

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Constantine 1  
Institut des Sciences Vétérinaires



جامعة قسنطينة 1  
معهد العلوم البيطرية



## **Support des Travaux pratiques Module : Sémiologie des carnivores Rotation N° 5**

### **Electrocardiogramme chez le chien et le chat**

*Elaboré par Dr Djemai AS*

### 1. Définition

Le cœur est périodiquement le siège d'une activité électrique ; celle-ci est représentée par une onde de dépolarisation qui se propage depuis le nœud sinusal jusqu'à l'ensemble de la masse ventriculaire. L'électrocardiogramme (ECG) est l'enregistrement de cette activité électrique du cœur en fonction du temps. Cet enregistrement est réalisé grâce à des électrodes cutanées placées en des points déterminés permettant de définir des dérivations conventionnelles.

### 2. Indication

L'ECG prend une position solide en pratique des petits animaux, compte tenu de l'importance relativement des affections cardiaques chez le chien et le chat, toutefois, il ne peut pas remplacer les autres méthodes d'examen cardiologique et particulièrement l'auscultation. L'ECG est pratiqué en première intention dans le diagnostic de nombreuses pathologies à noter :

- Troubles du rythme.
- Lésions myocardique.
- Dyspnée importante.
- Choc.
- Syncope ou convulsion.
- Suivi per- et post-opératoire.
- Traitement aux anti-arythmiques.
- Déséquilibres électrolytiques (hypokaliémie).
- Cardiomégalie.
- Exercice et aptitudes sportives (animaux sportifs).

### 3. Principes de l'analyse vectorielle

Le cœur est situé dans un milieu conducteur. Au repos, les cellules cardiaques sont polarisées :

- Positivement à l'extérieur.
- Négativement à l'intérieur.

Lorsque les cellules se dépolarisent, il y a inversion de la polarité : La cellule cardiaque devient alors électronegative à l'extérieur et électropositive à l'intérieur.

L'activité électrique cardiaque normale prend naissance dans le nœud sinusal (centre de l'automatisme cardiaque) puis se propage selon un cheminement déterminé : nœud sinusal (1), myocarde auriculaire (2), nœud auriculo-ventriculaire d'Aschoff-Tawara (3), faisceau de His (4) et ses branches gauche (5) et droite (6), réseau sous-endocarditique de Purkinje (7), myocarde ventriculaire (8).

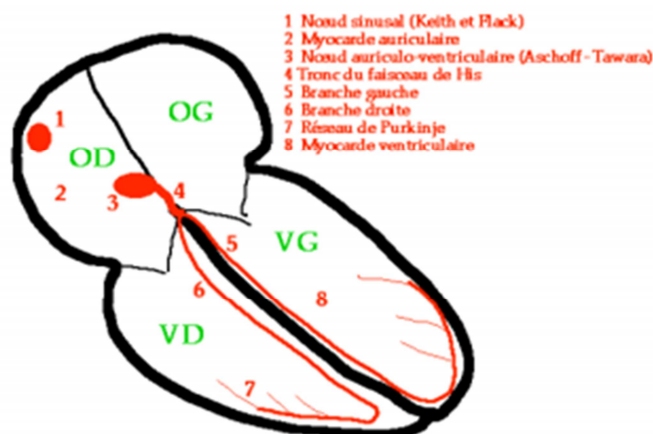


Figure 1. Tissu nodal.

### 3.1. Constitution électrique du cœur et théorie du dipôle

Une compréhension de l'ECG débute par la représentation d'un dipôle électrique au sein d'un milieu conducteur. Un dipôle est un système constitué de deux charges électriques de signe contraire, très rapprochées l'une de l'autre. Il est caractérisé à chaque instant par un vecteur définie par :

- Son point d'application : pôle positif du dipôle.
- Sa direction.
- Son sens : Celui qui va du pôle négatif vers le pôle positif
- Son module.

La somme des effets de ces phénomènes électriques à travers les parois des deux ventricules consiste alors en un large dipôle électrique, dirigé en diagonale vers le bas et vers la gauche de l'animal. Cette direction vers la gauche s'explique par deux raisons :

- L'axe cardiaque est incliné vers la gauche.
- La masse du ventricule gauche est nettement supérieure à celle du ventricule droit, d'où il résulte que les dipôles créés par la dépolarisation de la paroi du ventricule gauche dominent électriquement ceux créés par la dépolarisation du ventricule droit.

