



HAL
open science

Création d'un outil pédagogique numérique à destination des étudiants portant sur l'anesthésie des animaux cardiaques

Ema Challenge

► To cite this version:

Ema Challenge. Création d'un outil pédagogique numérique à destination des étudiants portant sur l'anesthésie des animaux cardiaques. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03856176

HAL Id: dumas-03856176

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03856176>

Submitted on 16 Nov 2022

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

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

ANNEE 2022 - Thèse n° 39

**CRÉATION D'UN OUTIL PÉDAGOGIQUE NUMÉRIQUE
À DESTINATION DES ÉTUDIANTS PORTANT SUR
L'ANESTHÉSIE DES ANIMAUX CARDIAQUES.**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant
l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes
le 27 Septembre 2022

par

Ema, Joëlle, Chantal CHALLENGE

Sous la direction de
Gwenola TOUZOT-JOURDE

Président du jury : Monsieur Hervé POULIQUEN, Professeur à Oniris

Membres du jury : Madame Gwenola TOUZOT-JOURDE, Maître de conférences à Oniris

Madame Amandine DRUT, Maître de conférences à Oniris

ANNEE 2022 - Thèse n° 39

**CRÉATION D'UN OUTIL PÉDAGOGIQUE NUMÉRIQUE
À DESTINATION DES ÉTUDIANTS PORTANT SUR
L'ANESTHÉSIE DES ANIMAUX CARDIAQUES.**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant
l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes
le 27 Septembre 2022

par

Ema, Joëlle, Chantal CHALLENGE

Sous la direction de
Gwenola TOUZOT-JOURDE

Président du jury : Monsieur Hervé POULIQUEN, Professeur à Oniris

Membres du jury : Madame Gwenola TOUZOT-JOURDE, Maître de conférences à Oniris

Madame Amandine DRUT, Maître de conférences à Oniris

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT



Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment		
Responsable : Emmanuel JAFFRES – Adjointe : Frédérique NGUYEN		
Nutrition et Endocrinologie		
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Hervé POULIQUEN (Pr)	Antoine ROSTANG (MC) Meg-Anne MORICEAU (CERC)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Lionel MARTIGNAT (Pr) Julie HERVE (MC HDR) Grégoire MIGNOT (MC) Adélie SALIN (CERC)	
Histologie et anatomie pathologique	Marie-Anne COLLE (Pr) Jérôme ABADIE (MC)	Laetitia JAILLARDON (MC) Frédérique NGUYEN (MC)
Pathologie générale, microbiologie et immunologie	Hervé SEBBAG (MC)	
Biochimie alimentaire industrielle	Carole PROST (Pr) Joëlle GRUA (MC) Florence TEXIER (MC)	Clément CATANEO (MC) Alix KHALIL (CERC) Laurent LE THUAUT (MC)
Microbiotech	Hervé PREVOST (Pr) Géraldine BOUE (MC) Nabila HADDAD (MC)	Emmanuel JAFFRES (MC) Mathilde MOSSER (mc) Boris MISERY (CERC) Raouf TAREB (MC)
Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique		
Responsable : Raphaël GUATTEO – Adjoint : Jean-Michel CAPPELIER		
Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLE (Pr) François BEAUDEAU (Pr) Christine FOURICHON (Pr) Lucile MARTIN (Pr)	Juan Manuel ARIZA CHACON (CERC) Sékolène CALVEZ (MC) Aurélien MADOUASSE (MC) Nora NAVARRO-GONZALES (MC)
Infectiologie	Alain CHAUVIN (Pr) François MEURENS (Pr) Emmanuelle MOREAU (Pr) Nathalie RUVOEN-CLOUET (Pr)	Albert AGOULON (MC) Suzanne BASTIAN (MC) Léa LOISEL (CERC) Kenny OBERLE (CERC) Nadine RAVINET (MC)
Médecine des animaux d'élevage	Catherine BELLOC (Pr) Christophe CHARTIER (Pr) Raphaël GUATTEO (Pr) Anne RELUN (MC)	Sébastien ASSIE (MC) Isabelle BREYTON (MC) Mily LEBLANC MARIDOR (MC) Maud ROUAULT (AERC)
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELIER (Pr) Michel FEDERIGHI (Pr) Bruno LE BIZEC (Pr) Marie-France PILET (Pr)	Eric DROMIGNY (MC HDR) Fanny RENOIS-MEURENS (MC HDR) Sofia STRUBBIA (CERC)

Département DSC Sciences cliniques		
Responsable : Catherine IBISCH – Adjoint : Olivier GAUTHIER		
Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Claude GUINTARD (MC) Margarida RIBEIRO DA SILVA NEUNLIST (CERC)	
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (Pr) Olivier GAUTHIER (Pr) Eric GOYENVALLE (MC HDR)	Pierre MAITRE (MC) Caroline TESSIER (MC) Gwénola TOUZOT-JOURDE (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Jacques GUILLOT (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)	
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Anne COUROUCE (Pr) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Françoise ROUX (Pr) Juan HERNANDEZ-RODRIGUEZ (Pr Ass) Nora BOUHSINA (MC)	Nicolas CHOUIN (MC) Amandine DRUT (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (MC) Catherine IBISCH (MC) Aurélia LEROUX (MC) Odile SENECAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Jean-François BRUYAS (Pr) François FIENI (Pr)	Djemil BENCHARIF (MC HDR) Lamia BRIAND (MC HDR)
Département GPA Génie des procédés alimentaires		
Responsable : Sébastien CURET-PLOQUIN – Adjointe : Vanessa JURY		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Sébastien CURET-PLOQUIN (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Alain LEBAIL (Pr) Olivier ROUAUD (Pr) Kévin CROUVISIER-URION (MC) Vanessa JURY (MC HDR) Emilie KORBEL (MC)	Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Eve-Anne NORWOOD (MC) Raphaël PORYLES (MC) Laurence POTTIER (MC) Cyril TOUBLANC (MC)
Département MSC Management, statistiques et communication		
Responsable : Samira ROUSSELIERE – Adjointe : Evelyne VIGNEAU		
Mathématiques, statistiques, informatique	El Mostafa QANNARI (Pr) Chantal THORIN (Pr Ag) Evelyne VIGNEAU (Pr)	Véronique CARIOU (MC HDR) Philippe COURCOUX (MC) Benjamin MAHIEU (MC) Michel SEMENOU (MC)
Economie, gestion, législation	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Pascal BARILLOT (MC) Ibrahima BARRY (MC) Florence BEAUGRAND (MC)	Sibylle DUCHAINE (MC) Sonia MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) David GOYLER (Ens. Cont.) Patricia JOSSE (Ens. Cont.)	Shaun MEEHAN (Ens. Cont.) Linda MORRIS (PCEA) Ian NICHOLSON (ENS. Cont.)

Pr Ag : Professeur Agrégé, Pr : Professeur, MC : Maître de Conférence, MCC : MC contractuel,
 PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole, PCEA : Professeur Certifié Enseignement Agricole,
 HDR : Habilité à Diriger des Recherches, CERC : Chargé d'Enseignement et de Recherche Contractuel,
 Ens. Cont. : Enseignant Contractuel

PROTECTION DES DROITS D'AUTEUR ET PLAGIAT

La reproduction d'extraits de cette thèse est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra être citée en incluant les éléments bibliographiques suivants :

- Nom et prénoms de l'auteur : Challenge Ema Joëlle Chantal
- Année de soutenance : 2022
- Titre de la thèse : création d'un outil pédagogique numérique à destination des étudiants portant sur l'anesthésie des animaux cardiaques.
- Intitulé du diplôme : Thèse de doctorat vétérinaire
- Université de soutenance : Faculté de médecine de Nantes
- École de soutenance : Oniris – École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique
- Nombre de pages : 167 pages

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT	3
PROTECTION DES DROITS D'AUTEUR ET PLAGIAT	5
REMERCIEMENTS.....	
TABLE DES MATIÈRES.....	8
LISTE DES TABLEAUX.....	11
LISTE DES FIGURES	12
LISTE DES ÉQUATIONS	13
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	14
INTRODUCTION	15
PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	17
I. RAPPELS PHYSIOPATHOLOGIQUES DES PRINCIPALES MALADIES CARDIAQUES.....	17
A. <i>Affections valvulaires</i>	17
1) Insuffisance mitrale.....	17
2) Sténose aortique	19
B. <i>Cardiomyopathies</i>	20
1) Cardiomyopathie dilatée du grand chien	20
2) Cardiomyopathie hypertrophique du chat.....	22
II. ANAMNESE ET EXAMEN CLINIQUE PREANESTHESIQUE.....	24
A. <i>Conduite à tenir</i>	24
B. <i>Auscultation cardiaque</i>	26
1) Affections valvulaires	26
a. Insuffisance mitrale.....	27
b. Sténose aortique.....	27
2) Cardiomyopathies	28
a. Cardiomyopathie dilatée du grand chien	28
b. Cardiomyopathie hypertrophique du chat.....	28
C. <i>Auscultation respiratoire</i>	29
III. EXAMENS COMPLEMENTAIRES.....	30
A. <i>Échographie</i>	30
1) MVDM.....	30
2) Sténose aortique	31
3) CMD.....	32
4) CMH	33
B. <i>Radiographie</i>	34
C. <i>Électrocardiogramme</i>	34
D. <i>Prise de sang</i>	34
IV. ANESTHESIE.....	36
A. <i>Objectifs principaux de l'anesthésie</i>	36
1) MVDM.....	36
2) Sténose aortique	36
1) CMD.....	36
2) CMH	37
B. <i>Prémédication</i>	37
1) Gestion du stress (attitude pet friendly)	37
2) Impact de la douleur sur la fonction cardiaque.....	39
a. Physiopathologie de la douleur sur la fonction cardiaque	39
b. Molécules disponibles pour la gestion de l'analgésie sur un animal cardiaque	39
3) Molécules à utiliser avec précaution pour la prémédication selon la maladie cardiaque	41
4) Molécules utilisables en prémédication.....	41
a. MVDM.....	41

