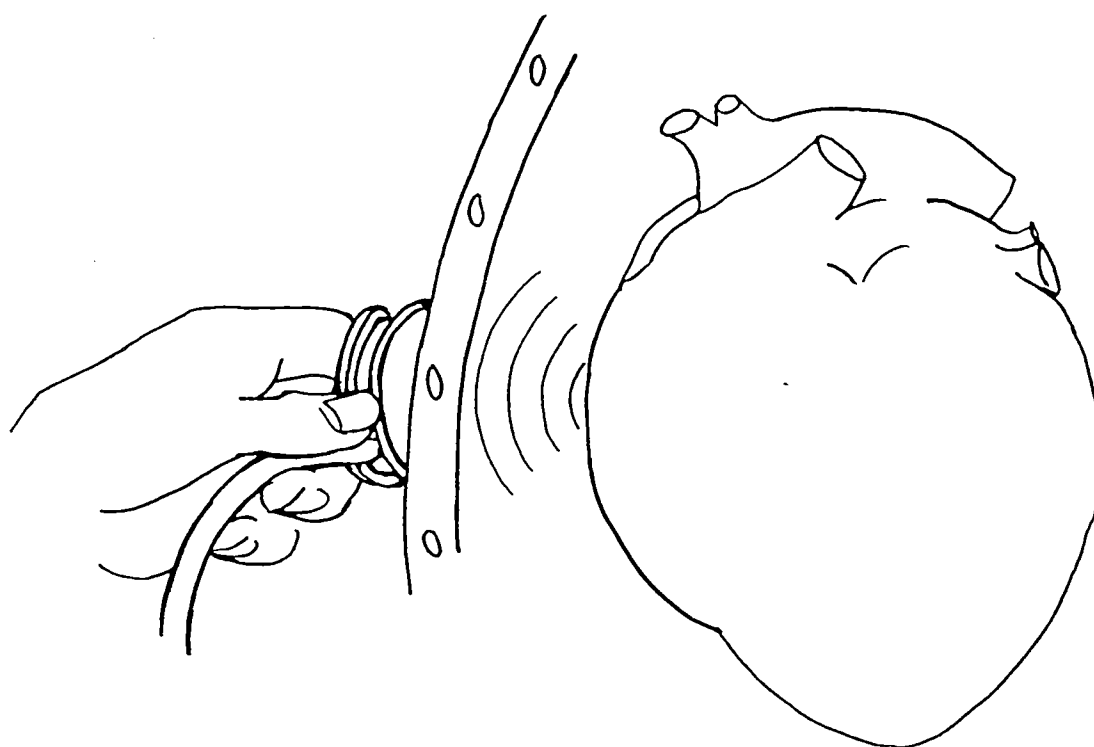
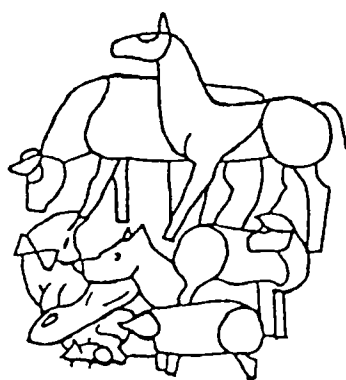


Les bruits physiologiques du coeur chez le cheval et le chien



Service de Physiologie
Ecole Vétérinaire de
Toulouse



Pierre-Louis TOUTAIN
Hervé LEFEBVRE

Novembre 1993

avec la collaboration d'Olivier Dossin

Introduction

L'action mécanique du coeur crée des vibrations. Propagées, elles sont à l'origine des bruits du coeur ; leur écoute méthodique constitue l'auscultation cardiaque.

L'objectif de ce document est de décrire les principaux bruits physiologiques du coeur chez le cheval et le chien en vue de leur auscultation rationnelle dans le cadre des travaux dirigés.

I Définitions préliminaires

Un son se caractérise par trois propriétés mesurables : une intensité, une fréquence et une durée.

L'intensité (amplitude) dépend de l'importance de la masse d'air déplacée par l'onde. Elle est fonction de l'énergie de la source, de sa distance au récepteur (oreille) et de la nature des obstacles situés entre la source et le récepteur. L'amplitude se mesure en décibels.

La fréquence (hauteur du son) est déterminée par le nombre de vibrations par seconde. L'oreille humaine entend des vibrations acoustiques dans l'air depuis 20 Hz (sons graves) jusqu'à 20 000 Hz (sons aigus). Au dessous de 20 Hz, on parle d'infrasons ; au dessus de 20 000 Hz, on parle d'ultra-sons.

La durée du son permet de reconnaître deux types de sons issus du coeur : les sons de courtes durée ou **bruits du coeur sensu stricto** et les sons de longue durée ou **souffles** ("murmurs" en anglais). Les souffles physiologiques sont souvent entendus chez le cheval et le chiot.