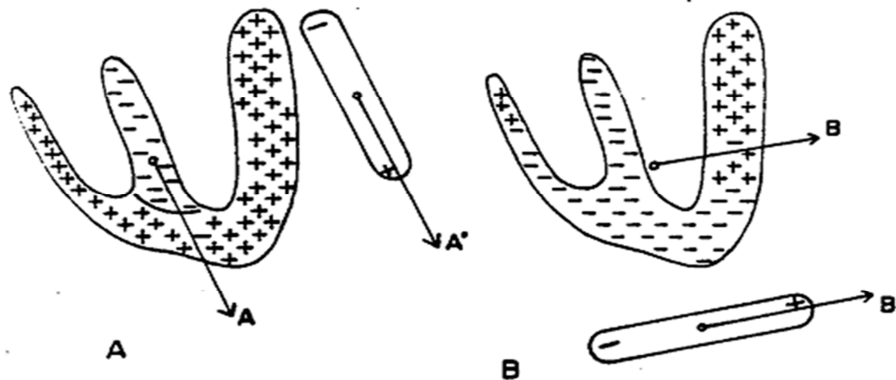


Figure 2. Représentation d'un système de charge cardiaque par un vecteur dipôle.

### 3.2. Dérivation électrocardiographique usuelles chez le chat et le chien

On distingue chez le chien et le chat 2 types de dérivations :

- Dérivations bipolaires, mesurant les différences de potentiel entre 2 électrodes placées sur le corps de l'animal. On utilise le plus fréquemment, chez ces espèces les trois dérivations bipolaires périphériques d'Einthoven :

- Dérivation I entre les antérieurs droits et gauche.
- Dérivation II entre l'antérieur droit et le postérieur gauche.
- Dérivation III entre l'antérieur gauche et le postérieur gauche.

- Dérivation unipolaires : L'enregistrement est réalisé au moyen d'une électrode exploratrice considérée comme positive, les autres électrodes étant réunies en une seule électrode commune considérée comme négative.

### 3.3. Définition d'un triangle équilatéral chez l'homme.

- DI : Dérivation prise entre R (antérieur droit) et L (antérieur gauche) en plaçant le pôle négatif du galvanomètre sur R.
- DII : Dérivation prise entre R et F (postérieur gauche) en plaçant le pôle négatif du galvanomètre en R.
- DIII : Dérivation prise entre L et F avec L pour pôle négatif.

L'activité du cœur sera représentée par un vecteur ayant pour origine le centre de gravité du triangle équilatéral.

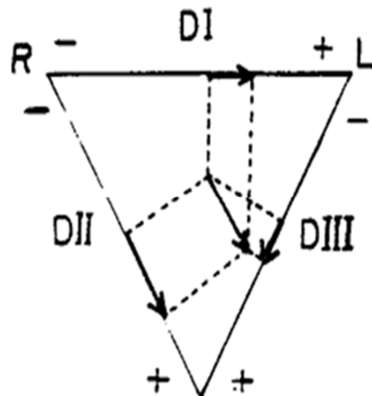


Figure 3. Définition des 3 dérivation standard bipolaires.

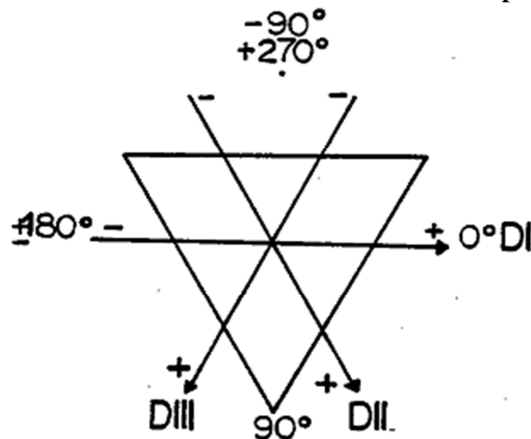


Figure 4. Remplacement du triangle par tri-axe équivalent.

Pour faciliter la représentation du vecteur, on le projette sur un tri-axe obtenu par une simple translation des côtés du triangle : ce tri-axe est gradué, le 0° correspondant à l'horizontale gauche.

Par convention les déflexions des galvanomètres sont dites :

- Positives lorsqu'elles sont au-dessus de la ligne isoélectrique.
- Déflexion positive lorsque la projection du vecteur dipôle est dirigée vers le pôle positif.
- Déflexion négative lorsque la projection de ce vecteur s'éloigne du pôle positif.

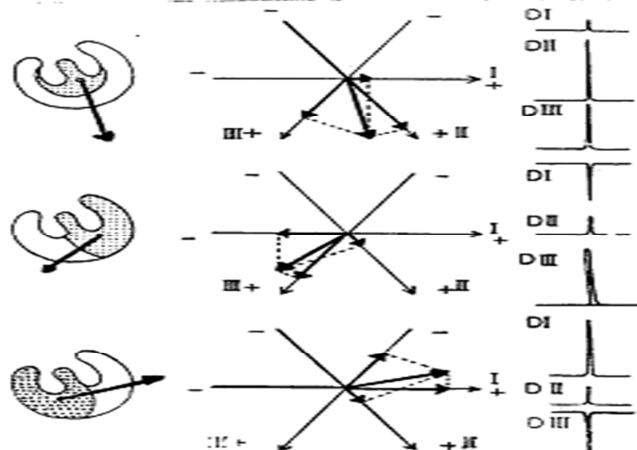


Figure 5. Représentation sur un triaxe de 3 vecteur dipôles de dépolarisation ventriculaire avec leur tracution électrocardiographique.