b.	Sténose aortique	42
c.	CMD	42
d.	CMH	42
5)	Induction et entretien de l'anesthésie	43
a.	Précautions pour l'induction et l'entretien de l'anesthésie	43
b.	Molécules utilisables	44
6)	Incidents per-anesthésiques	49
a.	Hypovolémie vraie et relative	54
b.	Réveil ou Douleur	56
c.	Hypothermie	57
d.	De l'hypoventilation à l'hypoxémie	59
7)	Traitement des incidents per-anesthésiques	60
8)	Prévention des incidents per-anesthésiques	61
V.	ANESTHESIE ET MONITORING	62
A.	<i>Profondeur d'anesthésie</i>	62
1)	Signes cliniques	63
2)	Mesure des concentrations des gaz respiratoires	63
B.	<i>Fonctions cardiaques</i>	63
1)	Prise du pouls	63
2)	Temps de Recoloration Capillaire (TRC)	63
C.	<i>Fonction cardiovasculaire</i>	64
D.	<i>Fonctions respiratoires</i>	67
1)	Courbe respiratoire et couleur des muqueuses	67
2)	Auscultation respiratoire	68
a.	Oxymétrie de pouls	68
b.	Capnographie	69
c.	Gazométrie sanguine	70
3)	Autres fonctions	71
a.	Température	72
b.	Diurèse	72
VI.	REANIMATION ADAPTEE A LA PATHOLOGIE CARDIAQUE	73
A.	<i>Moyens préventifs avant la réanimation cardio-pulmonaire</i>	73
B.	<i>Intervention : A, B, C, D, E, F.</i>	73
C.	<i>Monitoring de la réanimation.</i>	78
VII.	REVEIL	79
A.	<i>Arrêt de l'anesthésie et extubation</i>	79
B.	<i>Supplémentation en oxygène</i>	79
C.	<i>Contrôle de la température</i>	80
D.	<i>Gestion du stress</i>	80
E.	<i>Analgsie</i>	80
PARTIE 2 : EXPÉRIMENTALE		82
I.	PRESENTATION DU PROJET	82
II.	ÉVALUATION DU BESOIN	82
A.	<i>Mise en place d'un questionnaire</i>	82
B.	<i>Analyse des réponses au questionnaire</i>	83
1)	Confrontation préalable à ce genre d'enseignement	83
2)	Estimation du niveau des étudiants sur la théorie	85
3)	Intérêt porté au e-learning par les étudiants	86
4)	Avis sur la conception de l'outil	87
C.	<i>Bilan de l'analyse du questionnaire</i>	89
III.	RECHERCHE D'UN OUTIL NUMERIQUE PEDAGOGIQUE ADAPTE : LE E-LEARNING	90
A.	<i>Présentation de l'outil e-learning.</i>	90
B.	<i>Avantages et inconvénients de ce type d'outil.</i>	90
1)	Avantages	90
2)	Inconvénients	91
C.	<i>Nécessité de l'intégration dans le cursus vétérinaire d'Oniris</i>	92
IV.	CONCEPTION DU E-LEARNING	93
A.	<i>Organisation du projet</i>	93
B.	<i>Objectifs visés</i>	93
1)	Objectifs pédagogiques	93
2)	Grille de conception d'un e-learning	93

C.	<i>Collecte des données et du matériel</i>	96
1)	Collecte et analyse des données	96
2)	Choix du logiciel.....	97
3)	Choix de la plate-forme de partage	100
D.	<i>Structuration et contenu du e-learning</i>	101
1)	Structuration	101
2)	Construction	104
3)	Bibliographie et Sources.....	108
V.	CONCEPTION DE FICHES PROTOCOLAIRES INTEGREES AU E-LEARNING.....	109
VI.	ÉVALUATION DE L'OUTIL PEDAGOGIQUE	110
A.	<i>Mise en place d'un questionnaire</i>	110
B.	<i>Analyse du questionnaire</i>	111
1)	Matériel nécessaire à l'analyse	111
2)	Réponse au besoin et progression des étudiants testeurs	111
3)	Intérêt porté à l'outil numérique	112
4)	Conception de l'outil	115
a.	Aspects positifs	115
b.	Pistes d'améliorations	116
5)	Avis qualitatifs	117
C.	<i>Bilan du questionnaire</i>	118
	CONCLUSION	119
	BIBLIOGRAPHIE	120
	ANNEXES	125
	ANNEXE 1 : GRILLE D'ÉVALUATION DE LA DOULEUR 4A VET.....	125
	ANNEXE 2 : APERÇUS DIVERS DE L'OUTIL NUMÉRIQUE	126
	ANNEXE 3 : FICHE ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL ATTEINT DE MVDM	134
	ANNEXE 4 : FICHE ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL ATTEINT DE STENOSE AORTIQUE	138
	ANNEXE 5 : FICHE ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL ATTEINT DE CMD	142
	ANNEXE 6 : FICHE ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL ATTEINT DE CMH	147
	ANNEXE 7 : TRACE ECG DES DIFFÉRENTES ARYTHMIES POSSIBLES	152
	ANNEXE 8 : QUESTIONNAIRE DU BESOIN À DESTINATION DES ÉTUDIANTS	154
	ANNEXE 9 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DE L'OUTIL NUMÉRIQUE	157

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I : CLASSIFICATION ASA	24
TABLEAU II : EFFETS CARDIORESPIRATOIRES DES DIFFERENTES MOLECULES UTILISEES DANS LE TRAITEMENT DES INSUFFISANCES CARDIAQUES CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT	25
TABLEAU III : EXEMPLE DE TABLEAU "PET-FRIENDLY" ADOPTABLE EN CLINIQUE CHEZ LE CHAT	38
TABLEAU IV : MOLECULES ANALGESIQUES ET IMPACT SUR LA FONCTION CARDIOVASCULAIRE	40
TABLEAU V : MOLECULES A UTILISER AVEC PRECAUTION LORS DE LA PREMEDIATION D'UN ANIMAL CARDIAQUE.....	41
TABLEAU VI : EFFETS DES MOLECULES ANESTHESIQUES UTILISABLES POUR L'INDUCTION ET L'ENTRETIEN SUR LE SYSTEME CARDIOVASCULAIRE.	44
TABLEAU VII: NORMES THEORIQUES DES FONCTIONS A SURVEILLER PENDANT UNE ANESTHESIE	61
TABLEAU VIII : PRESSIONS ARTERIELLES ET INDICATIONS PHYSIOLOGIQUES.....	65
TABLEAU IX : PLAGES DE REFERENCE POUR LES ELECTROCARDIOGRAMMES NORMAUX CHEZ LES CHIENS ET LES CHATS (MODIFIE, D'APRES ETTINGER 2017)	66
TABLEAU X : INTERPRETATION DES VALEURS DE FECO2 (JUNOT ET TOUZOT-JOURDE 2015)	70
TABLEAU XI : SIGNES PRECURSEURS ET DIAGNOSTIQUES D'UN ARRET CARDIAQUE (JUNOT ET TOUZOT-JOURDE 2015)	74
TABLEAU XII : MOLECULES FREQUEMMENT UTILISEES EN REANIMATION	77
TABLEAU XIII : TABLEAU CROISE DYNAMIQUE DES ETUDIANTS AYANT OU NON TROUVE UN AVANTAGE AUX COURS EN LIGNE.....	84
TABLEAU XIV : REPARTITION SUIVANT LA PROMOTION DU NIVEAU DE CONNAISSANCE DES ETUDIANTS.....	85
TABLEAU XV: MOTIFS DE MOTIVATION DES ETUDIANTS PAR PROMOTION	87
TABLEAU XVI : AVIS PAR PROMOTION SUR LA DUREE DE L'OUTIL	88
TABLEAU XVII : INSERTION DE CAS CLINIQUES DANS LE E-LEARNING	89
TABLEAU XVIII : MODELE ADDIE APPLIQUE A L'APPRENTISSAGE EN LIGNE (GHIRARDINI 2011)	95
TABLEAU XIX : SEQUENÇAGE DES LEÇONS DU E-LEARNING	102