A ces caractéristiques, objectives et mesurables, s'ajoutent des caractéristiques psychoacoustiques liées aux propriétés physiologiques de l'oreille humaine :

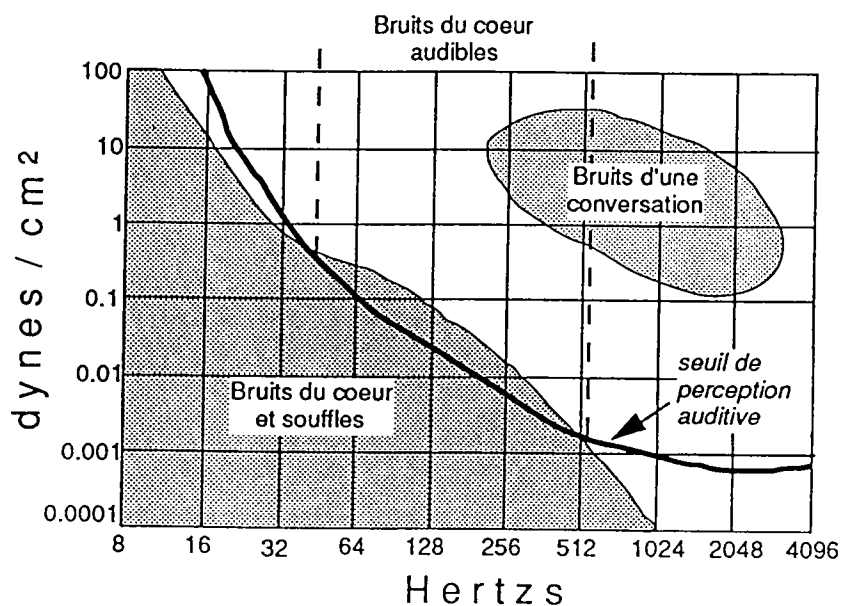
- **La force sonore** ou **sonie** ("loudness" en anglais) est fonction à la fois de l'intensité et de la fréquence du son. C'est ainsi qu'un son d'une certaine intensité sera mieux perçu avec une fréquence de 1000-5000 Hz que pour une fréquence de 200 Hz. Les sons cardiaques

biologiquement significatifs sont dans la gamme de fréquences 20-500 Hz.

- **La hauteur d'un son** ("pitch", en anglais) est déterminée par la fréquence.
- **Le timbre** correspond à la qualité du son. Il sera fonction du mélange des fréquences.

La figure 1 précise les relations entre la fréquence, l'intensité et la perception d'un son chez l'homme.

Figure 1 : gamme de fréquences pour les bruits du coeur et les souffles cardiaques