#### 4. Tracé électrocardiographique type

Le tracé électrocardiographique type de dérivation standard (DII) chez l'homme est formé par des ondes et des segments qui sont repérés par des lettres :

- Onde P (auriculogramme) : Correspond à la dépolarisation des oreillettes, à partir de l'activation née au nœud sinusal.
- Complexe QRS : Correspond à la dépolarisation du septum et des ventricules (ventriculogramme).
- Onde T : Traduit la repolarisation ventriculaire (la repolarisation auriculaire étant masquée électriquement par la dépolarisation ventriculaire).
- Le segment PR correspond au temps de passage de l'activation de l'oreillette au nœud atrio-ventriculaire (NAV).

Quelle que soit la position des électrodes et l'espèce à laquelle on s'adresse, on retrouve toujours une onde P, un complexe QRS et une onde T. Cependant, la morphologie, le sens et l'amplitude des ondes sont très différents.

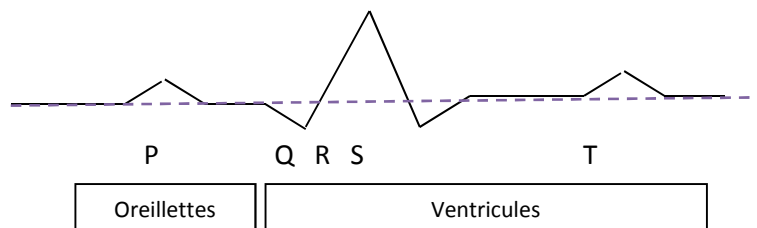


Figure 6. Tracé d'électrocardiogramme.

#### 5. Technique d'enregistrement et de lecture d'un tracé ECG

Les techniques décrites ci-dessous sont valables chez les carnivores domestiques.

##### 5.1. Dérivations

Les principales dérivations utilisées en cliniques sont la dérivation standard bipolaire : DI, DII, DIII. La plupart des références bibliographiques en électrocardiographie canine ou féline citent ce système de dérivation :

- A l'antérieur droit, l'électrode rouge
- A l'antérieur gauche, le jaune
- Au postérieur droit, la noire (masse)
- Au postérieur gauche, la verte.

##### 5.2. Réalisation

L'électrocardiographe fonctionne suivant le principe d'un galvanomètre. La vitesse de déroulement du papier est réglée sur 25 à 50mm/s chez le chien et le chat, et 25mm/s chez le cheval. Le contact des électrodes est effectué par des pinces « crocodiles », des aiguilles ou des bracelets.

Pour éviter les artefacts, on dispose l'animal sur un support isolant, non conducteur. L'animal est maintenu en décubitus latéral droit. Les membres ne doivent pas se trouver en contact et doivent être perpendiculaires à l'axe longitudinal du corps. Une tranquillisation peut être nécessaire, mais elle peut induire des troubles du rythme. Dans l'espèce équine l'animal est maintenu debout.

Les électrodes sont placées directement sur la peau humidifiée (avec un gel spécial, de l'alcool ou du sérum physiologique).

##### 5.3. Lecture du tracé

Les étapes successives de l'analyse du tracé sont :

- Détermination de la fréquence cardiaque : Chez l'homme, on mesure généralement, la fréquence cardiaque à partir de l'intervalle entre les R de deux systoles consécutives au moyen de la formule :

$$\text{Fréquence} = 60 / \text{Intervalle RR en secondes (s)}$$

Chez le chien, en raison de l'arythmie respiratoire, l'intervalle RR n'est pas constant et cette formule ne convient que pour la mesure de l'intervalle RR moyen. Il est plus facile chez le chien d'établir la fréquence en mesurant, sur un ECG fait à 50 mm/s, la fréquence sur une longueur de 30 cm (=6 s) et de multiplier par 10 pour obtenir la fréquence par minute. Chez presque tous les

chiens la fréquence cardiaque est nettement augmentée lors d'ECG du fait de l'excitation. C'est pourquoi, il ne faut pas négliger de noter la fréquence cardiaque au cours de l'auscultation et de l'étude du pouls.

- Evaluation du rythme cardiaque : inspection du tracé, identification des ondes P et des complexes QRS, concordance P-QRS
- Mesure des durées et des amplitudes : onde P, intervalle PR, complexe QRS, segment ST, onde T, intervalle QT
- Détermination de l'axe électrique : L'axe électrique est parallèle à l'orientation de la plus grande déflexion du complexe QRS.

