune nécessité de contention. Certains cas ont nécessité une contention manuelle non chimique tout en évitant de provoquer un stress et ceci afin de permettre la mise en place des électrodes et de réaliser ainsi un tracé ECG.

1.3. Matériel

1. Stéthoscope



Photo 57 : Stéthoscope STARCARE.

2. GEL



Dr Slimani Service de pathologies des carnivores, ISVT 2024

Photo 58 : Gel KLEBER LAB

3. Electrocardiogramme



Dr Slimani Service de pathologies des carnivores, ISVT 2024

Photo 59 : Electrocardiographe EDAN VET ECG version 1.4 série serie-300, utilisé à l'ISV Tiaret

4. Electrodes

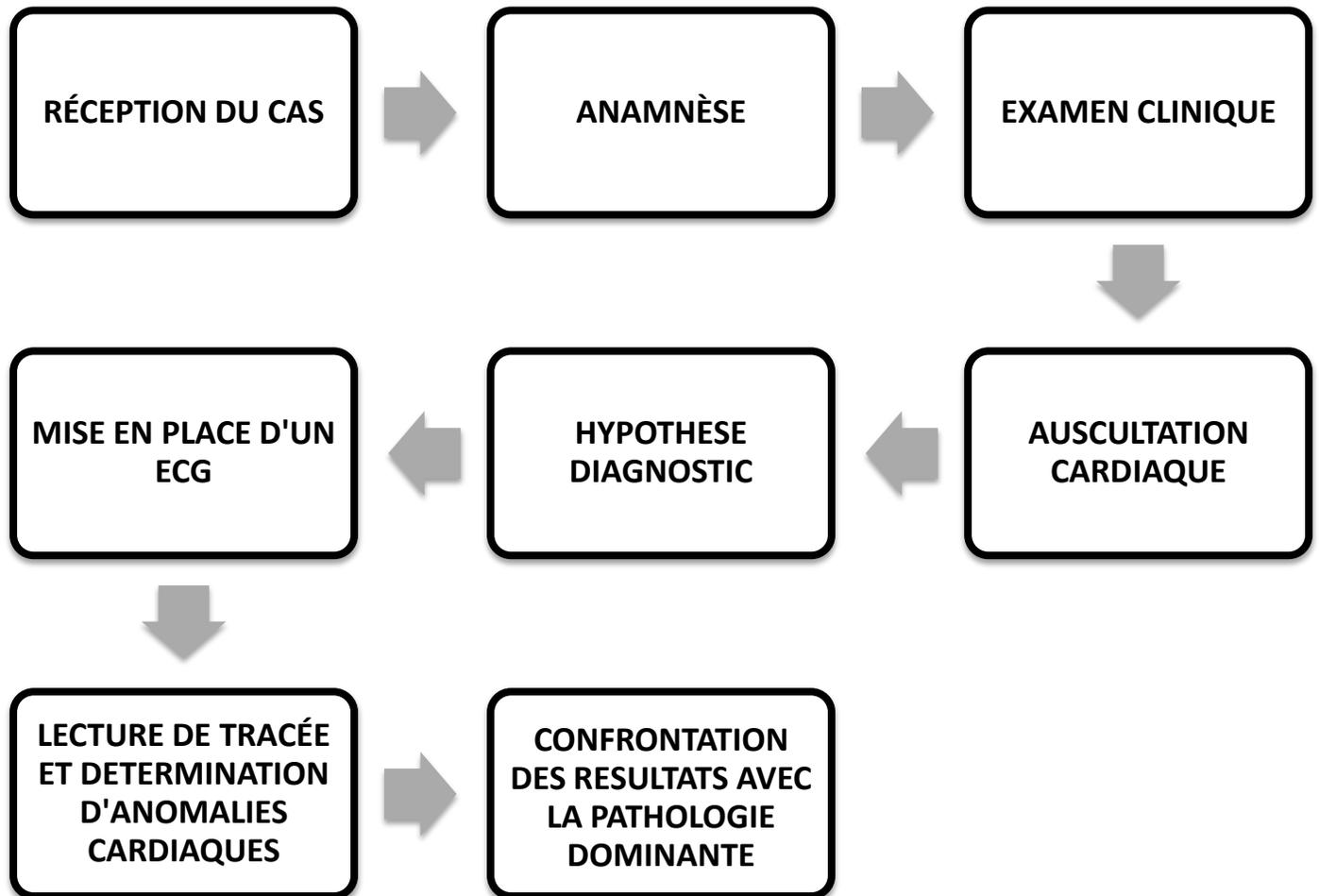


Dr Slimani Service de pathologies des carnivores, ISVT 2024

Photo 60 : Electrodes à pinces crocodiles.