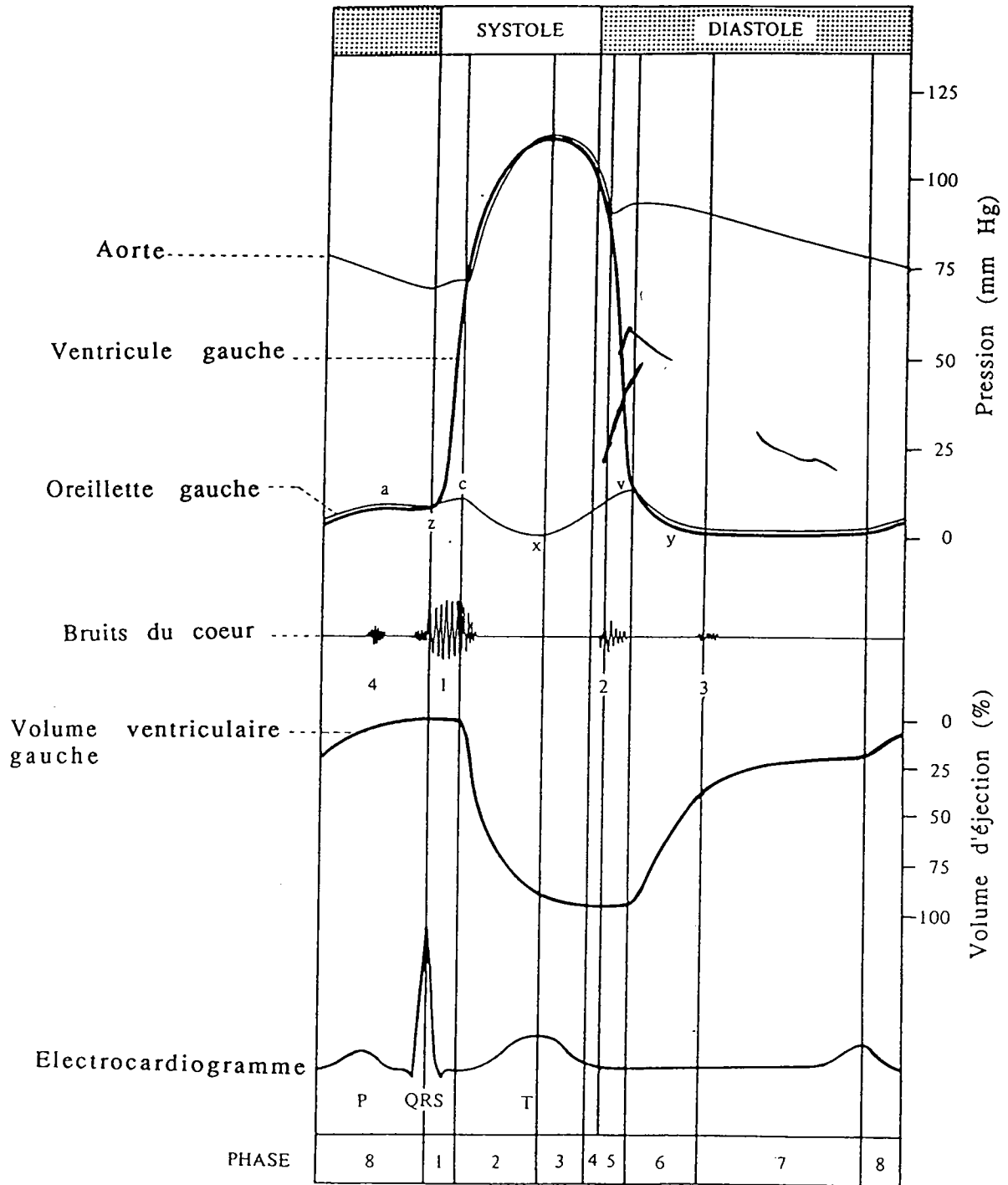


II Les bruits du coeur :

Il existe potentiellement quatre bruits cardiaques appelés B1, B2, B3 et B4 ; deux d'entre eux (B1, B2) se retrouvent chez toutes les espèces (le "Toum-Ta"- entendu chez l'homme).

La figure 2 précise la chronologie de leur occurrence par rapport aux autres événements cardiaques. On notera que B4, entendu très fréquemment chez le cheval, est le premier bruit à être perçu dans un nouveau cycle cardiaque.

Figure 2 : principaux événements cardiaques et chronologie de l'apparition des bruits



2.1. - Le premier bruit (B1)

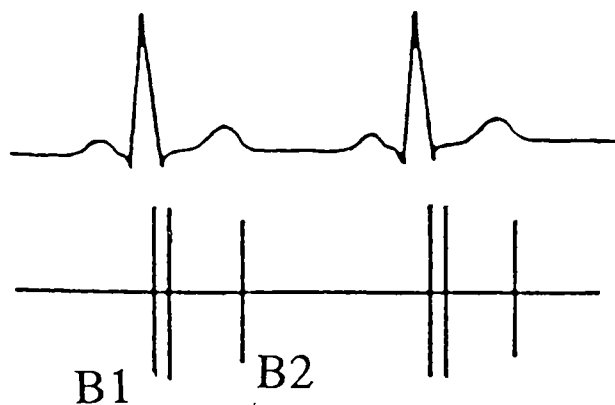
B1 s'entend au début de la systole ventriculaire (contraction isovolumétrique).

B1 est relativement grave et prolongé ; il est plus intense que B2 chez le chien mais moins intense que ce dernier chez le cheval.

Traditionnellement, on expliquait la genèse de B1 par la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires (claquement des valvules) et par le bruit rotatoire du coeur. Les données échographiques ont clairement démontré que B1 était dû principalement à la brutale décélération de la masse sanguine qui remonte vers les valvules (généralement fermées), ce qui entraîne une vibration généralisée des parois.

B1 est formé de plusieurs composantes dont la plus importante a pour origine le coeur gauche (fig.3); le dédoublement de B1 (séparation des composantes mitrale et tricuspide) est très rarement entendu dans les conditions physiologiques. On peut l'entendre en cas de bloc de branche, cette pathologie entraînant un décalage marquée de la fermeture des valvules mitrale et tricuspide.

Figure 3 : composantes de B1



La force de B1 est en relation avec l'inotropisme cardiaque et ses variations sont surtout liées à l'activité du coeur gauche.

La sonorité de B1 est également liée à l'importance des mouvements des valvules.

Lorsque la fréquence cardiaque est lente et que le segment PR est allongé, les valvules qui ont été fermées par la contraction auriculaire peuvent se réouvrir ; c'est donc la systole ventriculaire qui va assurer la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires d'où un mouvement des valvules plus important et une sonorité accrue. Il en est de même lorsque le coeur s'accélère ; dans ces conditions, la systole ventriculaire commence avant la fermeture des valvules.

Le tableau 1 précise les facteurs de variation de l'intensité de B1.

Tableau 1 : facteurs de variation de l'intensité de B1 chez le chien

Augmentation d'intensité	Diminution d'intensité
1- Raccourcissement de l'intervalle P-R	1- Allongement de l'intervalle P-R (bloc auriculo-ventriculaire du 1er degré)
2- Contraction accrue du ventricule gauche <i>gestation</i> <i>hyperthyroïdisme</i> <i>exercice</i> <i>fièvre</i> <i>anémie</i> <i>hypertension systémique</i> <i>agents inotropes</i> <i>excitation ou peur</i>	2- Diminution de la force de contraction du ventricule gauche <i>hypothyroïdisme</i> <i>insuffisance cardiaque congestive - cardiomyopathie dilatée</i> <i>choc</i>
	3- Contraction isovolumétrique anormale <i>régurgitation aortique</i> <i>régurgitation mitrale</i>
	4- Calcification ou destruction des valvules mitrales

2.2. - Le deuxième bruit (B2)

B2 survient en début de diastole ventriculaire, c'est à dire lorsque le ventricule commence à se relâcher et que la pression intraventriculaire devient inférieure à la pression artérielle.