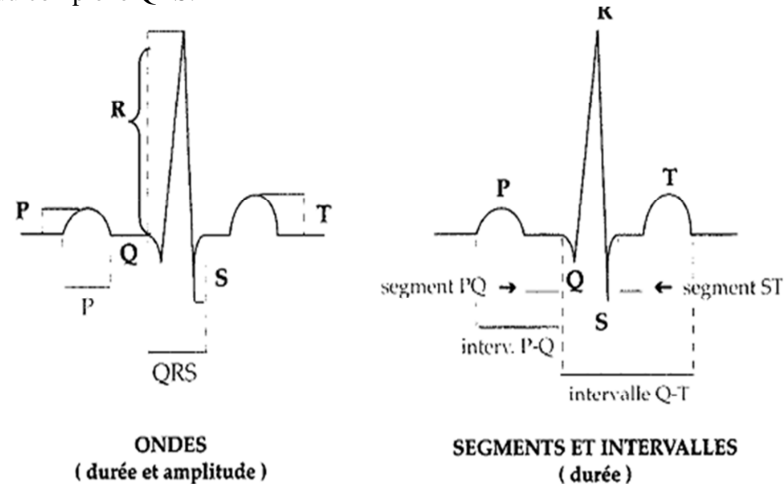


Figure 7. Mise en évidence des ondes et des intervalles d'un ECG.

#### 5.4. Interprétation du tracé

Il est recommandé de suivre un plan rigide d'interprétation :

##### Mesure de la fréquence cardiaque

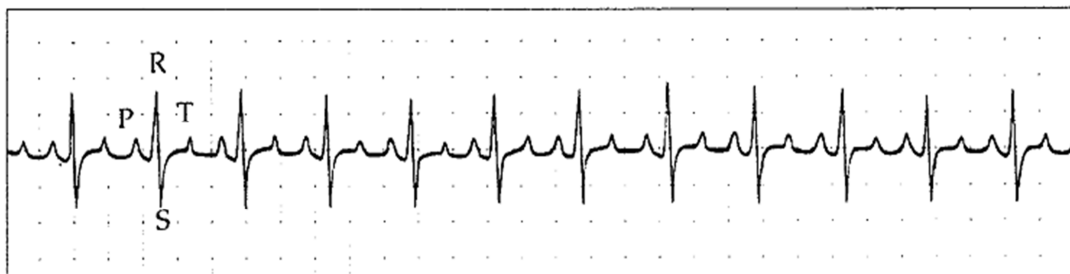
Il est plus facile chez le chien d'établir la fréquence cardiaque en mesurant sur un ECG fait à 50 mm/s la fréquence sur une longueur de 30 cm (= 6 s) et de multiplier par 10 pour obtenir la fréquence par minute. Sur un ECG la fréquence est généralement augmentée du fait de l'excitation.

##### Appréciation du rythme cardiaque

Le Rythme cardiaque normal est commandé par des excitations nées dans le nœud sinusal (sino-auriculaire). Un rythme cardiaque est dit sinusal à l'ECG si :

- Toute onde P est suivie d'un complexe QRS
- Tout complexe QRS est précédé d'une onde P
- L'intervalle PR est constant, et inférieur à 0,13s chez le chien, 0,09s chez le chat
- La morphologie de l'onde P est normale et QRS est supra-ventriculaire.

D2, 0.5cm=1mV, 25mm/s.

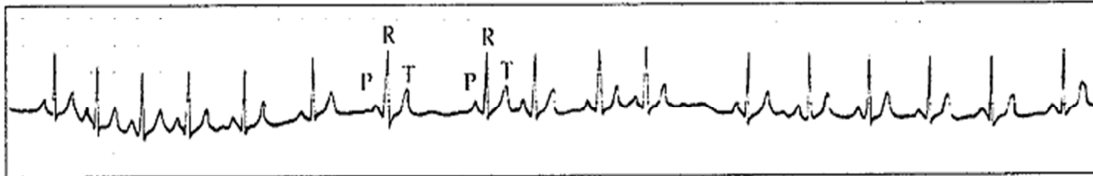


On observe une succession régulière de cycles cardiaques R-R répondant aux critères caractéristiques du rythme sinusal. La FC est de 125 bpm, ce qui est normal chez un chien de moyen format.

Figure 8. Rythme sinusal régulier.

Arythmie sinusal respiratoire : Chez le chien âgé de plus de 4 semaines, il existe au repos une arythmie cardiaque physiologique d'origine vagale avec un ralentissement du cœur à l'expiration et accélération à l'inspiration. Cette arythmie respiratoire ne disparaît que lorsque la fréquence cardiaque est élevée. Il est donc recommandé au cours de l'enregistrement d'observer si l'arythmie est synchronisée à la respiration. Il faut considérer comme pathologique toutes les arythmies sans rapport avec la respiration ou s'accroissant après un effort.

*D2, 0.5cm=1mV, 25mm/s.*



*On observe une alternance de cycles P-P courts et P-P longs. Cette alternance est régulière et synchronisée des mouvements respiratoires. La FC est de 115 bpm.*

Figure 9. Arythmie sinusal respiratoire.