1.4. Méthodes

Examen clinique :



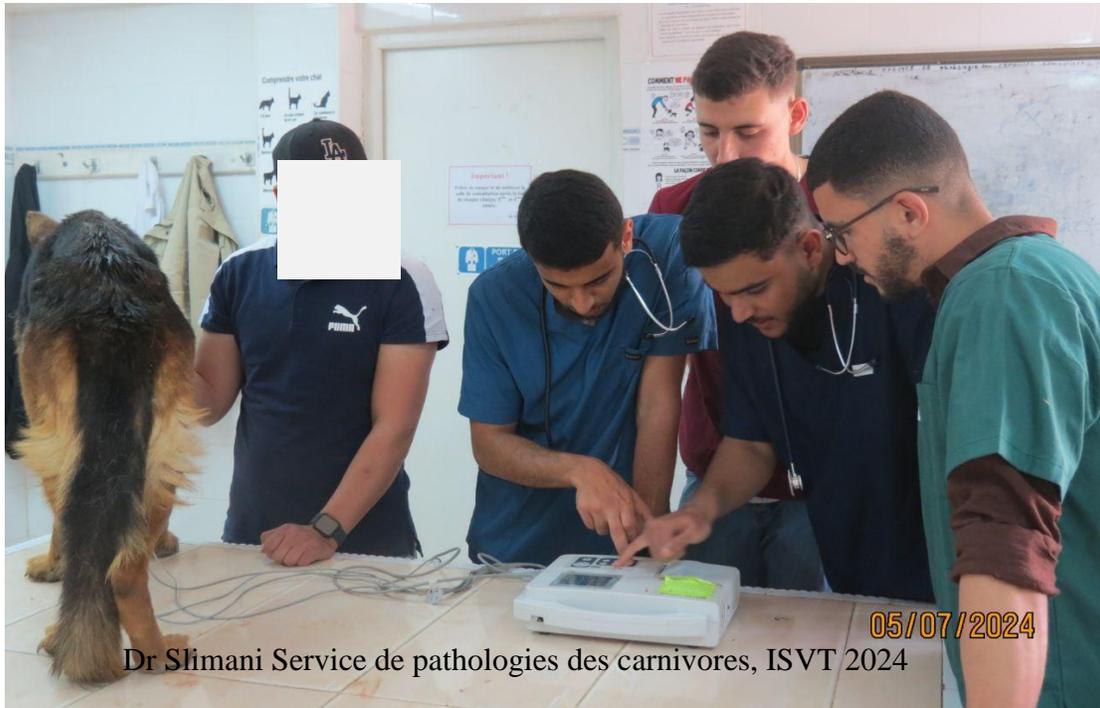


Photo 61: Mise en place d'un électrocardiogramme chez un berger allemand atteint d'une prostatite chronique avec repercussion sur son état générale et la fonction cardiaque.



Photo 62: Mise en place d'un électrocardiogramme chez une chienne braque allemand atteinte par une babesiose aigue.

2. Résultats et discussion

2.1 Présentation clinique des cas :

Cas N1 : WALKER VOL HALVERSHEIN est un berger allemand consulté pour des antécédents d'asthénie physique accompagné d'une forte baisse des performances avec éssoufflement à l'exercice.



Photo 57 : Mâle berger allemand âgé de 5ans consulté pour une baisse des performances physiques et dysoréxie chronique.

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : Le chien en question était suivi pendant 1 mois par un vétérinaire pour une otite chronique, un assourdissement du B2, un pouls synchronisé avec le cœur mais faible, et un déplacement du choc précordial (7-8^{eme} espace intercostale) compatible avec une dilatation cardiomyopathique.

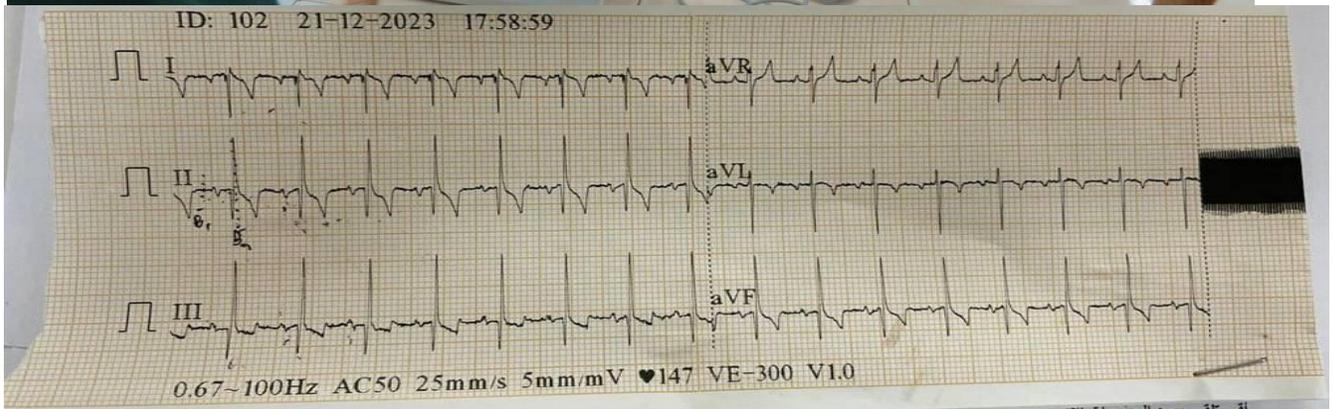


Photo 58 : Mise en place et interprétation d'un ECG de Walker (25 mm/sec et 5 mm/mV).

Interpretation ECG :

On observe une fréquence cardiaque de 147 bpm avec des complexes QRS de même amplitude régulière rythmique, Sur la D1 : tracé inversé, Sur D2 : P inversée et prononciation de Q ce qui signifie que les ventricules sont hyperexcitables et donc un trou électrique, Sur aVR : un tracé inversé (positif) ce qui signifie une déviation de l'axe électrique vers la droite.