B2 est plus court et plus aigu que B1.

B2 a pour origine indirecte la fermeture des valvules sigmoïdes avec deux composantes : une composante aortique (notée A2) et une composante pulmonaire (notée P2).

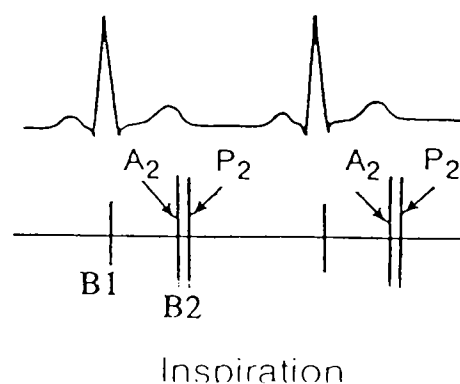
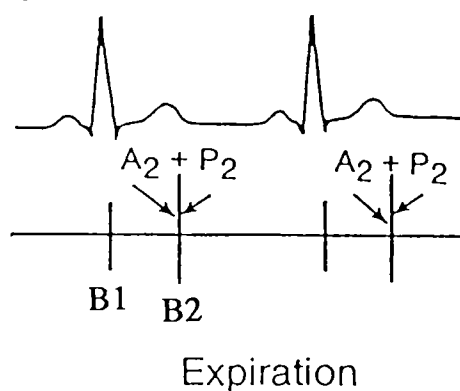
B2 commence lorsque les sigmoïdes sont complètement fermées. Il est dû à la brutale décélération de la colonne sanguine qui revient du système artériel (à haute pression) vers les ventricules (à basse pression) pendant la diastole. Ces colonnes sanguines aortiques et pulmonaires se heurtent aux valvules fermées, ce qui entraîne des vibrations.

B2 commence avec la composante aortique car les valvules aortiques sont les premières à être fermées.

Il est généralement difficile d'entendre séparément les deux composantes de B2, (dédoublé ou "splitting" en anglais) sauf parfois au cours de l'arythmie respiratoire chez le chien. Lors d'arythmie respiratoire, l'intervalle de temps entre A2 et P2 augmente (>30 msec) à chaque inspiration et cela permet éventuellement d'identifier le dédoublé. L'élargissement entre A2 et P2 est dû au fait que le retour veineux augmente à l'inspiration : cela allonge le temps d'éjection systolique du coeur droit et entraîne une fermeture retardée des valvules pulmonaires (fig.4).

Chez le cheval sain, on n'entend pas de dédoublé de B2.

Figure 4 : dédoublé physiologique de B2 lors d'arythmie respiratoire chez le chien



2.3 - Le troisième bruit (B3)

Survenant à la fin de la phase de remplissage rapide du ventricule, B3 est un bruit de basse fréquence.

B3 est considérée comme pathologique chez le chien, mais il peut être audible chez le cheval.

2.4. - Le quatrième bruit (B4)

La composante audible de B4 survient durant le remplissage ventriculaire actif, c'est à dire que B4 est lié à la contraction auriculaire. Comme B3, il est accru par l'exercice.

Il est considéré comme pathologique chez le chien et le chat mais il est très fréquemment entendu chez le cheval lorsque la fréquence cardiaque est basse.

2.5. - Bruits de galop

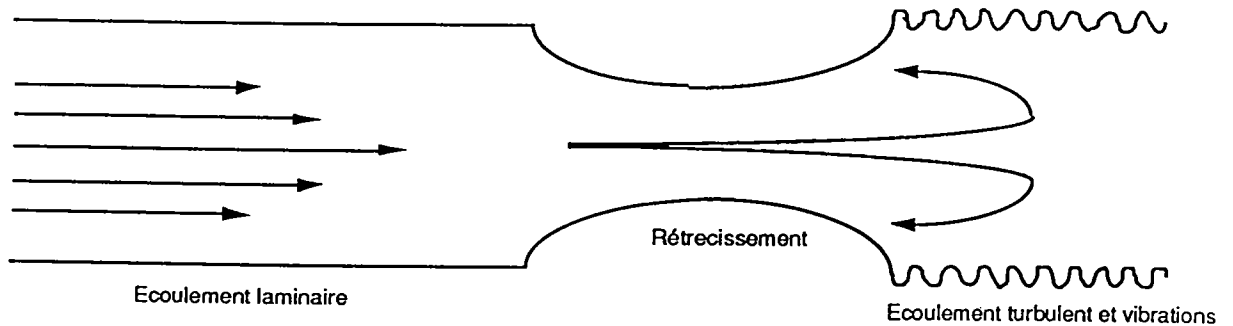
B3 et B4 sont également appelés respectivement "galop ventriculaire" et "galop auriculaire" car en séquence avec B1 et B2, ils peuvent donner un bruit de galop ; cela s'entend en cas de tachycardie, car la diastole se raccourcit et B3 peut fusionner avec B4 et donner un 3^{ème} son unique avec un rythme de galop univoque. Le cheval ayant une fréquence cardiaque basse, on entend B4, B1 et B2 ; B4 et B1 formant une sorte de roulement, lorsque le coeur s'accélère, B4 (renforcé par B3) devient beaucoup plus audible et cela donne un bruit de galop univoque.