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : SCHEMA PHYSIOPATHOLOGIQUE DE LA MDVM.....	18
FIGURE 2 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA STENOSE VALVULAIRE, SOUS-VALVULAIRE ET SUPRA-VALVULAIRE (VG : VENTRICULE GAUCHE, AO : AORTE, FLECHE ROUGE : LIEU DE STENOSE) (GAUDILLERE 2000).....	19
FIGURE 3 : SCHEMA PHYSIOPATHOLOGIQUE DE LA STENOSESOUS AORTIQUE	20
FIGURE 4 : DIAGRAMME REPRESENTANT LA LOI DE STARLING (« MANUEL MSD » S. D.).....	21
FIGURE 5 : SCHEMA PHYSIOPATHOLOGIQUE DE LA CARDIOMYOPATHIE DILATEE.....	21
FIGURE 6 : AGE DU DIAGNOSTIC D'UNE CMH DANS UNE POPULATION DE 344 CHATS ATTEINTS DE CMH INCLUANT 239 SHORTHAIR DOMESTIQUES,41 PERSANS, 22 SPHYNX, 28 MAIN COON ET 14 CHARTREUX. A : COURBE DE KAPLAN-MEIER MONTRANT LE POURCENTAGE DE CHATS DIAGNOSTIQUES D'UNE CMH EN FONCTION DE L'AGE/ B : GRAPHIQUE EN BARRES ILLUSTRANT L'AGE MEDIAN DU DIAGNOSTIC D'UNE CMH. D'APRES (TREHIU-SECHI ETAL. 2012).....	23
FIGURE 7 : SCHEMA PHYSIOPATHOLOGIQUE DE LA CARDIOMYOPATHIE HYPERTROPHIQUE.....	23
FIGURE 8 : GRADE DU SOUFFLE CARDIAQUE EN FONCTION DE L'AGE (<1 AN OU > 1 AN) CHEZ DES CHIENS DOGUE DE BORDEAUX ATTEINTS DE STENOSE SOUS-AORTIQUE (HÖLLMER ET AL. 2008).....	27
FIGURE 9 : PREVALENCE DES SOUFFLES CARDIAQUES ET DE LA CARDIOMYOPATHIE HYPERTROPHIQUE CHEZ 780 CHATS APPAREMMENT EN BONNE SANTE PROVENANT DE REFUGES (PAYNE, BRODBELT, ET LUIS FUENTES 2015).....	29
FIGURE 10 : VUE PARASTERNALE DROITE, GRAND AXE 4 CAVITES D'UN CŒUR SAIN (ABBOTT ET AL. 2008)	30
FIGURE 11 : M-MODE PERMETTANT D'EVALUER LA FONCTION SYSTOLIQUE DU VENTRICULE. NOTER L'HYPERKINESIE DU VENTRICULE GAUCHE AINSI QUE LA REGURGITATION MITRALE (ABBOTT ETAL. 2008)	30
FIGURE 12 : SCHEMA DE LA VUE PARASTERNALE GRAND AXE ILLUSTRANT L'ANGLE AORTO-SEPTAL.....	31
FIGURE 13 : NORMES POUR LE DIAGNOSTIC D'UNE CMD SUR DES CHIENS DE RACE DOBERMANN.....	32
FIGURE 14 : VUE PARASTERNALE DROITE GRAND AXE CHEZ UN CHIEN SOUFFRANT DE CMD MONTRANT UN VENTRICULE GAUCHE ARRONDI AVEC UNE MORPHOLOGIE DE LA VALVULE MITRALE NORMALE (ABBOTT ETAL. 2008)	32
FIGURE 15 : M-MODE PERMETTANT D'EVALUER LA FONCTION SYSTOLIQUE DU VENTRICULE. ON NOTE ICI UNE HYPOKINESIE DU VENTRICULE GAUCHE AINSI QU'UNE DILATATION DE CELUI-CI (ABBOTT ETAL. 2008).....	33
FIGURE 16 : VUE PARASTERNALE DROITE GRAND AXE CHEZ UN CHAT PRESENTANT UNE CARDIOMYOPATHIE HYPERTROPHIQUE. ON NOTE ICI UNE HYPERTROPHIE MARQUEE DU VENTRICULE GAUCHE (ABBOTT ETAL. 2008)	33
FIGURE 17 : LOGIGRAMME DECISIONNEL DE L'ANESTHESIE D'UN ANIMAL	35
FIGURE 18 : SCHEMA PHYSIOPATHOLOGIQUE DE L'HEMORRAGIE.....	49
FIGURE 19 : IMPACT D'UNE HYPOVOLEMIE SUR UN ANIMAL ATTEINT DE MVDM	50
FIGURE 20 : IMPACT D'UNE HYPOVOLEMIE SUR UN ANIMAL ATTEINT DE STENOSE AORTIQUE	51
FIGURE 21 : IMPACT D'UNE HYPOVOLEMIE SUR UN ANIMAL ATTEINT DE CMD	52
FIGURE 22 : IMPACT D'UNE HYPOVOLEMIE SUR UN ANIMAL ATTEINT DE CMH	53
FIGURE 23 : SCHEMA PHYSIOPATHOLOGIQUE DE LA DOULEUR ET DU REVEIL	54
FIGURE 24 : CONSEQUENCES D'UN REVEIL OU D'UNE DOULEUR CHEZ UN ANIMAL SOUFFRANT D'UNE MALADIE CARDIAQUE	55
FIGURE 25 : EFFETS D'UNE HYPOTHERMIE SUR LE SYSTEME CARDIOVASCULAIRE AU COURS D'UNE ANESTHESIE.....	56
FIGURE 26 : CONSEQUENCES D'UNE HYPOTHERMIE CHEZ UN ANIMAL SOUFFRANT D'UNE MALADIE CARDIAQUE	57
FIGURE 27 : EFFETS D'UNE HYPOVENTILATION SUR LE SYSTEME CARDIOVASCULAIRE	58
FIGURE 28 : CONSEQUENCES D'UNE HYPOVENTILATION CHEZ UN ANIMAL SOUFFRANT D'UNE MALADIE CARDIAQUE	58
FIGURE 29 : ÉVALUATION DE LA PROFONDEUR DE L'ANESTHESIE A L'AIDE DE SIGNES CLINIQUES (JUNOT ET TOUZOT-JOURDE 2015)	62
FIGURE 30 : PARAMETRES CARDIOVASCULAIRE INFLUENÇANT L'OXYGENATION DES TISSUS.....	64
FIGURE 31 : TRACE D'ECG SANS ANOMALIE.....	65
FIGURE 32 : LONGUEUR D'ONDE D'ABSORPTION DES DIFFERENTS TYPES D'HEMOGLOBINE (CHAN, CHAN, ET CHAN 2013).....	68
FIGURE 33 : VARIATION DE LA SATURATION EN O2 ARTERIEL EN FONCTION DU CYCLE CARDIAQUE (CHAN, CHAN, ET CHAN 2013)	69
FIGURE 34 : TECHNIQUES DE MASSAGE CARDIAQUE SUIVANT L'ANIMAL.....	76
FIGURE 35 : ÉTAPES A RESPECTER LORS DU REVEIL DE L'ANIMAL	79
FIGURE 36 : REPARTITION PROPORTIONNELLE DES REPONSES AU QUESTIONNAIRE	83
FIGURE 37 : VOTES POUR LES DIFFERENTS AVANTAGES QUE PEUT PROPOSER UN E-LEARNING	84
FIGURE 38 : REPARTITION DU NIVEAU DES VOTANTS EN ANESTHESIE DES ANIMAUX CARDIAQUES.....	85
FIGURE 39 : PLUS-VALUE APPORTEE PAR UN OUTIL NUMERIQUE EN PLUS DE L'ENSEIGNEMENT DISPENSE.....	86
FIGURE 40 : REPARTITION DES DIFFERENTS MOTIFS DE MOTIVATION DES ETUDIANTS	87
FIGURE 41 : AVIS DES ETUDIANTS SUR LA CONCEPTION DE L'ACTIVITE EN TERMES DE TEMPS	88
FIGURE 42 : REPARTITION DES ETUDIANTS SUR LA QUESTION DE SIMULATION DE CAS CLINIQUES	88
FIGURE 43 : LES DIFFERENTES ETAPES DU MODELE ADDIE	94
FIGURE 44 : APERÇU DE QUELQUES ACTIVITES DU E-LEARNING	98
FIGURE 45 : APERÇU SOUS DIFFERENTS APPAREILS. TABLETTE A GAUCHE ET SMARTPHONE A DROITE.....	99
FIGURE 46 : RISE 360 ® ET SES BLOCS D'ACTIVITE	104

FIGURE 47 : ÉVOLUTION PROGRESSIVE AU COURS DE CHAQUE SEQUENCE	105
FIGURE 48 : FONCTIONNEMENT PAR ONGLET EVITANT UNE SURCHARGE VISUELLE	105
FIGURE 49 : SEQUENÇAGE AVEC UNE PARTIE THEORIQUE PUIS UNE PLUS LUDIQUE	106
FIGURE 50 : ILLUSTRATION TIRÉE D'UNE DES SIMULATIONS DE CAS CLINIQUES.....	106
FIGURE 51 : ÉTAT D'AVANCEMENT DE L'ÉTUDIANT ET SOMMAIRE ACCESSIBLE EN PERMANENCE	107
FIGURE 52 : REPARTITION DES ÉTUDIANTS TESTEURS PAR PROMOTION.....	110
FIGURE 53 : AUTO-EVALUATION DES ÉTUDIANTS AVANT (BLEU) ET APRES (ROUGE) RÉALISATION DU E-LEARNING.....	111
FIGURE 54 : REPARTITION DES NOTES INDIVIDUELLES AVANT ET APRES RÉALISATION DE L'OUTIL NUMÉRIQUE.....	112
FIGURE 55 : REPARTITION DES ÉTUDIANTS AYANT RÉALISÉ LE E-LEARNING DANS SON INTEGRALITÉ OU NON	112
FIGURE 56 : TEMPS PASSÉ EN MINUTES SUR LE E-LEARNING LORS D'UNE RÉALISATION INTEGRALE.....	113
FIGURE 57 : TEMPS PASSÉ EN MINUTES SUR LE E-LEARNING LORS D'UNE RÉALISATION INTERMITTENTE.....	113
FIGURE 58 : INTÉRÊT DES ÉTUDIANTS POUR UNE MISE À JOUR	114
FIGURE 59 : AVIS DES ÉTUDIANTS SUR L'ORIGINALITÉ DES ACTIVITÉS PROPOSÉES.....	116
FIGURE 60 : POURCENTAGES D'ÉTUDIANTS AYANT MENTIONNÉ LES QUALIFICATIFS SUIVANTS EN DESCRIPTIF DU E-LEARNING	118

LISTE DES ÉQUATIONS

ÉQUATION 1 : FORMULE DU DÉBIT CARDIAQUE	17
ÉQUATION 2 : FORMULE DU GRADIENT DE PRESSION.....	31
ÉQUATION 3 : LOI DE BEER-LAMBERT PERMETTANT DE CALCULER CONCENTRATION EN CO ₂ EXPIRE.....	69

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACTH : *Hormone Adrénocorticotrope*
ACVIM : *American College of Veterinary Internal Medicine*
ADDIE : *Analyse Design, Développement, Implantation et Évaluation*
AINS : *Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens*
ASA : *American Society of Anesthesiologists*
bpm : *Battements Par Minute*
BZD : *Benzodiazépines*
CAM : *Concentration Alvéolaire Minimale*
CHUV : *Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire*
CMD : *Cardiomyopathie Dilatée*
CMH : *Cardiomyopathie hypertrophique*
DC : *Débit Cardiaque*
ECG : *Electrocardiogramme*
FAO : *Food and Agriculture Organization*
FC : *Fréquence Cardiaque*
FOAD : *Formation Ouverte À Distance*
HHb ; *Hémoglobine*
ICC : *Insuffisance Cardiaque Congestive r*
LMS : *Learning Management System*
MVDM : *Maladie Valvulaire Dégénérative Mitrale*
O₂ : *Oxygène*
OAP : *Œdème Aigü du Poumon*
PA : *Pression Artérielle*
PaCO₂ : *Pression partielle en dioxyde de carbone*
PAS : *Pression Artérielle Systolique*
RPT : *Résistances Périphériques Totales*
SAM : *Mouvement Antérieur de la valve Mitrale*
SpO₂ : *Taux de Saturation en Oxygène Sanguin*
STIM : *Service Transversal d'Imagerie Médicale*
SUF : *Syndrôme Urologique Félin*
TPLO : *Tibial Plateau Leveling Osteotomy*
TRC : *b. Temps de Recoloration Capillaire*
VES : *volume d'éjection systolique*
VG : *Ventricule Gauche*

INTRODUCTION

Le nombre d'animaux de compagnie présentés en consultation et présentant un souffle cardiaque et donc, potentiellement une maladie cardiaque, est fréquent. Il est donc indispensable de savoir anesthésier ces animaux qui peuvent nécessiter une chirurgie ou un soin sous anesthésie générale pour tout motif qu'il soit. En tant que vétérinaire praticien, il faut ainsi comprendre les différents mécanismes physiopathologiques des grandes maladies cardiaques et en connaître les considérations et recommandations anesthésiques qui en découlent afin de pouvoir soigner les animaux atteints dans les conditions optimales.

La formation des étudiants vétérinaires en anesthésie est tout d'abord théorique puisque 15 heures de cours théoriques (magistraux et travaux dirigés) sont dispensées en troisième année d'étude puis cinq semaines de pratique au sein du CHUV (Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire) sont proposées pendant les deux années de formation clinique. Il en va de soi que toutes les pathologies accompagnées des protocoles anesthésiques adaptés n'ont pas le temps d'être vus et encore moins assimilés par les étudiants. D'autant plus que les cours théoriques se basent davantage sur l'anesthésie des animaux sains par manque de temps et de créneaux de cours.