Conclusion du cas :

WALKER présente une cardiomyopathie évolutive par une augmentation de volume du ventricule droit dont l'indication apparaît au niveau des six dérivation. Le chien est sous traitement adapté jusqu'à ce jour.

Cas N2 : SHAB est un lévrier âgé de 4 ans, diagnostiqué atteint d'une leptospirose aigue sous sa forme clinique nephritique avec dégradation grave de son état général (septicemie).



Photo 59 : Male lévrier âgé de 4ans atteint d'une leptospirose forme septique.

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : ont note une bradycardie très marquée avec un pouls faible et une dyspnée inspiratoire sévère, hypothermie, pâleur des muqueuses avec pétéchies et une diarrhée hémorragique, le chien présenté également un état de decubitus avec une paralysie spastique et forte rigidité musculaire, lombalgie est une hypertrophie des reins.

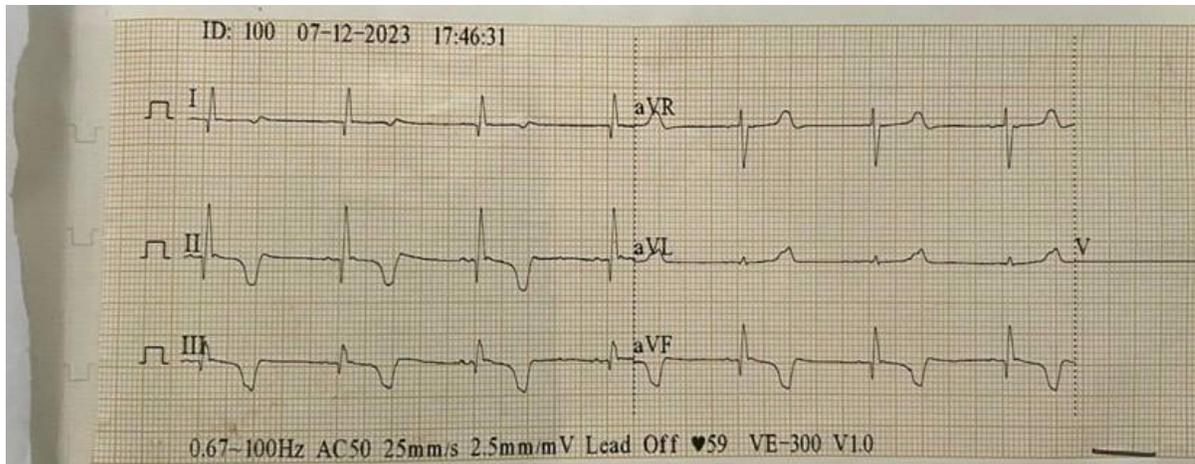


Photo 60 : Le tracé ECG du chien. (25 mm/sec et 2.5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)

Interpretation ECG :

On note une fréquence cardiaque de 59 bpm, des complexes QRS espacés de petites tailles avec un allongement du segment ST et inversement de l'onde T.

Conclusion du cas :

Absence de repolarisations des ventricules indicateurs d'une souffrance du myocarde (hypoxie du myocarde, ischémie cardiaque), le remplissage et systole cardiaque sont défectueux, possibilité d'une endocardite ou une myocardite. Le pronostic vital est engagé et les chances de guérison très limitée, donc nous avons proposé pour ce cas une euthanasie.

Cas N3 : RITA est une chienne de race bichon de 4 ans consultée au pathologie des carnivores pour une asthénie chronique, une toux, et des phases d'hyper excitabilité altérée d'épisodes de boulimie et d'asthénie. Suivi par plusieurs vétérinaires qui ont diagnostiqué une cardiomyopathie dilatée associée à une insuffisance cardiaque congestive d'origine congénitale.



Photo 61: Femelle bichon âgée de 4 ans, qui présente un dysfonctionnement métabolique, liée à une hypothyroïdie fortement suspectée.

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : le cœur fonctionne normalement, B1 B2 audible rythmique, pas d'anomalie des bruits cardiaques. Une température de 38,9 °C. Une respiration costale superficielle et une dyspnée inspiratoire marquées, à la palpation de la trachée une masse anormale qui comprime la trachée compatible avec une hypertrophie de la thyroïde.



Photo 62: Tracé ECG de RITA. (25 mm/sec et 5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)

Interpretation ECG :

On note une fréquence cardiaque de 157 bpm, le tracé révèle une activité électrique normale du cœur rien d'anormal sauf un inversé de T qui est physiologique dans ce cas (Absence d'indicateur de lésion du myocarde ou d'ischémie cardiaque) et donc un cœur normal sain.

L'échographie de la trachée et la radiographie révèlent un relâchement trachéal avec amincissement de la paroi trachéale (parésie de la trachée) :



Figure 63 : Radiographie de la chienne. **T :** trachée.

L'échographie de la région laryngée de la thyroïde révèle une glande thyroïdienne d'aspect échogène normal et présence d'une hypertrophie des lobes latéraux.