III Les souffles cardiaques

Les souffles ("murmurs" en anglais) sont des vibrations prolongées dues à un écoulement turbulent du sang.

Dans les conditions normales, l'écoulement du sang est laminaire (fig.5) et inaudible.

Figure 5 : Modalité d'écoulement du sang et genèse des souffles cardiaques



Les lois de la physique précisent que l'écoulement de tout liquide devient turbulent lorsque la vitesse d'écoulement atteint une vitesse critique (nombre de Reynolds) avec :

$$\text{Reynolds} = R.U.\frac{d}{v}$$

U est la vitesse du fluide à travers un vaisseau de diamètre R, d la densité et v la viscosité du sang.

Chez le cheval au repos, la viscosité du sang est faible car l'hématocrite est bas (35%). Cette propriété, liée à un fort inotropisme cardiaque, sera à l'origine de souffles physiologiques (ou "innocent murmurs" en anglais).

Après un exercice chez le cheval, l'hématocrite augmente et de nombreux souffles sont réduits, voire supprimés car la viscosité du sang est suffisamment importante pour que le nombre de Reynolds ne soit pas atteint. L'hématocrite peut atteindre 55% chez le cheval à l'effort car la splénocontraction libère une masse importante d'hématies.

Les souffles peuvent être aussi d'origine pathologique :

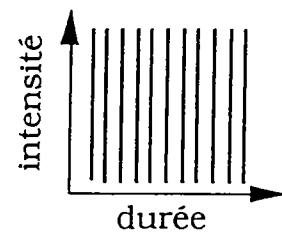
- (i) Passage du sang à travers un orifice sténosé
- (ii) Passage rétrograde du sang (régurgitation) à travers un orifice qualifié d' "insuffisant" (non hermétique).
- (iii) Passage direct entre les ventricules (défaut septal) ou persistance du canal artériel.

- Pour apprécier un souffle, on doit repérer la chronologie de son occurrence par rapport à B1 et B2, sa configuration et sa durée :

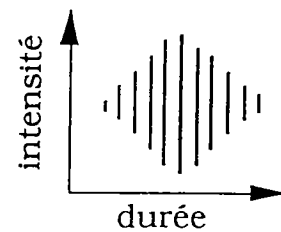
Chronologie : - systolique entre B1 et B2 (fig.6)
 - diastolique entre B2 et B1 (fig.7)

Configuration :

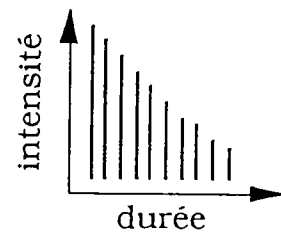
- plateau



- crescendo et decrescendo



- decrescendo



- La hauteur et le timbre des souffles sont déterminés par la fréquence et les mélanges de fréquences :

60-100 Hz : grave, roulement

100-250 Hz: rugeux

> 300 Hz : aigu, explosant.

- La force d'un souffle se caractérise par une note allant de 1 à 6 :

I	très léger, nécessite une grande attention auditive.
II	léger, mais immédiatement entendu.
III	moyen - la plupart des souffles hémodynamiquement significatifs sont de force III.
IV	fort, accompagné d'un frémissement à la palpation.
V	très fort, mais nécessite un stéthoscope pour être audible.
VI	audible sans stéthoscope.

3.1. - Les souffles systoliques physiologiques

Ils sont entendus entre B1 et B2 et ils sont de type crescendo-decrescendo (en pointe de diamant) ; on les entend chez le chiot et chez le cheval. Le tableau 2 précise la fréquence des souffles physiologiques chez le cheval.

3.2. - Les souffles diastoliques physiologiques

Fréquents chez les vieux chevaux, ils sont relativement aigus et brefs et vont généralement en decrescendo. On trouve également chez des chevaux plus jeunes des souffles diastoliques très courts.

tableau 2 : les souffles cardiaques chez le cheval - données statistiques (d'après Glendinning, 1970)

I SYSTOLIQUES		n = 94 (tous âges, repos)		n = 34 (chevaux sans souffle au repos et testés après un exercice)	
Absent	39.4 %			62.2 %	
Niveau I	26.6			18.9	
Niveau II	26.6	60.6 %		16.2	
Niveau III	7.4			2.7	
II DIASTOLIQUES					
		n = 94		n = 65	
Absent	69.1			86.2 %	
Niveau I	26.6			12.3	
Niveau II	3.2	30.9 %		1.5	
Niveau III	1.1			0	

Figure 6 : souffle systolique (entre B1 et B2)

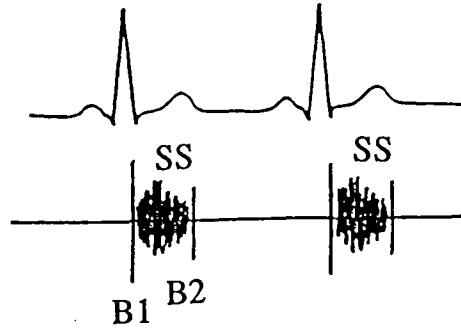


Figure 7 : souffle diastolique (entre B2 et B1)