Ainsi, l'idée de ce projet de fin d'étude est de venir compléter les cours d'anesthésie des animaux de compagnie que les étudiants ont déjà eu en créant des outils pédagogiques basés sur l'anesthésie des animaux cardiaques. Le but étant qu'ils puissent utiliser ces outils depuis leur domicile avant leurs rotations pratiques d'anesthésie puis sur le plateau d'anesthésie du CHUV durant leurs rotations. Ils pourront revenir sur ces outils quand ils le jugeront nécessaire tout au long de leur formation à l'école.

La première partie de ce travail sera bibliographique et consistera à présenter les principales maladies cardiaques du chien et du chat et leurs conséquences physiopathologiques ce qui nous permettra ensuite de présenter chronologiquement les différentes étapes anesthésiques à suivre lorsqu'un vétérinaire a affaire à un animal cardiaque ainsi que les potentielles mesures de réanimation. Cette partie bibliographique servira également à alimenter en informations l'outil créé.

La seconde partie de ce travail sera expérimentale et consistera à évaluer le besoin des étudiants dans le domaine de l'anesthésie des animaux cardiaques puis à créer des

outils pédagogiques qui seront évalués par ces mêmes étudiants ensuite. L'outil principal sera un outil numérique du type e-learning en accès libre depuis le domicile des étudiants. Le second consistera en des fiches synthétiques sur les différents protocoles anesthésiques étudiés disponibles sur la plateforme de cours en ligne et téléchargeables au besoin.

PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Rappels physiopathologiques des principales maladies cardiaques

A. Affections valvulaires

Les affections des valvules cardiaques sont fréquentes dans l'espèce animale et ont différentes origines. L'endocardiose en est une des principales. Dans 62% des cas, elle touche la valvule mitrale, les valvules mitrale et tricuspide dans 33% des cas et seulement la valvule tricuspide dans 1% des cas (Miller et Tilley 1985). Nous nous pencherons donc davantage sur l'insuffisance mitrale ayant pour cause une endocardiose.

1) Insuffisance mitrale

La principale cause d'insuffisance mitrale rencontrée en médecine vétérinaire est la Maladie Valvulaire Dégénérative Mitrale (MVDM) chez le chien. Les mâles de petites races ainsi que de races "toy" semblent être prédisposés (Miller 1995). On note tout de même que les Cavaliers King Charles sont très fortement touchés par cette maladie. En effet, selon les études, 30 à 58% des chiens de 4 ans et plus et 100% des chiens de plus de 10 ans (Borgarelli et Buchanan 2012) sont atteints par cette maladie. Cette dernière est retrouvée chez plus de 30% des chiens gériatriques soient des chiens de 13 ans ou plus (Abbott et al. 2008). Lorsqu'un chien souffre de MVDM, on observe des dépôts sous endothéliaux de mucopolysaccharides sur les feuillets de la valvule mitrale provoquant un épaissement de ce feuillet valvulaire. Cet épaissement peut se faire à différents degrés (Whitney 1974) et peut aller jusqu'à la formation de nodules fusionnant en une plaque nodulaire. De ce fait, la valvule en est complètement déformée, moins souple et permet un reflux ventriculo-auriculaire lors de la systole. La pression dans l'oreillette gauche va donc augmenter, de ce fait, l'anneau valvulaire ainsi que le ventricule gauche vont se dilater ce qui augmente le dysfonctionnement valvulaire. Une partie du volume d'éjection systolique (VES) étant éjecté dans l'oreillette, le débit cardiaque va en être diminué ce qui va engendrer la mise en place de mécanismes compensatoires. En effet, on a la formule suivante :

Équation 1 : Formule du Débit Cardiaque

Débit cardiaque = FC x VES

FC : Fréquence cardiaque

VES : Volume d'éjection systolique

De ce fait, si le VES diminue, alors la FC (Fréquence Cardiaque) augmente, de même que les mécanismes de rétention d'eau sont activés et qu'une vasoconstriction périphérique est mise en place. Tout cela engendre un cercle vicieux puisque ces mécanismes augmentent le travail du myocarde, le volume cardiaque ainsi que les phénomènes de régurgitations par extrapolation. Les conséquences physiopathologiques de ces mécanismes (figure 1) sont donc une diminution de la perfusion tissulaire associée bien souvent à une intolérance à l'effort ainsi qu'à des syncopes. Sur du plus long terme, et par insuffisance cardiaque gauche, on peut observer de l'œdème pulmonaire ainsi qu'à plus long terme encore, une insuffisance cardiaque droite avec les pathologies qui lui sont associées (ascite, lésion de foie cardiaque...).

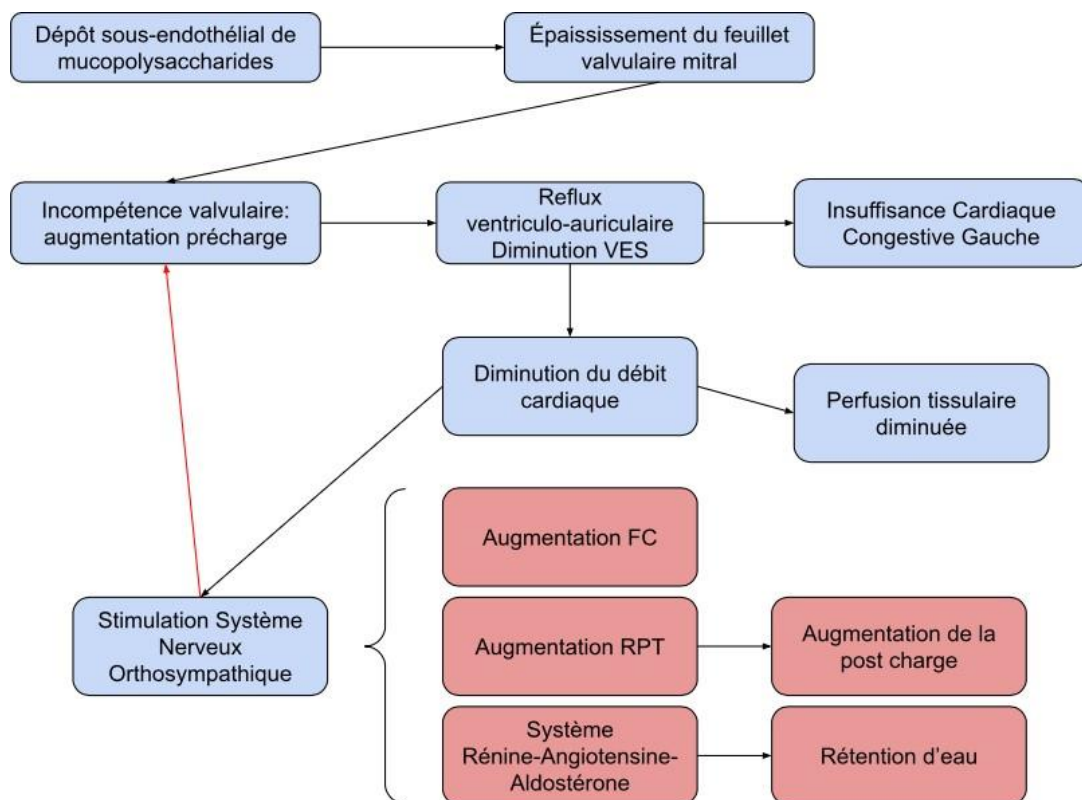


Figure 1 : Schéma physiopathologique de la MDVM

2) Sténose aortique

La sténose aortique est une maladie congénitale relativement fréquente chez le chien. Il s'agit d'une maladie d'apparition progressive qui atteint généralement son stade le plus sévère entre les 12 et les 15 mois d'âge du chien (Bussadori et al. 2000). Elle touche également une des valvules du cœur gauche. Elle consiste en un rétrécissement au niveau de la valvule aortique (figure 2) ou bien juste avant (sous-valvulaire) ou bien juste après (supra-valvulaire). Dans tous les cas, l'ostium aortique en est réduit de taille de par la présence d'un tissu fibreux ou fibro-musculaire empêchant la bonne vidange du ventricule gauche lors de la systole (Kienle, Thomas, et Pion 1994). De plus, du fait de ce rétrécissement, la vitesse d'éjection augmente proportionnellement à la gravité de la sténose (Abbott et al. 2008) dans cette zone provoquant des turbulences (souffle systolique à l'auscultation) ainsi qu'une dilatation de l'aorte post-sténose.

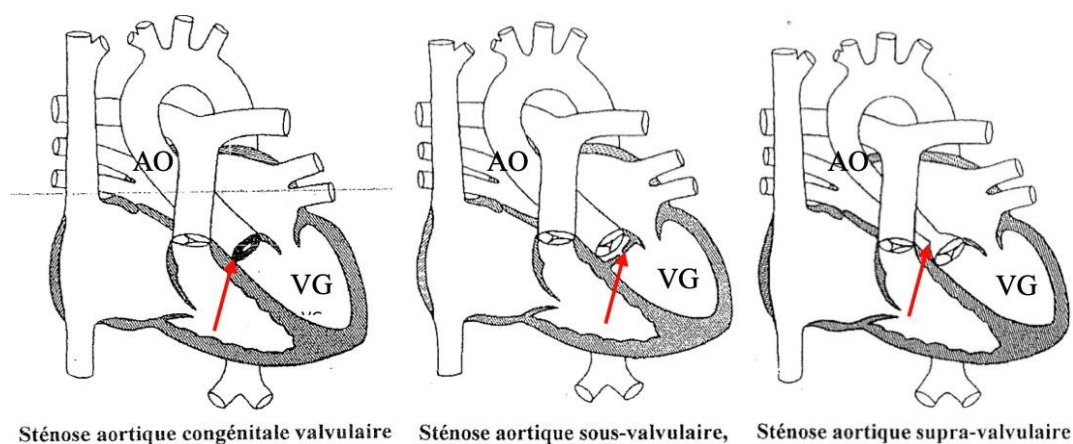


Figure 2 : Représentation schématique de la sténose valvulaire, sous-valvulaire et supra-valvulaire (VG : Ventricule Gauche, AO : Aorte, flèche rouge : lieu de sténose) (Gaudillere 2000)

La sténose aortique touche préférentiellement les pures races et notamment Le Terre Neuve, le Rottweiler, le Boxer, le Golden retriever ou encore le Berger Allemand. Les conséquences physiopathologiques de cette maladie congénitale étant une hypertrophie concentrique du ventricule gauche du fait d'une surcharge en pression (Abbott et al. 2008). Cette hypertrophie concentrique va provoquer une diminution de la densité capillaire du myocarde favorisant le risque d'hypoxie de ce dernier par manque d'apport en oxygène. Ainsi, on observe souvent des lésions d'infarctus et de fibrose du myocarde. On peut également observer une insuffisance cardiaque gauche dans certaines situations. Dans les cas les plus sévères, on peut observer des morts subites. La physiopathologie est expliquée dans la figure suivante (figure 3).