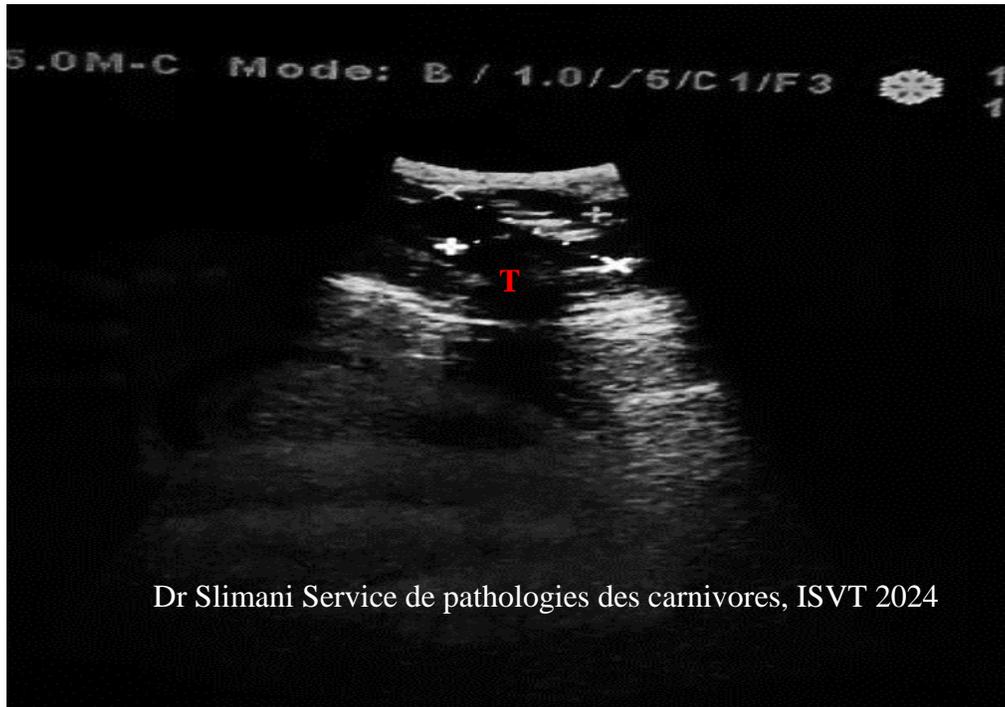


Photo 64 : Echograophie de la region laryngotracheal, présence d'une hypertrophie de la tyroide avec presence d'un kyste anéchogène en coupe transversal, **T : thyroïde.**

Conclusion du cas :

Par l'association de l'examen clinique, échographique et l'ECG on a éliminé l'hypothèse de l'insuffisance cardiaque et confirmé que le cœur de la chienne ne présente aucune anomalie fonctionnelle et que l'examen clinique et l'examen échographique étaient en faveur d'un syndrome d'hypothyroïdie.

NB : le dosage hormonal spécifique n'était pas disponible au niveau du service.

Cas N4 : ELINE est un chiot rottweiler âgé de 3 mois consulté pour des vomissements aigus et présence des parasites dans les selles (ascariose). la chienne était asthénique avec essoufflement depuis sa naissance, à l'anamnèse nous avons reçu l'information que la chienne est issue d'un élevage dont le propriétaire pratique une reproduction à caractère consanguin.



Photo 65 : Femelle rottweiler âgé de 3 mois atteint d'une parvovirose.

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : une forte léthargie, à l'auscultation cardiaque B1 et B2 audibles et rythmiques avec présence d'un souffle cardiaque systolique au niveau du 5^{ème} espace intercostale très marqué. Fréquence respiratoire de 25 MV/m, muqueuse oculaire et buccale pâle, douleur abdominale à la palpation, A l'auscultation de l'appareil respiratoire bruit mat au lobe pulmonaire gauche (OAP : œdèmes aigus de poumons).

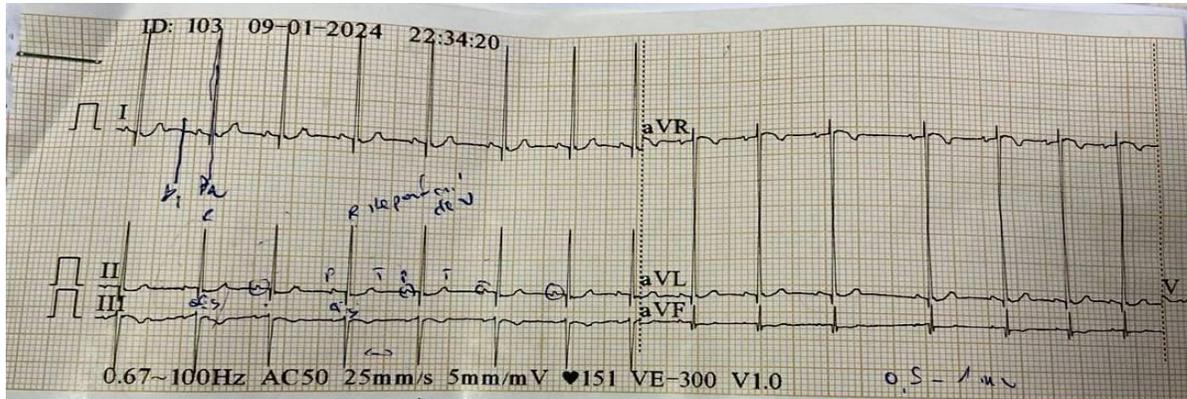


Photo 66 : Le tracé ECG de la chienne. (25 mm/sec et 5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)

Interpretation ECG : On note une fréquence cardiaque de 151 bpm, des complexes QRS de forte amplitude et d'un espacement régulier. Il est net que la dérivation aVL est positif et très ample c'est la dérivation unipolaire gauche alors que dans l'état normal elle doit être négative, La même chose pour la dérivation D3 elle est négatif alors que dans l'état physiologique elle doit être positive. Ce qui signifie que l'axe électrique est déplacé donc à gauche et donc une augmentation de volume ventriculaire gauche dans ce cas forte suspicion de l'existence d'une maladie valvulaire dégénérative mitrale (MVD) lorsque la régurgitation devient importante, la compensation cardiaque se manifeste par une surcharge volumique gauche (augmentation de volume de l'atrium et de ventricule gauche).