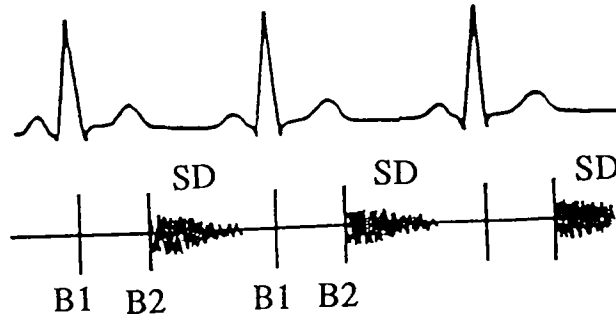


Figure 8 : principaux bruits et souffles cardiaques

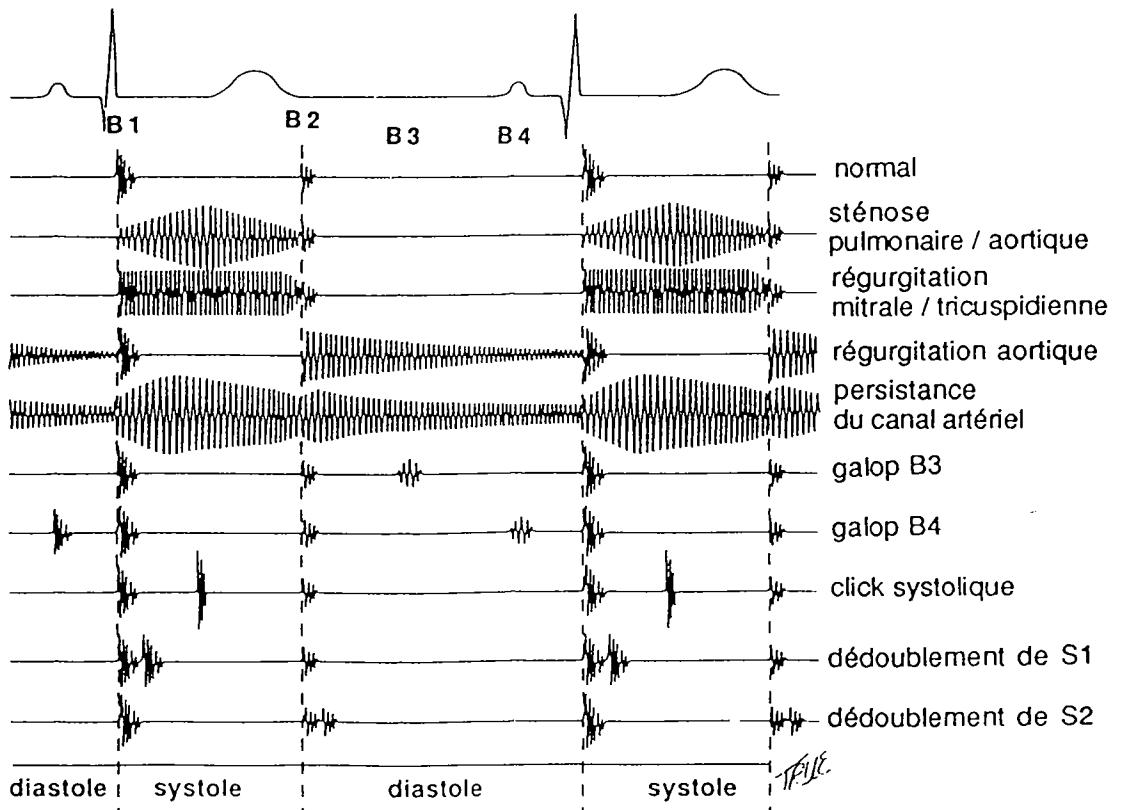


Tableau 3 : bruits du coeur chez l'homme - Données récapitulatives

bruit du coeur	temps	mécanisme	remarques
B4	0.17 s après apparition de l'onde P (auscultation à gauche)	Remplissage du ventricule pendant la systole auriculaire	Présent lors de diverses pathologies (hypertension systémique / pulmonaire, sténose aortique / pulmonaire...). Parfois présent chez l'enfant sain.
B1			
M1 (composante mitrale)	0.06 s après début de QRS	Fermeture séquentielle des valvules mitrale et tricuspide	Normalement simple ou dédoublé
T1 (composante tricuspide)	0.09 s après début de QRS		
Son d'éjection (SE) aortique	0.12 s après début de QRS	Ejection normale dans une artère dilatée, éjection rapide dans une artère normale, anomalie congénitale des valvules semi-lunaires	Composante pulmonaire diminue au cours de l'inspiration
pulmonaire	0.10 s après début de QRS		
Click systolique (CS)	survient au milieu ou à la fin de la systole	origine mitrale	Son anormal survenant seul ou associé à un souffle d'insuffisance mitrale
B2			
A2 (composante aortique)	synchrone de l'onde dicrote aortique		Les deux composantes sont synchrones, ou la composante aortique précède la composante pulmonaire
P2 (composante pulmonaire)	synchrone de l'onde dicrote pulmonaire		
Dédoublement	à l'inspiration	retard dans la fermeture des valvules pulmonaires	
Bruit d'ouverture mitral	0.04-0.13 s après A2	Coïncide avec mouvement d'ouverture des valvules mitrale ou tricuspide	Sténose valvulaire
tricuspidale	0.07-0.12 s après P2		
B3	0.010-0.20 s après début de B2	Survient lors du remplissage ventriculaire D ou G rapide	Présent chez l'enfant sain Pathologique chez l'adulte : anomalie du remplissage ou insuffisance

Tableau 4 : classification des souffles chez le cheval selon leur caractère physiologique ou pathologique.