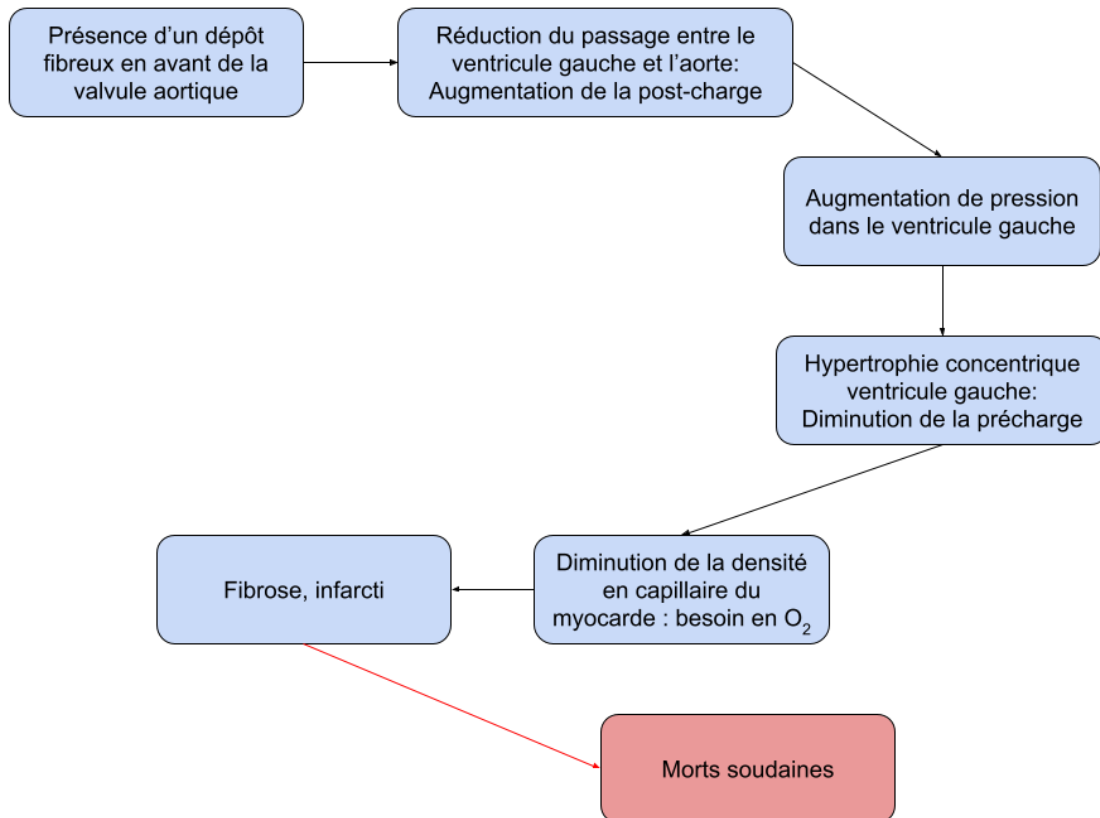


Figure 3 : Schéma physiopathologique de la sténose sous aortique

B. Cardiomyopathies

1) Cardiomyopathie dilatée du grand chien

Exceptées les régions où les vers cardiaques sont fréquents, la cardiomyopathie dilatée (CMD) du chien est une des maladies cardiaques acquises les plus fréquentes du chien aux côtés de la MVDM. Cette maladie est fréquemment rencontrée chez le lévrier irlandais (25% des chiens de cette race sont diagnostiqués d'une CMD), c'est le cas aussi des Dobermans avec une fréquence de diagnostic plus élevée chez le mâle (50%) que chez les femelles (33%) d'après (Wess et al. 2017).

La CMD est une maladie lente d'apparition dont 2 phases ont été décrites : une phase asymptomatique puis une phase clinique où les mécanismes compensatoires ne suffisent plus à compenser les différentes lésions. Cette cardiomyopathie est caractérisée par une détérioration progressive du temps de systole du fait d'une hypokinésie myocardique (l'étiologie reste encore très controversée). L'organisme répond à cette hypokinésie par des mécanismes compensatoires chez les animaux asymptomatiques. Malgré cela, la

contractilité du ventricule gauche diminue et avec celle-ci, le volume d'éjection systolique. Par conséquent, le volume télésystolique (post-systole) augmente ce qui empêche l'atrium gauche de se vidanger correctement et ce qui provoque sa dilatation.

Toutes ces modifications conduisent à des changements hémodynamiques. En effet, le VES diminuant, les mécanismes de réabsorption d'eau (Rénine-Angiotensine-Aldostérone) sont stimulés ce qui perpétue le cercle vicieux de la dilatation de l'oreillette. La loi de Starling s'appliquant (figure 4), le ventricule devra davantage se contracter pour éjecter le sang. Or, au-delà d'une certaine limite l'étirement des fibres musculaires devient irréversible ce qui entraîne une insuffisance cardiaque gauche (Abbott et al. 2008). Le mécanisme est détaillé dans la figure 5.

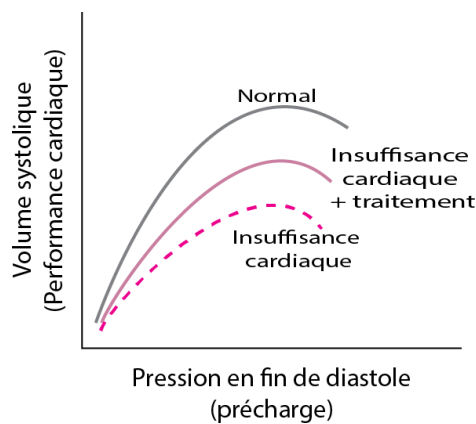


Figure 4 : Diagramme représentant la loi de Starling (« Manuel MSD » s. d.)

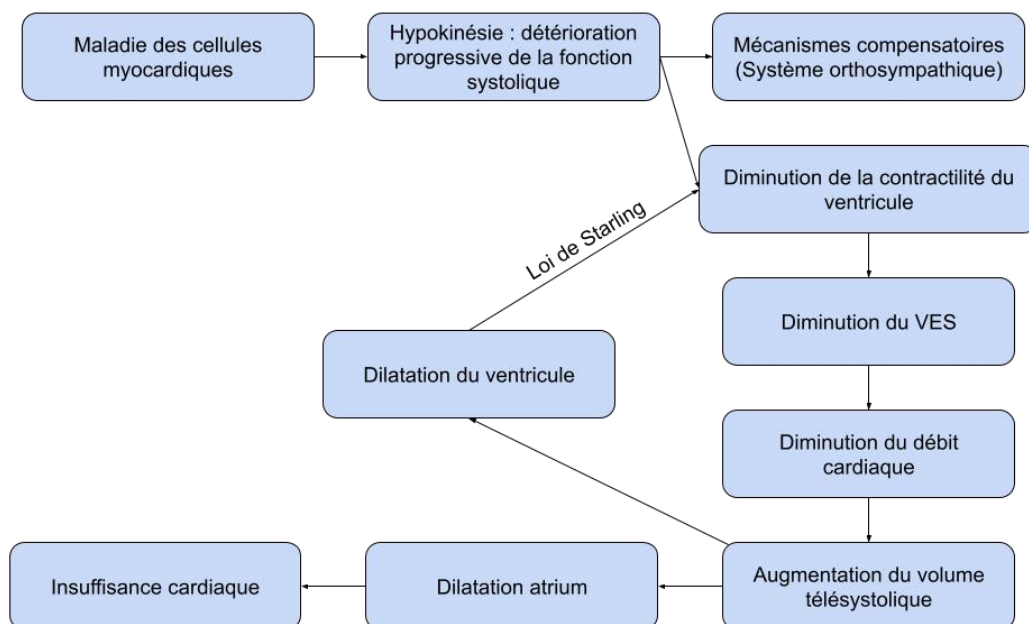


Figure 5 : Schéma physiopathologique de la Cardiomyopathie Dilatée

2) Cardiomyopathie hypertrophique du chat

La cardiomyopathie hypertrophique (CMH) du chat est une maladie du myocarde fréquente puisqu'elle touche 15% de la population féline (Luis Fuentes et al. 2020). Pour certaines races, cette cardiomyopathie est héréditaire : Maine Coon, Ragdoll tandis que d'autres semblent être prédisposées à ce phénotype tels que les chats des forêts Norvégiennes, les Persans, les Bengales, les Sphynx et d'autres encore (Trehieu-Sechi et al. 2012). La figure 6 illustre l'âge du chat lors du diagnostic de la CMH. De plus, les mâles semblent être davantage touchés que les femelles. L'étiologie est encore assez controversée mais il semblerait que, chez l'homme, la mutation de protéines sarcomériques soit responsable des CMH (Abbott 2010). Cela semble être le cas chez le Maine Coon et le Ragdoll (mutation de la protéine sarcomérique MYBPC3). En revanche, ce ne peut-être la seule cause car certains chats de ces races diagnostiqués avec une CMH sont négatifs au test génétique de mutation. Il existe donc probablement d'autres causes pour le moment inconnues.

Ce phénotype est caractérisé par une paroi du ventricule gauche épaissie de façon locale ou diffuse, sans dilatation de la chambre ventriculaire gauche et sans causes pouvant expliquer l'épaississement secondaire (Luis Fuentes et al. 2020). Ainsi le diagnostic d'une CMH se fait par exclusion de toute autre étiologie pouvant causer des changements hémodynamiques (augmentation de pression). Le mécanisme physiopathologique de cette maladie est donc le suivant: l'hypertrophie concentrique du ventricule gauche provoque un dysfonctionnement diastolique (diminution de relaxation en diastole) accompagné d'une diminution du VES (obstruction de la chambre de chasse du VG par hypertrophie du septum basal gauche ou par mouvement antérieur de la valve mitrale pendant la systole: SAM) impliquant une diminution du débit sanguin pouvant provoquer des syncopes. En réponse à cela, une tachycardie se met en place. Il se développe une augmentation de pression télédiastolique dans le ventricule gauche puis à terme dans l'atrium gauche. On observe une augmentation de la pression veineuse pulmonaire et potentiellement des signes d'Insuffisance Cardiaque Congestive (ICC) gauche avec présence d'œdème pulmonaire ou d'épanchement pleural. D'autres part, des ischémies du myocarde sont observées avec présence de fibrose. Cela ne fait qu'accélérer le défaut de relaxation en diastole du myocarde. La figure 7 illustre le mécanisme physiopathologique décrit précédemment lors d'atteinte de cette maladie.