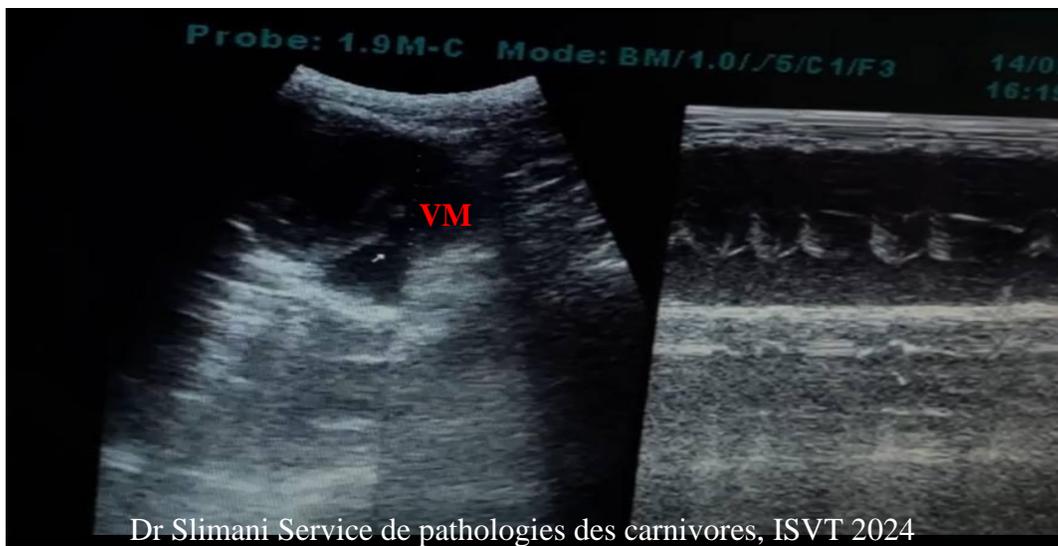


Photo 67 : Echographie cardiaque de la chienne. VM : valve mitrale.

L'échographie cardiaque a révélé une paralysie de la valve mitrale est confirmé l'insuffisance mitrale probablement d'origine congénitale l'état du cœur est également compliqué par l'installation d'une infection virale (parvovirose) dont le virus présente également un tropisme cardiaque.

Autopsie : une cardiopathie gauche avec insuffisance mitrale.



Photo 68 : Le cœur après autopsie de la chienne, une augmentation de volume ventriculaire gauche (cardiomyopathie confirmée)

Conclusion du cas :

L'aspect racial de la chienne issue d'un élevage consanguin, les antécédents d'asthénie et d'essoufflement depuis la naissance, laisse suggérer l'existence d'une cardiopathie congénitale.

Ce facteur confère une certaine défaillance des défenses immunitaires du sujet avec l'installation rapide à cet âge d'une infection virale qui, en plus des effets sur les autres organes, notamment l'appareil digestif, affecte également le muscle cardiaque vu le tropisme du parvovirus ce qui complique la situation.

Existence d'une valvulopathie mitrale accompagnée d'une modification nette du volume d'éjection systolique avec répercussion sur la circulation pulmonaire de ce fait, on obtient également une hypertension secondaire au niveau de l'artère pulmonaire d'où une insuffisance respiratoire. Comme complication.

Cas N5 : Piggy est une femelle charpei âgée de 11 ans, consultée pour une asthénie, dysorexie, une dyspnée respiratoire et une masse abdominale. La chienne a des antécédents d'un pyomètre à col ouvert récidivant.



Photo 69 : Femelle sharpei âgée de 11 ans atteinte d'unemetrite chronique.

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : présence des râles expiratoires permanentes sans présence de matités détectées au niveau de l'aire pulmonaire gauche et droite. B1 B2 légèrement sourde, présence d'une légère irrégularité dans le rythme cardiaque plus long voire une bradycardie avec un effet inotrope négatif ; accompagner est une discordance entre le pouls et la fréquence cardiaque. La chienne présente également une masse mammaire et des écoulements vulvaires purulents, une réaction ganglionnaire sous maxillaire et poplitée marquée.