Souffles considérés comme physiologiques chez le cheval

Tout souffle systolique d'intensité inférieure ou égale au niveau III et durant moins que les trois quarts de la durée totale de l'intervalle systolique.

Tout souffle diastolique d'intensité inférieure au niveau III et durant moins de la moitié de la durée totale de l'intervalle systolique.

Tout souffle apparaissant uniquement après l'effort, à moins d'être associé à un frémissement cataire ("thrill", en anglais).

Tout souffle disparaissant pendant l'effort ou survenant par intermitence.

Souffles mécaniques ayant pour origine la persistance du canal artériel chez le poulain.

Souffles pouvant être témoin d'une pathologie

Tout souffle systolique qui dure tout au long de l'intervalle systolique.

Tout souffle systolique d'intensité supérieure au niveau III.

Tout souffle diastolique d'intensité supérieure ou égale au niveau III.

Tout souffle diastolique qui dure au moins la moitié de la durée totale de l'intervalle diastolique.

Tout souffle associé à un frémissement cataire.

Tout souffle diastolique decrescendo de niveau II ou supérieur accompagné d'un souffle présystolique.

Souffle mécanique ayant pour origine la persistance du canal artériel chez le cheval adulte.

IV L'auscultation cardiaque : aspects pratiques

Le stéthoscope (stethos : poitrine, skopein : voir) est l'instrument nécessaire à l'auscultation. Il est formé par une pièce terminale comportant deux faces. L'une est équipée d'un diaphragme et l'autre d'une capsule ; la pièce terminale est reliée par des tubulures à des embouts auriculaires (fig.9). La capsule du stéthoscope doit permettre la transmission des sons de basses fréquences (20-100 Hz) et le diaphragme, celle des sons de hautes fréquences (100-1000 Hz).

Les capsules larges amortissent les basses fréquences.

Les basses fréquences masquent les hautes fréquences.

Le diaphragme atténue les basses fréquences (20-100 Hz) et transmet sélectivement les fréquences élevées.

Pour une auscultation correcte, il convient d'avoir :

- 1- un stéthoscope adéquat et bien mis en place (embouts auriculaires)
- 2- un animal préparé (calme, ...)
- 3- un environnement silencieux, (éviter les bruits parasites, ...)
- 4- une mise en place adéquate du stéthoscope sur les différentes zones d'exploration cardiaque (fig.10).
- 5- réaliser une exploration systématique
- 6- un bon entraînement : ne pas hésiter à passer plusieurs minutes pour ausculter.