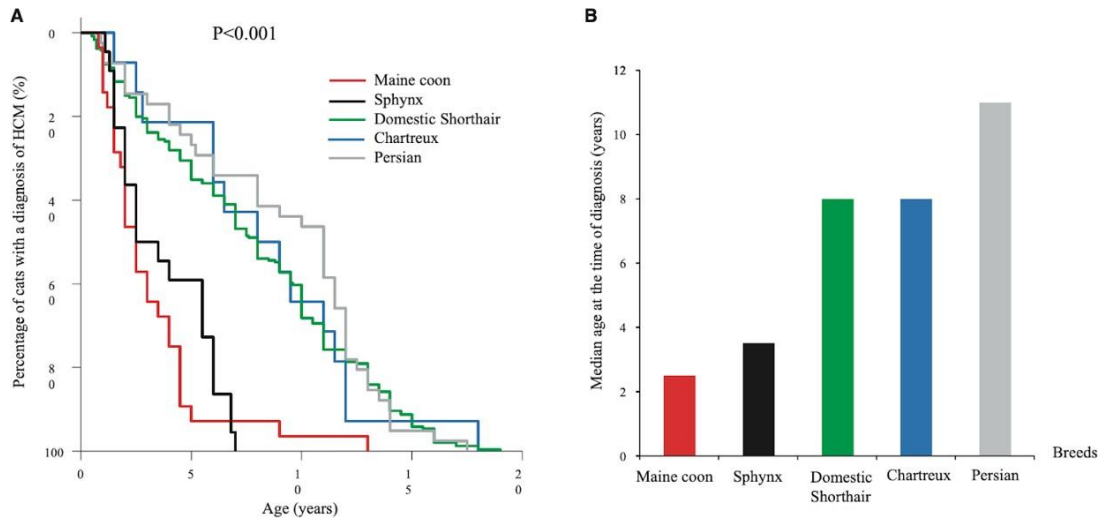


Figure 6 : Age du diagnostic d'une CMH dans une population de 344 chats atteints de CMH incluant 239 Shorthair domestiques, 41 Persans, 22 Sphynx, 28 Main Coon et 14 Chartreux. A : Courbe de Kaplan-Meier montrant le pourcentage de chats diagnostiqués d'une CMH en fonction de l'âge / B : Graphique en barres illustrant l'âge médian du diagnostic d'une CMH. (D'après Trehou-Sechi et al. 2012)

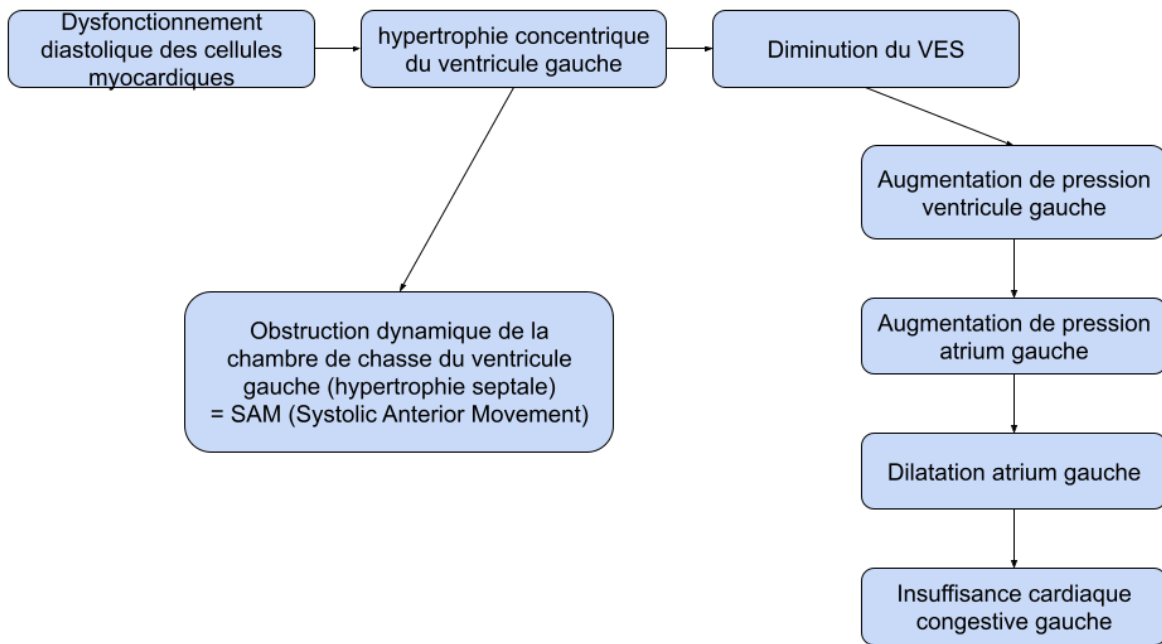


Figure 7 : Schéma physiopathologique de la Cardiomyopathie Hypertrophique

II. Anamnèse et examen clinique préanesthésique

A. Conduite à tenir

Lorsque l'on anesthésie un animal, ce dernier est au préalable classé dans une catégorie de risque anesthésique. Cela permet de prévoir de façon très théorique le risque que l'animal encourt lors d'une anesthésie suivant son état général préanesthésique. Cela permet également d'alerter le propriétaire avant qu'il ne prenne une décision. Cette classification a été créée par la Société Américaine des Anesthésistes (ASA) et elle est détaillée dans le tableau suivant (Tableau I).

Tableau I : Classification ASA

Classe	Définition	Exemple
ASA 1	Animal sain	Pas de maladie cardiaque
ASA 2	Animal avec une maladie systémique légère	Maladie cardiaque compensée (sans recours à une thérapeutique)
ASA 3	Animal avec une maladie systémique grave	Maladie cardiaque compensée médicalement
ASA 4	Animal atteint d'une maladie systémique grave qui constitue en permanence une menace pour sa vie	Maladie cardiaque décompensée
ASA 5	Animal moribond mais qui ne survivra pas sans une chirurgie	Maladie cardiaque décompensée réfractaire au traitement médicamenteux

Il est important de questionner le propriétaire sur le traitement en cours de l'animal. En effet, certaines molécules ont des effets sur le système cardiorespiratoire qui peuvent s'additionner aux effets des molécules utilisées pendant l'anesthésie. Cela permet également de préciser à quelle classe ASA l'animal appartient et de conseiller le propriétaire quant à la conduite à tenir pour la suite. Les effets de ces molécules sur le système cardiovasculaire sont détaillés dans le tableau suivant (Tableau II).

Tableau II : Effets cardiorespiratoires des différentes molécules utilisées dans le traitement des insuffisances cardiaques chez le chien et le chat

Classe de molécules	Molécule	Effets sur le système cardiorespiratoire
Diurétiques	Furosémide	<ul style="list-style-type: none"> • Hypokaliémie → Tachyarythmies • Prédipose à la toxicité de la digoxine • Déshydratation • Hypotension • Diminution de l'hypertension pulmonaire
	Spironolactone	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkaliémie → Arythmies • Tachyarythmies ou Bradycardies
	Chlorothiazide	<ul style="list-style-type: none"> • Hypokaliémie • Hypomagnésémie • Prédipose aux tachyarythmies
Inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	Enalapril	<ul style="list-style-type: none"> • Vasodilatation artérielle pouvant être accentuée par l'utilisation d'acépromazine, d'isoflurane ou de sévoflurane → Hypotension
	Benazepril	
Glycosides digitaliques	Digoxine	<ul style="list-style-type: none"> • Arythmies ventriculaires → possibilité d'augmenter la genèse en association avec des sympathomimétiques (dopamine, épinéphrine, dobutamine) • Effet inotrope positif • Bradycardie • Hypokaliémie + hyperventilation (hypocapnie et alcalose respiratoire concomitante) → Augmente l'hypokaliémie préexistante
Bloqueurs des canaux calciques	Diltiazem	<ul style="list-style-type: none"> • Vasodilatation • Bradycardie • Diminution de la contractilité myocardique <p>⇒ Association avec acépromazine, isoflurane, sévoflurane exacerbe l'hypotension</p> <p>⇒ Association avec opioïdes et anesthésiques volatils exacerbe la bradycardie</p> <p>⇒ Association avec propofol exacerbe la diminution de contractilité du myocarde</p>

Sensibilisateurs calciques	Pimobendane	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la contractilité myocardique • Puissant vasodilatateur
Agents anti-arythmiques	Propranolol	<ul style="list-style-type: none"> • Bradycardie • Diminution de la contractilité myocardique ⇒ Hypotension moins réactive aux sympathomimétiques (dopamine et dobutamine) • Bronchoconstriction : dyspnée ⇒ Association avec opioïdes ou anesthésique volatil peut exacerber la bradycardie ⇒ Association avec propofol peut exacerber la diminution de contractilité du myocarde.
	Aténolol	
AINS	Aspirine	<ul style="list-style-type: none"> • Altération de la fonction plaquettaire ⇒ Association avec acépromazine exacerbe l'effet car cette dernière impacte aussi la fonction plaquettaire

B. Auscultation cardiaque

Lors de l'auscultation cardiaque, il faut prêter une attention particulière à la présence de bruits surajoutés tels qu'un souffle cardiaque ou un potentiel bruit de galop. On sera également attentif à la présence d'une tachycardie ou de toute autre arythmie, d'un thrill ou d'une palpation anormale du pouls fémoral.

1) Affections valvulaires

a. Insuffisance mitrale

Lors de MVDM (puisque c'est sur cette maladie que nous nous sommes focalisés), l'examen clinique est riche d'informations. De fait, lorsqu'un animal est atteint de MVDM, il est possible d'entendre un souffle d'insuffisance mitrale. Ce souffle a donc les caractéristiques suivantes : systolique, gauche et apexien. Ce souffle est la conséquence d'un défaut de coaptation des feuillets de la valvule mitrale avec un reflux sanguin, lors de la systole, du ventricule gauche vers l'atrium gauche. À l'auscultation cardiaque, on note également une tachycardie ainsi qu'un thrill dans les cas les plus avancés de la dégénérescence mitrale. Autant d'informations qui doivent inciter le vétérinaire à proposer des examens complémentaires préanesthésiques afin de limiter le risque par la suite.