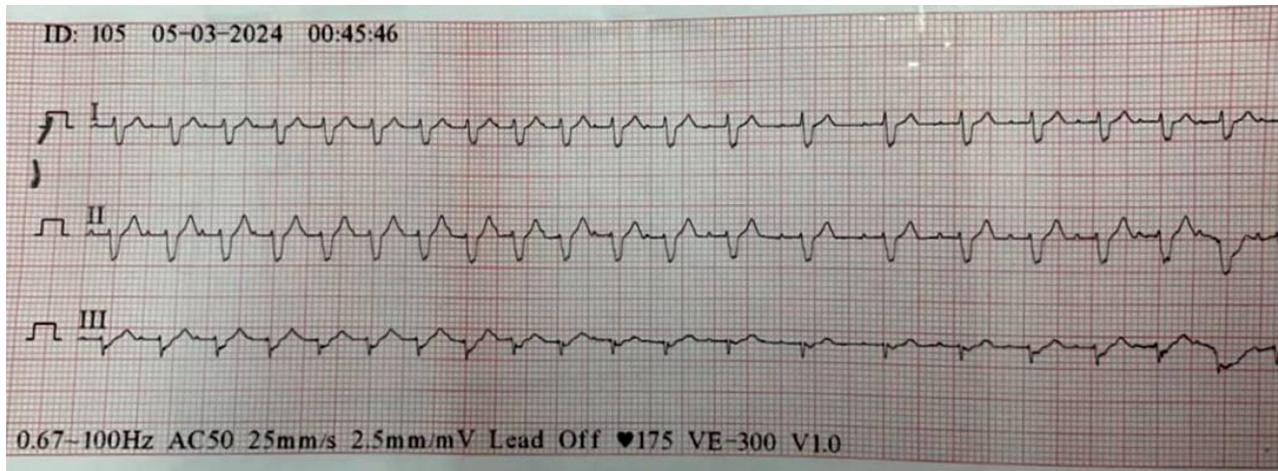


Photo 70 : Le tracé ECG de la chienne. (25 mm/sec et 2.5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)

Interpretation ECG : On note une fréquence cardiaque de 175 bpm, le rythme sinusal est normal des complexes QRS réguliers notez que la morphologie anormale de ces complexes QRS, il présente un allongement de la durée du QRS et une onde T aberrante.

L'échographie a montré un épaississement de la paroi utérine et présence d'un contenu anéchogène.

Conclusion du cas :

La chienne souffre d'une métrite chronique avec une insuffisance cardiaque il s'agit d'un bloc de la branche droit qui se produit en cas d'absence ou retard de la conduction de l'influx traversant la branche droite du faisceau de HIS comme il apparaît dans les trois dérivations.

La dépolarisation de la masse du ventricule passe par l'intermédiaire des cellules myocardiques d'où l'apparition d'un complexe QRS plus longtemp (plus large) effet bathmotrope négatif. C'est une anomalie irréversible due au vieil âge de la chienne. La chienne est sous traitement contre l'infection utérine.

Cas N6 : Carla est une chienne berger allemand âgé de 6 ans consultée pour une asthénie, anorexie, difficulté à la miction, ce tableau clinique évolue depuis 1 mois.



Photo 71 : Femelle berger allemand âgé de 6 ans atteint d'une Ehrlichiose associée compliqué d'un état d'anémie.

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : B1 B2 audibles arythmiques, une détresse respiratoire avec respiration abdominale, une adénopathie généralisée.

L'échographie abdominale : révèle une cystite, une splénomégalie, une hépatomégalie.

La cytoponction des ganglions lymphatiques confirme la présence d'une infection à *Ehrlichia canis* (Ehrlichiose monocyttaire canine).

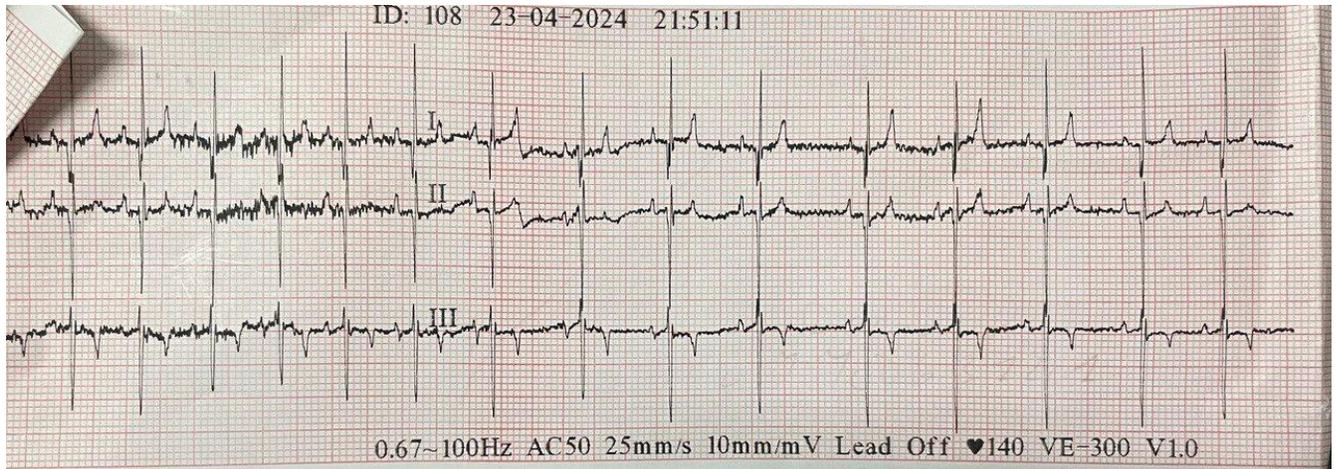


Photo 72 : Le tracé ECG de la chienne. (25 mm/sec et 10 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)

Interpretation ECG :

On note une fréquence cardiaque de 140 bpm, des complexes QRS de différentes amplitudes avec un rythme régulier, les complexes QRS de petites tailles qui ont une onde S profonde, l'onde P est remplacé par les dents de scie, l'onde T est très ample.