Tableau 1. Quelques paramètres à noter lors de l'interprétation de l'ECG.

	Chien		Chat	
	Largeur	Amplitude	Largeur	Amplitude
Fréquence	60 – 160 bpm (220 chez le chiot)		120 – 240 bpm	
Rythme physiologique	Sinusal, parfois arythmie sinusal ou wandering pacemaker		Sinusal, parfois tachycardie sinusal liée au stress	
Onde P	Max 0,04 – 0,05 s	Max 0,4 mV	Max 0,04 s	Max 0,2 mV
Intervalle PR	0,06 – 0,13 s		0,05 – 0,09 s	
Complexe QRS	Max 0,05 – 0,06 s	Max 2,5 – 3 mV (onde R)	Max 0,04 s	Max 0,9 mV (onde R)
Onde T	Positive, négative ou diphasique	1/4 de R	Positive, négative ou diphasique	Max 0,3 mV
Intervalle QT	0,15 – 0,25 s (- si tachycardie)	Max 0,4 mV	0,12 – 0,18 s (- si tachycardie)	
Axe électrique	+40 à +100°		+0 à +160°	

#### 5.4.1. Tachycardie sinusal

C'est un rythme sinusal dont la fréquence est anormalement élevée. Elle résulte de prépondérance physiologique du système sympathique sur le système parasympathique dans un contexte donné (Effort physique, nervosité, etc.).

#### 5.4.2. Bradycardie sinusal

C'est un rythme sinusal dont la fréquence est anormalement basse. On a alors une prépondérance physiologique du système parasympathique sur le système sympathique. Ce phénomène peut être observé au repos, ou en permanence chez certaines races (Vagotonisme des races brachycéphales) ou chez les individus sportifs.

### 6. Certains troubles d'ECG

#### 6.1. Troubles de la conduction

Il existe des troubles de la conduction lorsque l'influx n'est pas conduit correctement entre le nœud sinusal et le nœud auriculo-ventriculaire : Ce sont des blocs atriaux ventriculaires (BAV). Les problèmes peuvent être les suivants :

- Des blocages : Onde inexistante.

- Des conductions lentes.
- Des conductions intermittentes.

Il existe 3 degrés de troubles de la conduction :

- **BAV 1** : Ralentissement de la conduction.
- **BAV 2** : Conduction intermittente.
- **BAV 3** : Blocage de la conduction = non conduction permanente.

Les BAV sont toujours pathologiques chez le chat et le chien, Tandis que chez le cheval ils peuvent être physiologiques, en particulier le BAV 2.

### 6.2.1. BAV 1 : Conduction présente mais ralentie

Les BAV 1 sont de simples retards de conduction atrio-ventriculaire, pouvant être transitoires ou permanents se traduisant par une onde P d'origine sinusal toujours suivie d'un QRS et un intervalle P-Q allongé. L'intervalle P-Q augmente par rapport aux valeurs usuelles. Pour cela, on mesure la distance entre le début de l'onde P et le début de l'onde QRS :

- P-Q normal = 0,13 s (13ms) pour un chien.
- P-Q normal = 0,08 s (8ms) pour un chat.

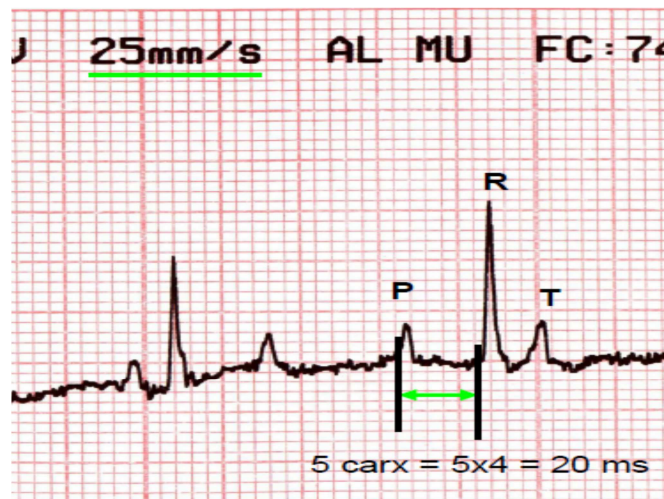


Figure 10. Blocs atriaux ventriculaires 1 (BAV1). L'intervalle PQ est plus long.

### 6.2.2. BAV 2 : Conduction intermittente

Il s'agit d'absences de conduction atrio-ventriculaire après certaines impulsions, certaines ondes P demeurent cependant non conduites (Certaines ondes P qui ne sont pas suivies d'ondes QRS).