Lorsque la maladie est peu avancée mais qu'une dégénérescence de la valvule est déjà en cours, on peut alors entendre un "clic systolique". Ce clic est un bruit court se produisant pendant la systole. Il peut être intermittent et varier de position en s'éloignant ou se rapprochant du bruit S2. Ce clic est en fait considéré comme prémices d'un souffle ou accompagne un léger souffle et est le témoin d'un début de prolapsus de la valvule mitrale (Abbott et al. 2008). Dans les cas les plus sévères de régurgitation mitrale, un bruit surajouté S3 peut-être entendu. Ce bruit a lieu pendant la diastole après S2 et apparaît lorsque le ventricule est dilaté. Ce bruit ajouté donne donc un bruit de galop, à ne pas confondre avec un clic systolique.

b. Sténose aortique

Une sténose aortique peut être suspectée en cas de souffle systolique basal gauche. C'est au niveau du quatrième espace intercostal gauche qu'il est le plus audible au niveau de la jonction costochondrale car cette zone est en regard de la zone valvulaire aortique. Ce souffle est souvent aussi fort à droite (en région basale du cœur également). Un souffle diastolique de régurgitation aortique peut également être entendu mais cela n'est pas systématique. Il est également possible lors de sténose aortique sévère que la palpation du pouls fémoral soit plus faible et que celui-ci soit légèrement retardé. De plus, on a souvent un choc précordial marqué à gauche. (Abbott et al. 2008). Le graphique suivant représente le nombre de chiens atteints de sténose sous-aortique (Dogue de Bordeaux) présentant un souffle cardiaque à l'auscultation cardiaque et le grade de ce souffle suivant l'âge du chien (Figure 8). Dans cette étude, les chercheurs ont montré que 72 % des chiens atteints de sténose sous aortique présentaient un souffle souvent léger (grade 1 et 2) et cela a été démontré dans d'autres études chez le Boxer ainsi que le Golden retriever. D'après cette même étude et d'autres, ce souffle serait positivement corrélé à la vitesse d'éjection systolique (Höllmer et al. 2008).

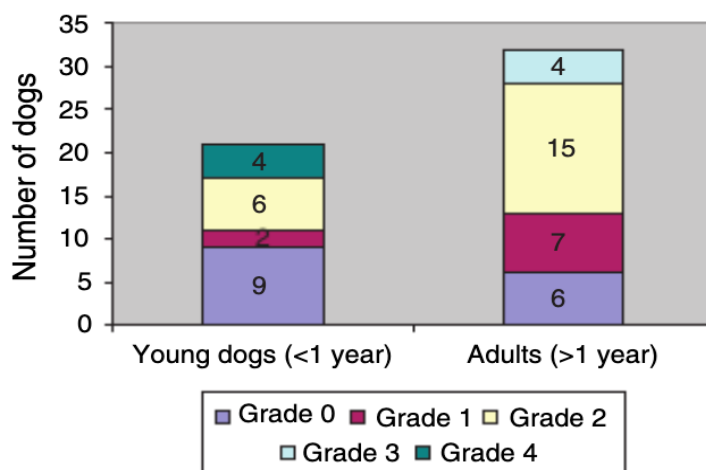


Figure 8 : Grade du souffle cardiaque en fonction de l'âge (<1 an ou > 1 an) chez des chiens Dogue De Bordeaux atteints de sténose sous-aortique (Höllmer et al. 2008)

2) Cardiomyopathies

a. Cardiomyopathie dilatée du grand chien

Bien que cette maladie puisse être asymptomatique, des découvertes fortuites peuvent être faites à l'examen préanesthésique. En effet, même lors de sa phase asymptomatique, une CMD permet lors de l'auscultation cardiaque d'entendre un souffle systolique d'intensité légère à modérée. Un animal atteint d'une CMD pourra présenter un ventricule gauche dilaté puis une dilatation de l'anneau mitral et donc une régurgitation mitrale par défaut de coaptation du feuillet engendrant donc un souffle de régurgitation mitrale. De plus, même pendant cette phase et d'autant plus dans la phase clinique, il est possible de mettre en évidence des arythmies. Il est également possible d'entendre un bruit de galop diastolique ainsi qu'une diminution de l'intensité des bruits. Le bruit de galop correspond en réalité à un troisième bruit cardiaque, il a lieu après le second bruit (fermeture des valvules aortiques et pulmonaires) et correspondrait à des vibrations lorsque les parois ventriculaires atteignent leur limite d'élasticité lors de la diastole (Grimm et al. 2015). A la palpation du pouls fémoral, il est également possible d'avoir un pouls un peu plus faible qu'à la normale.

b. Cardiomyopathie hypertrophique du chat

20 à 60% des chats ont un souffle cardiaque et ce nombre croît avec l'âge du chat (figure 9). Il ne faut donc pas automatiquement associer un souffle à une cardiomyopathie à phénotype hypertrophique d'emblée. A l'inverse, certains chats atteints de CMH ne présenteront pas de souffle (Luis Fuentes et Wilkie 2017). Ainsi, un bruit de galop chez le chat est plus caractéristique d'une CMH qu'un souffle cardiaque. Ce dernier peut tout de même être présent et se caractérise par un souffle systolique parasternal gauche. Il est également possible d'entendre à l'auscultation une tachycardie ainsi que des arythmies qui doivent motiver une exploration plus poussée avec des examens complémentaires.

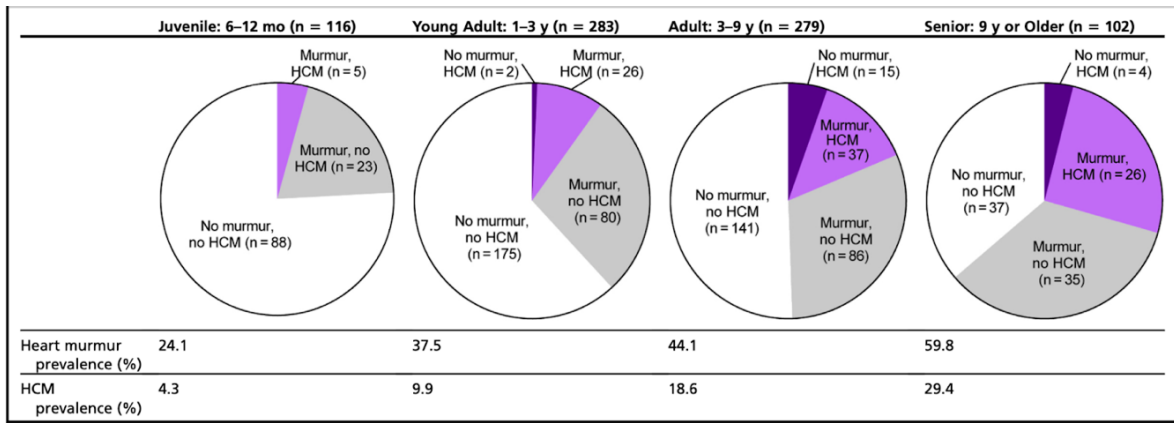


Figure 9 : Prévalence des souffles cardiaques et de la cardiomyopathie hypertrophique chez 780 chats apparemment en bonne santé provenant de refuges (Payne, Brodbelt, et Luis Fuentes 2015)

C. Auscultation respiratoire

L'auscultation respiratoire dans des contextes de maladies cardiaques est pertinente. En effet, de par leurs différents mécanismes physiopathologiques, chaque maladie peut engendrer des dysfonctionnements au niveau pulmonaire, pour la plupart audibles à l'auscultation. Dans tous les cas, l'insuffisance cardiaque peut conduire à une dyspnée ou une tachypnée.

Dans le cas de la MVDM, l'ICC gauche peut provoquer un œdème pulmonaire diagnostiqué par des crépitements voire de la toux. Dans les cas les plus avancés, on peut suspecter un épanchement pleural avec un assourdissement des bruits cardiaques. Lorsque l'oreillette est dilatée elle peut également compresser la bronche souche et donc provoquer de la toux également.

Pour ce qui est de la sténose aortique, on peut également observer de la toux pour les mêmes raisons, une cardiomégalie qui comprime la bronche souche ou bien comme conséquence de l'œdème pulmonaire.

Un chien atteint de CMD dans sa phase clinique principalement, pourra présenter lui aussi une dyspnée due à un œdème pulmonaire voire une discordance respiratoire du fait d'un épanchement pleural.

Quant à la CMH, on pourra entendre à l'auscultation respiratoire une dyspnée possiblement accompagnée d'une discordance. En revanche, chez le chat, les atteintes cardiaques ne provoquent pas de toux.

III. Examens complémentaires

A. Échographie

1) MVDM

Lorsque l'on entend un souffle de régurgitation mitrale, le consensus ACVIM (American College of Veterinary Internal Medicine) recommande une échocardiographie afin de connaître la cause de cette régurgitation et d'affirmer ou non une MVDM. Les caractéristiques échocardiographiques d'une MVDM sont les suivantes : épaisseur anormalement élevée d'un ou des deux feuillets de la valvule mitrale ainsi que du cordage voire une rupture de ce dernier, un potentiel prolapsus de la valvule mitrale associé à la présence d'un reflux ventriculo-auriculaire systolique en mode Doppler. On note aussi la dilatation de l'atrium et de l'auricule gauche puis du ventricule gauche ainsi qu'une hypermotilité de celui-ci en systole. Cette hyperkinésie peut être visualisée avec le M-Mode de l'échographe (figure 11). Certaines études ont mentionné la vue parasternale droite grand axe 4 cavités comme le GOLD STANDARD (Pedersen et al. 1996) pour le diagnostic de la MVDM (figure 10).

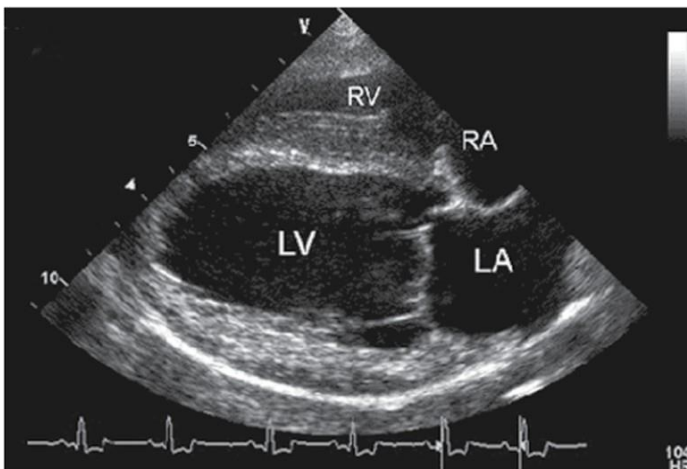


Figure 10 : Vue parasternale droite, grand axe 4 cavités d'un cœur sain (Abbott et al. 2008)

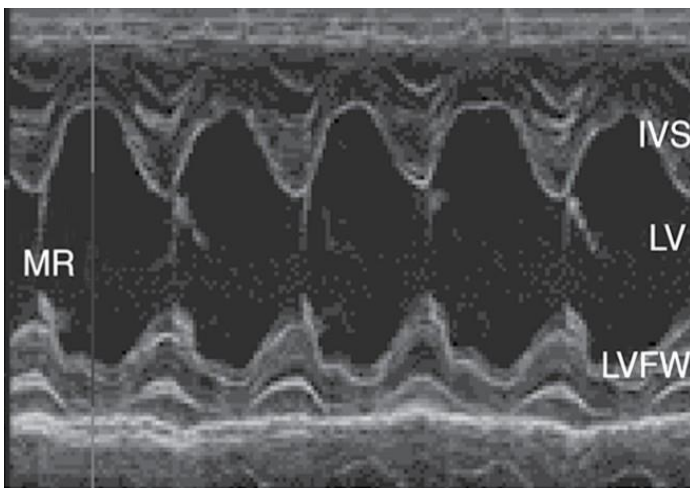


Figure 11 : M-mode permettant d'évaluer la fonction systolique du ventricule. Noter l'hyperkinésie du ventricule gauche ainsi que la Régurgitation Mitrale (Abbott et al. 2008)

2) Sténose aortique

Il est nécessaire de réaliser une échocardiographie dans le cadre d'une sténose aortique car celle-ci va permettre d'observer les modifications morphologiques cardiaques secondaires telles que l'hypertrophie du ventricule gauche voire, dans les cas sévères, une hyperéchogénicité des muscles papillaires et du myocarde pouvant s'expliquer par des zones d'ischémie ou de fibrose.