Conclusion du cas :

La chienne souffre d'une pathologie du sang qui se traduit par l'installation d'un syndrome inflammatoire systemique chronique, de ce fait il existe une fibrillation auriculaire (onde P) et une mauvaise systole ventriculaire (complexes QRS inversés) avec un signe de l'existence d'une hyperkaliémie (les QRS fusionnent avec l'onde T). On note également une augmentation de volume ventriculaire droit (onde S profonde).

La chienne a reçu une transfusion sanguine et la chienne est sous traitement anti infectieux.

Cas N7 : Enzo est un berger allemand âgé de 6 ans consulté pour une hématurie et lombalgie évoluant depuis 12 mois, diagnostic d'une HBP (hypertrophie bénigne de la prostate compliquée d'une prostatite chronique).



Dr Slimani Service de pathologies des carnivores, ISVT 2024

Photo 73 : Mâle berger allemand âgée de 6 ans atteint une prostatite chronique.

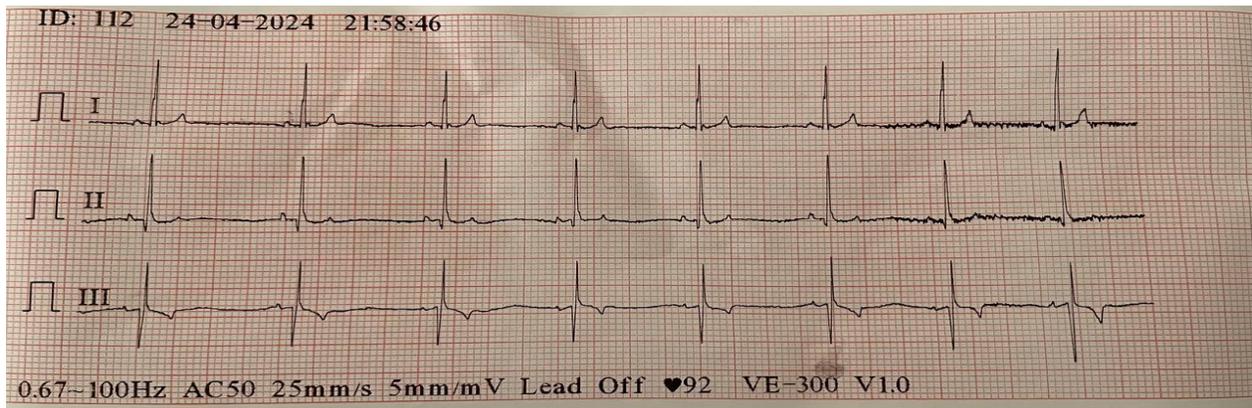


Photo 74 : Le tracé ECG de chien. (25 mm/sec et 5 mm/mV) (Photographie avec autorisation du Dr. Slimani K.)

A l'examen clinique et l'auscultation cardiaque : B1 audible, B2 faible et parfois absent, des bruits trachéo-bronchiques normaux, une température de 38,4°C des muqueuses roses humides, présence de perte de sang au niveau de l'appareil génital (le sarcome de sticker est exclu).

Interpretation ECG :

On note une fréquence cardiaque de 93 bpm, des complexes QRS réguliers de même amplitude. L'onde P n'est pas suivie par un complexe QRS alternativement (2 ondes P suivies par un seul QRS). La fibrillation auriculaire est aussi marquée en fin de tracé.

Conclusion du cas :

Le chien présente une interruption intermittente de conduction du nœud AV aux ventricules. Dans ce cas, il se produit une dépolarisation des oreillettes non suivie de la dépolarisation des ventricules. C'est un BAV du second degré. Ce qui explique l'assourdissement alternatif de B2. Cette anomalie est l'origine d'un trouble de conduction qui est lié à l'infection chronique de la prostate du chien qui a causé une dégradation de son état général avec présence de perte hémorragique génitale chronique.

Discussion

Dans notre étude, on a constaté que le diagnostic des arythmies cardiaque par ECG est indispensable, d'où certains cas cardiopathes ou certaines arythmies cardiaques sont diagnostiqué au hasard, où les patients sont venus pour des symptômes et un diagnostic d'autre maladie. L'arythmie cardiaque et aussi parfois non détectable lors auscultation par un stéthoscope.

Dans ces cas l'ECG a été utilisé pour une surveillance cardiaque pour les patients malades ou pour une évaluation cardiaque avant une chirurgie, une transfusion sanguine, un monitoring ou même un traitement. D'après **Miller 2017 (Site 12)** L'ECG est donc une technique qui consiste à recueillir les potentiels électriques cardiaques au cours du temps grâce à des électrodes formant des dérivations électrocardiographiques et à les transcrire graphiquement grâce à un électrocardiographe.

Cette évaluation nous permet a détecté les arythmies cardiaques dites secondaire suite a une autre maladie qui a une influence directe ou indirect sur le cœur, ainsi la cohérence entre le diagnostic clinique et les examen complémentaires avec l'électrocardiogramme conduit a la clarification et la compréhension du cas est don conduit a un traitement spécifique qui est parfois étiologique (il faut éliminer la cause principale pour éliminer l'arythmie cardiaque alors que le traitement de l'arythmie ne donne aucune résultat).