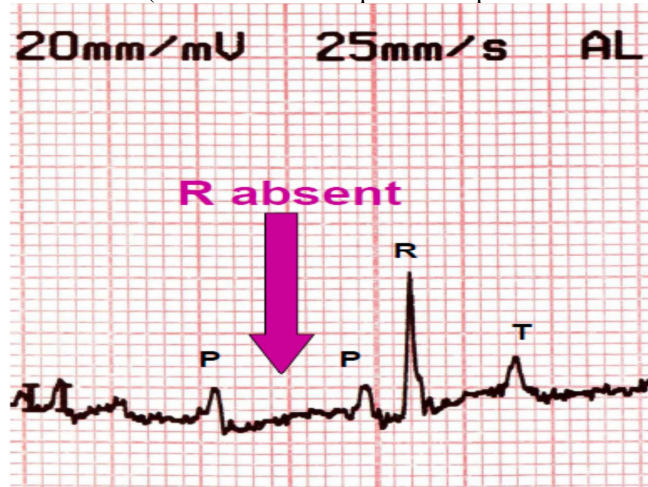


Figure 11. Ondes P qui n'est pas suivie d'ondes QRS.



D2, 10mm=1mV, 50mm/s.



On observe 2 ondes P non conduites (indiquées par une flèche). Il y a plus d'ondes P conduites que non conduites : c'est un BAV 2 de bas grade.

Figure 12. Blocs atriaux ventriculaires 2.

### 6.2.3. BAV 3 : La conduction est bloquée

En temps normal, c'est le nœud sinusal qui commande car c'est le plus rapide à se dépolariser. Mais lorsque le nœud sinusal ne fonctionne pas bien et donc ne transmet plus l'onde de dépolarisation au nœud auriculo-ventriculaire, celui-ci prend le relais. Il peut alors se dépolariser tout seul mais à une fréquence différente et avec une intensité plus basse que le nœud sinusal : c'est un rythme de secours. On obtient un rythme d'environ 50 à 60 battements par minute chez le chien et entre 80 et 90 battements par minute chez le chat. L'animal est atteint de bradycardie. Les animaux sont en général fatigués et incapable d'augmenter leur débit cardiaque. Il n'y a aucune relation entre P et QRS. On a donc des ondes P non suivies de QRS.

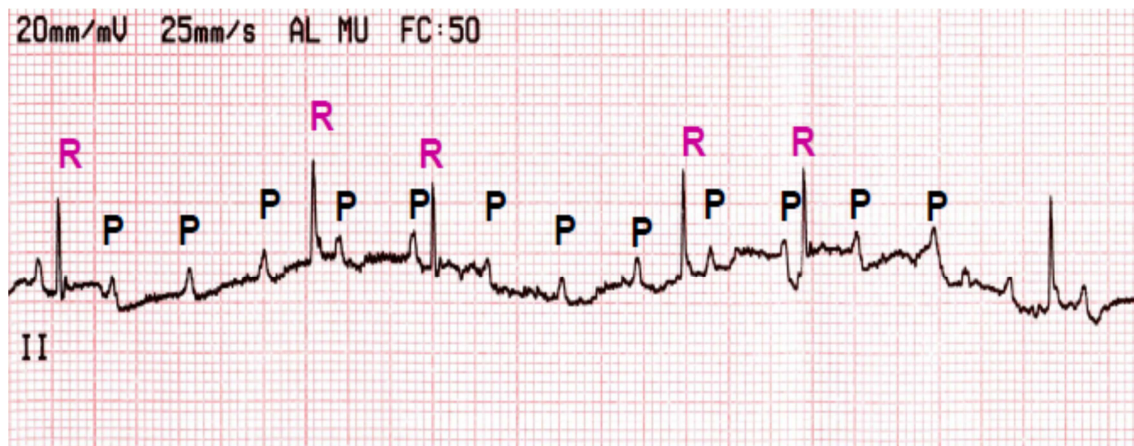


Figure 13. Blocs atriaux ventriculaires 2. Pour pouvoir identifier un BAV 3 on identifie tous les P puis on place les QRS.

## 6.2. Troubles du rythme et troubles de l'excitabilité

Les troubles du rythme, comprennent les anomalies de fréquence, de régularité, de chronologie et de mode de dépolarisation des différentes parties du cœur (= troubles de l'excitabilité).

Ces troubles du rythme peuvent être dus à des anomalies de la formation ou de la conduction des impulsions, ou encore à l'association de ces mécanismes.

NB :

Dans la pratique française, trouble du rythme est quasi synonyme de tachycardie et n'est pas employé pour désigner les bradycardies. Pour les bradycardies, on utilise le terme de trouble de la conduction.

Lors des troubles de l'excitabilité, il y a une désorganisation de l'initiation de la dépolarisation. On a affaire à des cellules trop excitables. Elles se dépolarisent et initient des « trains d'onde » qui ne sont pas coordonnés, il y a donc une transmission aléatoire de l'onde de dépolarisation au nœud auriculo-ventriculaire.

La dépolarisation peut siéger :

- Dans le nœud sinusal.