Figure 9 : principales pièces du stéthoscope

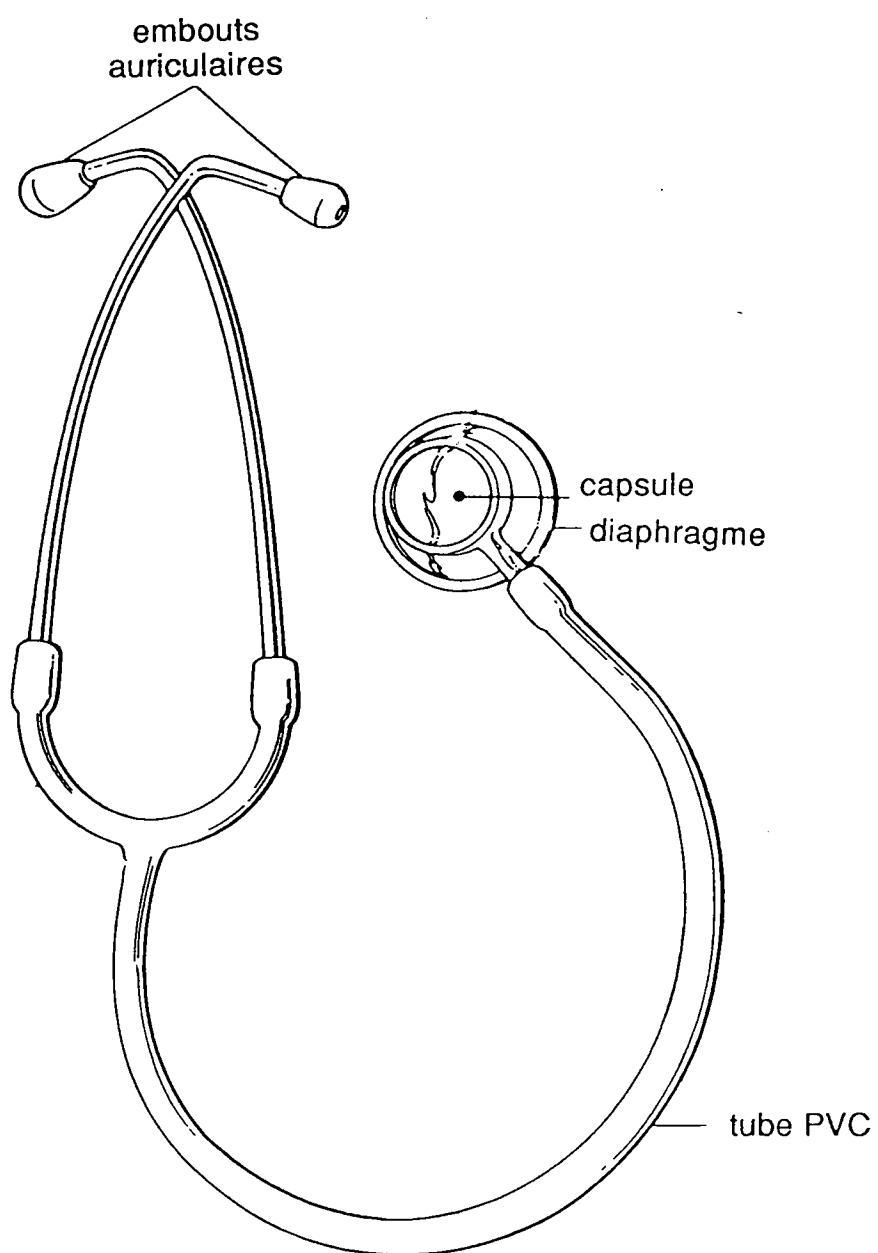
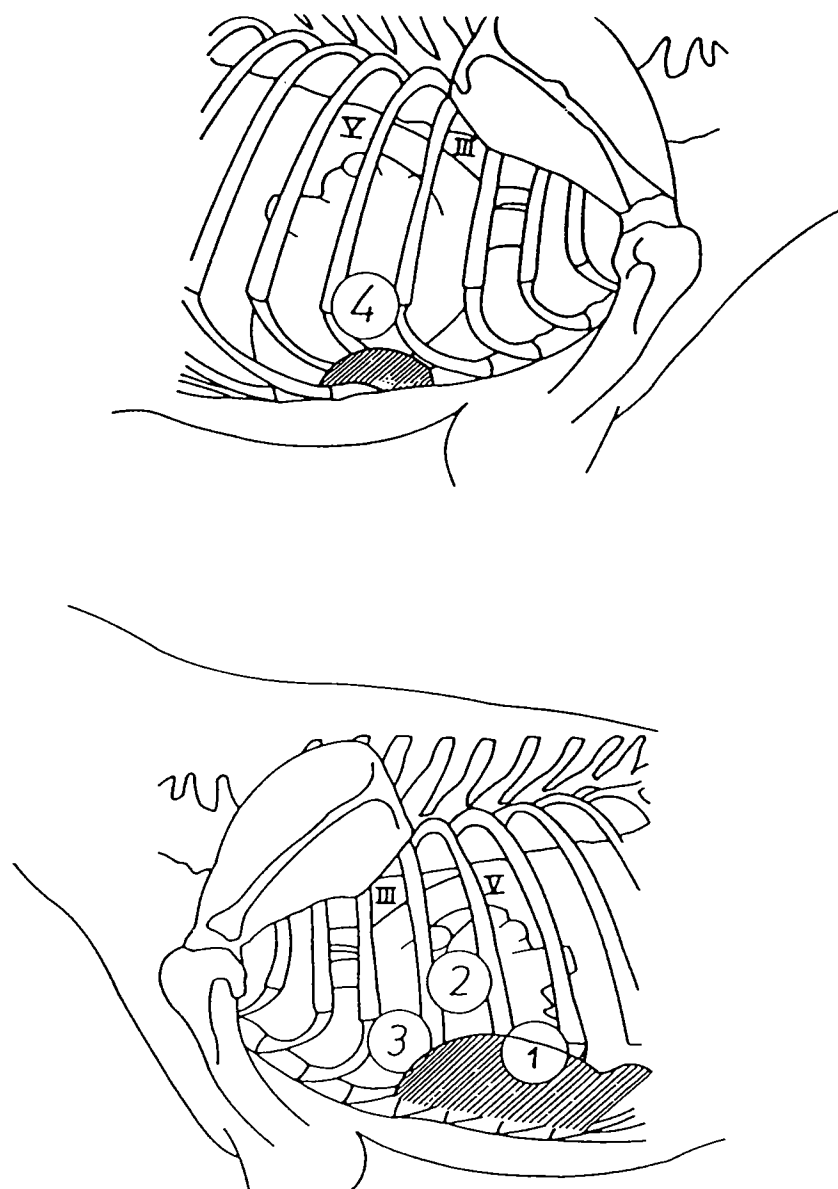


Figure 10 : zones d'auscultation cardiaque chez le chien



- 1 = aire mitrale**
- 2 = aire aortique**
- 3 = aire pulmonaire**
- 4 = aire tricuspide (à droite)**