En outre, dans certains cas l'arythmie a été détectée lors de l'examen clinique et nécessite un examen électrocardiographique pour confirmer et déterminer le type d'arythmie.

L'effectif dans cette expérimentation est composé de cas de différents âges, différentes races, et différentes arythmies. Alors on a observé que les atteints cardiaque sont divisées en 3 étiologies :

- Génétique : ou dite cardiopathie congénitale suite à une prédisposition raciale.
- Secondaire : complication a une autre maladie infecteieuse ou non infecteieuse
- Age : le vieillissement du patient.

On premier lieu il faut bien régler la vitesse de déroulement du papier et le calibrage selon le cas clinique pour une meilleur interprétation du tracé. D'après **Mike m et al, 2009** Si le chien a une fréquence cardiaque normale, réglez la vitesse sur 25 mm/sec, mais si sa fréquence cardiaque est

plus rapide, réglez la vitesse de déroulement du papier sur 50 mm/sec, si le chien a une fréquence cardiaque normale, réglez la vitesse sur 25 mm/sec, mais si sa fréquence cardiaque est plus rapide, réglez la vitesse de déroulement du papier sur 50 mm/sec..

Une auscultation cardiaque ne signifie pas qu'il n'y a pas d'arythmie, certaines arythmies sont indétectables par stéthoscope, il faut toujours utiliser l'ECG en cas d'une suspicion.

Il est préférable d'interpréter les tracés des 6 dérivations pour déterminer l'arythmie cardiaque. Chaque inversions du tracé positivement ou négativement signifie qu'il y a une déviation de l'axe électrique, une augmentation de volume d'un des deux côtés, d'après **Mike m et al, 2009** le complexe QRS représente la direction et l'amplitude moyennes de cette onde de dépolarisation. Si le QRS est positif de manière prédominante (donc dirigé vers le haut), l'onde de dépolarisation se dirige globalement (en moyenne) vers l'électrode positive (+ve). À l'inverse, si le QRS est négatif (vers le bas), l'onde de dépolarisation s'éloigne de l'électrode positive (+ve). Lorsque le complexe QRS est aussi positif que négatif (ou isodiphasique) et généralement aussi de petite taille, l'onde de dépolarisation se propage perpendiculairement à l'électrode positive (+ve).

Conclusion

A la fin de cette étude, on conclure que l'existence d'une modification dans une ou plusieurs composantes du rythme cardiaque détectées au cours d'un examen clinique par auscultation ne doit pas être négligée et nécessite désormais une exploration par électrocardiographie. Cet examen est simple à réaliser, bien toléré, non invasif, ne nécessitant pas forcément une contention chimique de l'animal. C'est un examen fortement utile ce que nous avons constaté durant notre étude clinique, il offre aux cliniciens une idée plus précise sur la nature du trouble affectant l'activité électrique du cœur.

Il permet de mieux confronter les résultats de cet examen à ceux de l'examen clinique et du motif de consultation afin d'aboutir à un diagnostic précis et une gestion thérapeutique rationnelle en prenant en considération l'état de la fonction cardiaque, particulièrement pour les cas qui nécessitent des soins intensifs et des thérapies lourdes.

Références bibliographiques

- 1/ Anthony Barthelemy et al. abrégé des urgences vétérinaires / MEDCOM. 2019, p : 247.
- 2/ Claudio Bussadori et al. Textbook of CARDIOVASCULAR MEDICINE in dogs and cats. 2023 Edra Publishing US LLC – All rights reserved, p : 135-145
- 3/ Dr Mike MARTIN et al. VADE-MECUM DE L'ECG DES CARNIVORES DOMESTIQUES. 978-2354-030353/2009, p : 3-118.
- 4/ GAYNOR JS, DUNLOP CI, WAGNER AE, WERTZ EM, GOLDEN AE, DEMME WC (1999), Complications and mortality associated with anesthesia in dogs and cats, Journal of the American Animal Hospital Association.
- 5/ Site 8 : <http://www.chartes.psl/12/06/2024>.
- 6/ Site 9 : <http://Electrocardiography.com/09/05/2024>
- 7/ Site 7 : <http://worldwidevet.over-blog.com/15/05/2024>
- 8/ Site 1 : <http://www.vet-ecg.ddns.net/18/05/2024>
- 9/ Site 3 : <https://www.alamyimages.fr/18/05/2024>
- 10/ Site 6 : <https://www.chien.com/19/05/2024>
- 11/ Site 2 : <https://www.e-cardiogram.com/20/05/2024>
- 12/ Site 5 : <https://www.meditech.com.cn/21/06/2024>.
- 13/ Site 11 : <https://www.msmanuals.com/25/05/2024>
- 14/ Site 12 : <https://pubmed.ncbi.nlm/09/06/2024>.
- 15/ Site 10 : <https://www.toutoupourlechien.com12/06/2024>.
- 16/ Site 4 : <https://www.medicalexpo.fr/12/06/2024>.

17/ K. M. Dyce, W. O. Sack, C. J. G. Wensing : Textbook of veterinary anatomy.

18/ MARINO D, MATTHIESEN D, FOX P, LESSER M, STAMOULIS M (2016), Ventricular arrhythmias in dogs undergoing splenectomy: a prospective study, Veterinary Surgery.

19/ Mark Oyama, Marc S. Kraus, Anna R Gelzer Rapid Review of ECG Interpretation in Small Animal Practice.2020.