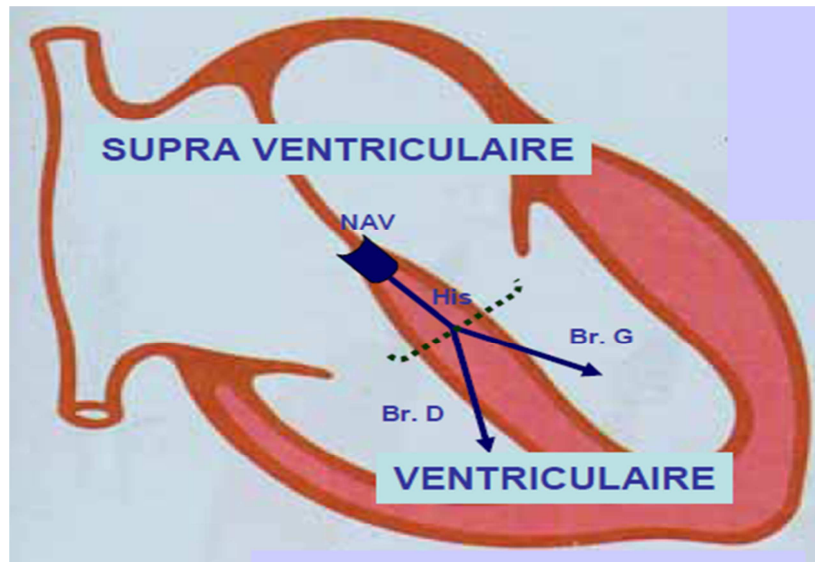
- Dans le nœud auriculo-ventriculaire.
- Dans les ventricules.

Ces 3 étages sont très fondamentaux, car en fonction de l'étage, différents anti-arythmiques sont appropriés ! Si on administre le mauvais anti-arythmique cela peut avoir de graves conséquences.

On obtient, généralement, des QRS normales.

### 6.2.1. Troubles du rythme supra-ventriculaire

On les définit comme naissant des oreillettes ou du nœud atrio-ventriculaire plus rarement du faisceau de His. Au-delà de la bifurcation hisienne, on parle de troubles du rythme ventriculaire.



**Figure 14.** Lorsque l'on évoque la dépolarisation cardiaque ou des troubles du rythme et/ou de la conduction, un phénomène est considéré comme se déroulant dans « l'étage supra-ventriculaire » lorsqu'il est au-dessus de la bifurcation du faisceau de His. Au-dessous de cette bifurcation, on se trouve à « l'étage ventriculaire ».

#### A- Fibrillation atriale

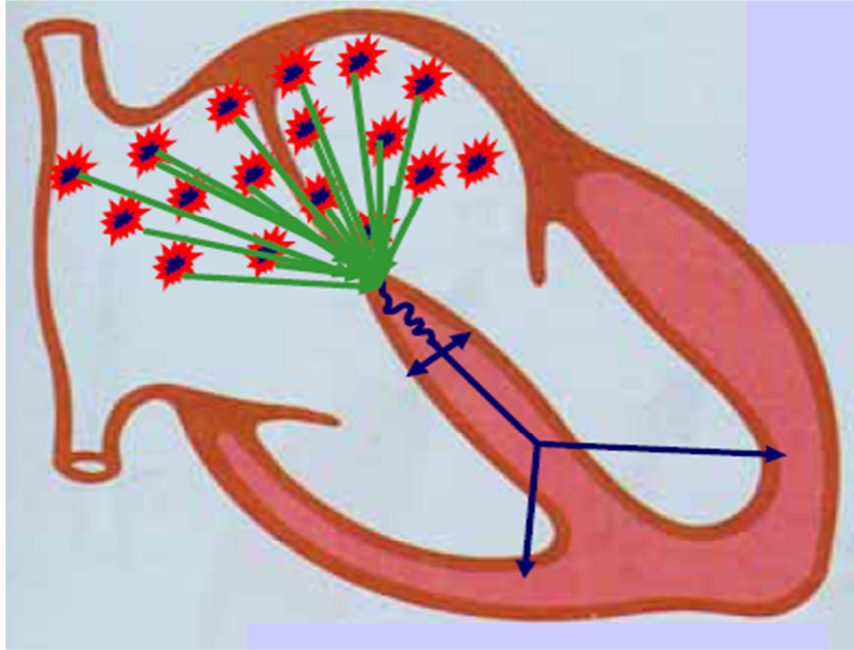
La fibrillation auriculaire (FA) est due à de multiples dépolarisations anarchiques au sein des deux oreillettes, aboutissant à des fréquences très rapides dans certaines régions des oreillettes. Ces dépolarisations atriales de fréquence extrêmement élevée engendrent des contractions atriales relativement inefficaces. La FA fait partie des troubles de rythme supra-ventriculaires les plus fréquemment observés chez le chien, chez qui elle est la plupart du temps la complication d'une dilatation atriale secondaire à une cardiopathie acquise chronique (Exemple : Myocardiopathie dilatée) ou congénitale.

De temps en temps, un train d'onde va aléatoirement dépolariser le nœud auriculo-ventriculaire, engendrant un QRS normal. Ce QRS passe par le réseau de His et Purkinje.

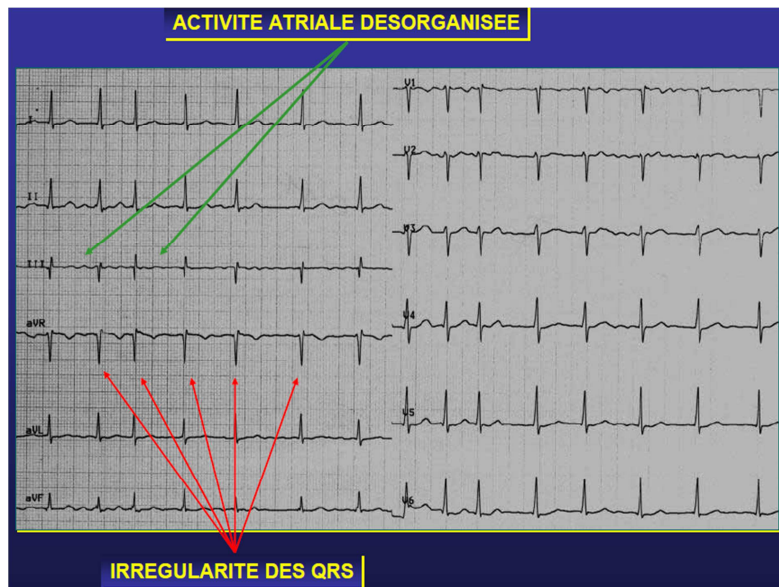
La FA est caractérisé, généralement, par une tachycardie : En effet, on a un nombre important de cellules qui se dépolarisent dans le temps ce qui augmente les chances pour cette onde d'arriver au nœud auriculo-ventriculaire.

La fibrillation atriale se caractérise par 4 éléments clés :

- Tachycardie due aux différents trains d'ondes.
- Irrégularité : Car les trains d'ondes arrivant au nœud auriculo-ventriculaire sont aléatoires.
- Absence d'onde P : Les ondes P sont remplacées par des ondes f apparaissant sous forme d'ondulation de la ligne de base.
- QRS supra-ventriculaire.



**Figure 15. La fibrillation auriculaire (FA).** Elle est due à de multiples dépolarisations anarchiques au sein des deux oreillettes, aboutissant à des fréquences très rapides dans certaines régions des oreillettes (plus de 300-400/mn chez l'homme) et très différentes d'un endroit à un autre. Le nœud atrio ventriculaire va être atteint simultanément par de multiples dépolarisations. Ce caractère aléatoire explique que les ventricules seront dépolarisés également de manière « aléatoire », irrégulière.

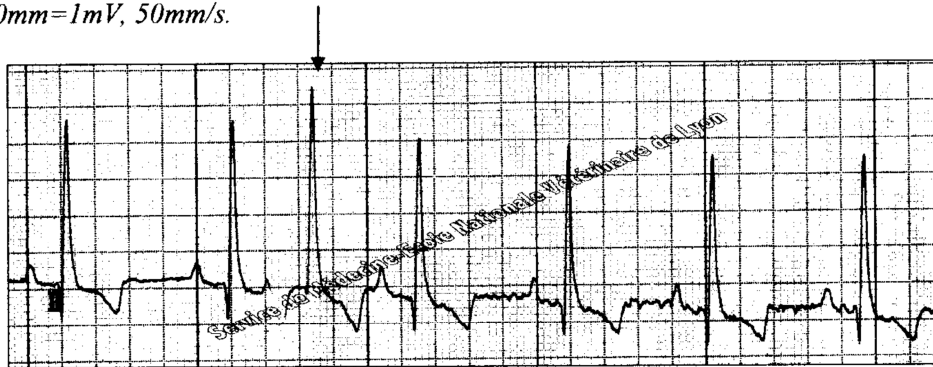


**Figure 16. Un exemple typique de FA.** On ne reconnaît aucune dépolarisation régulière et organisée des oreillettes et le rythme des ventricules est irrégulier. Les ondes P sont remplacées par des ondes f apparaissant sous forme d'ondulation de la ligne de base.

### B-Extrasystoles atriales

Ce sont des contractions prématurées et surnuméraires issues d'un foyer de dépolarisation ectopique situé dans le tissu atrial. Elles sont consécutives à toutes les cardiopathies susceptibles d'engendrer une dilatations atriales (Exemple : Endocardiose mitrale ou tricuspide). Ces extrasystoles peuvent être iatrogénique (Exemple : Administration de digitalqies, d'anesthésiques, etc.).

D2, 10mm=1mV, 50mm/s.



Le complexe indiqué par une flèche correspond à une ESA isolée.

Figure17. Extrasystole atriale.