D'après les recommandations du comité d'échocardiographie du Collège Américain de médecine interne vétérinaire (ACVIM), la vue parasternale gauche 5 cavités est celle à choisir afin de mesurer la vitesse du flux sanguin aortique au niveau de la sténose (figure 12). L'utilisation du mode Doppler est indispensable pour réaliser cette mesure. Cette dernière nous permettra grâce à la dérivation de l'équation de Bernoulli modifiée qui suit, de déterminer le gradient de pression qu'impose la sténose. Celui-ci est un facteur de pronostic quant à la gravité de la maladie.

Équation 2 : Formule du Gradient de pression

$$\text{Gradient de Pression} = 4 * (\text{Vitesse maximale du flux sanguin})^2$$

Si ce gradient de pression est compris entre 80 et 100 mm Hg, il s'agit alors d'une sténose modérée, en revanche, lorsque ce gradient dépasse les 100 mm Hg, on parle de sténose sévère.

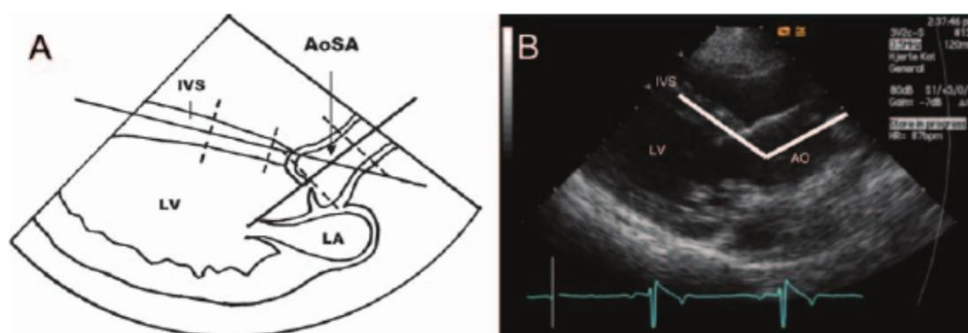


Figure 12 : Schéma de la vue parasternale grand axe illustrant l'angle aorto-septal (Cape et al. 1997)

- AoSA est l'angle formé par l'axe médian de la racine aortique avec l'axe médian du septum ventriculaire en fin de diastole/début de systole, juste avant l'ouverture de la valve aortique
- AoSA : Angle aorto-septal ; IVS : Septum Inter-ventriculaire ; LV : Ventricule Gauche ; LA : Oreillette Gauche

3) CMD

L'échocardiographie est l'examen de choix pour diagnostiquer une CMD. Le diagnostic est posé lorsque l'on observe une hypokinésie du ventricule gauche ainsi qu'une dilatation de ce dernier (figure 14) sans autre lésion associée. On peut également observer une dilatation de l'oreillette gauche. Des dilatations des cavités droites du cœur ne sont pas exclues suivant l'avancée de la maladie. L'hypokinésie est objectivée grâce à une diminution de la fraction de raccourcissement ainsi que de la fraction d'éjection. Elle peut aussi être visualisée dans un mode M de l'échographe (figure 15). L'idéal étant de se placer selon la vue parasternale droite 4 cavités et d'observer 5 cycles cardiaques avant de poser le diagnostic. Une étude faite sur le Dobermann ([Wess et al. 2017](#)) a mis en évidence certaines normes (figure 13).

LVIDd (mâle) > 48 mm : CMD
LVIDd (femelle) > 46 mm : CMD
LVIDs (mâle et femelle) > 36 mm : CMD

Figure 13 : Normes pour le diagnostic d'une CMD sur des chiens de race Dobermann ([Wess et al.2017](#))

-LVIDd : Dimension intérieure du Ventricule Gauche en diastole
-LVIDs: Dimension intérieure du Ventricule Gauche en systole

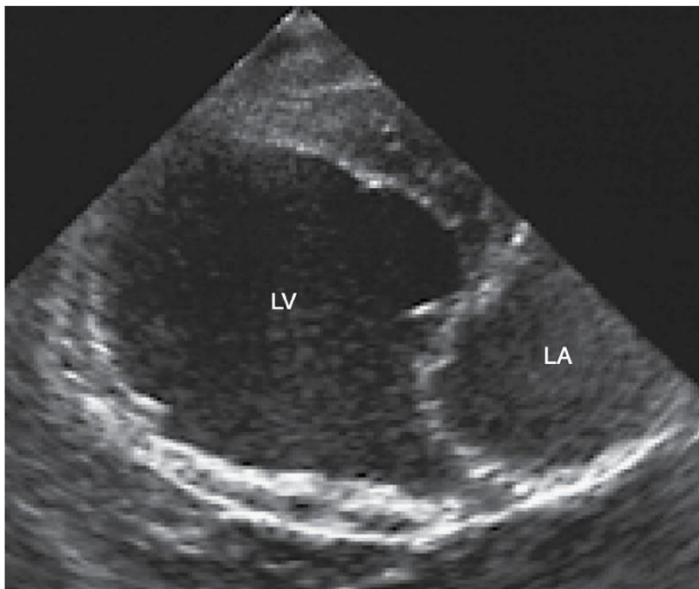


Figure 14 : Vue parasternale droite grand axe chez un chien souffrant de CMD montrant un ventricule gauche arrondi avec une morphologie de la valvule mitrale normale ([Abbott et al. 2008](#))

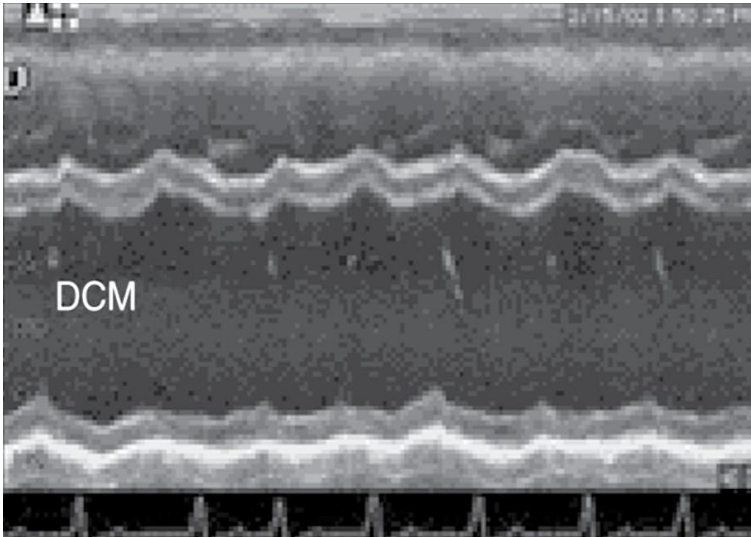


Figure 15 : M-mode permettant d'évaluer la fonction systolique du ventricule. On note ici une hypokinésie du ventricule gauche ainsi qu'une dilatation de celui-ci (Abbott et al. 2008)

4) CMH

Lorsqu'un chat est atteint d'une CMH sévère, le diagnostic échographique est simple (figure 16) en revanche cela peut être plus délicat en cas de CMH modérée. On observe à l'échographie un septum interventriculaire ainsi qu'une paroi du ventricule gauche très épaissie. Si cette épaisseur est supérieure à 6 mm en diastole sans autre anomalie pouvant expliquer un épaississement concentrique secondaire alors on peut conclure à une CMH. Il est possible d'observer une dilatation de l'atrium gauche, ce dernier peut présenter des thrombus. Il est également possible d'observer un mouvement antérieur systolique de la valvule mitrale.

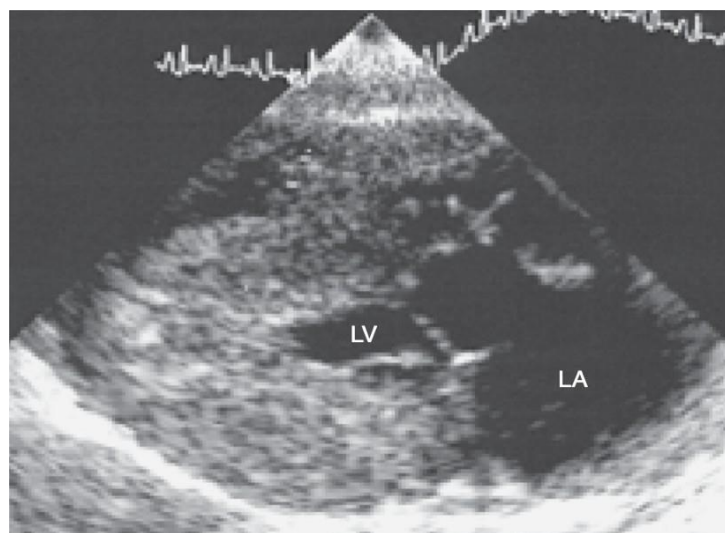


Figure 16 : Vue parasternale droite grand axe chez un chat présentant une cardiomyopathie hypertrophique. On note ici une hypertrophie marquée du ventricule gauche (Abbott et al. 2008)

B. Radiographie

Bien que l'échocardiographie soit l'examen de choix pour diagnostiquer avec précision une cardiopathie, la réalisation d'une radiographie est également possible. Elle peut être utile dans les cas où il n'y a pas d'échographe à disposition ou bien si le budget des propriétaires est limité, ne permettant pas la réalisation d'une échocardiographie. Avec l'examen radiographique, il sera tout de même possible de distinguer certaines anomalies. En effet, il est possible sur une radiographie de juger d'une cardiomégalie et de la localiser, au moins approximativement. Il est également possible de diagnostiquer de l'œdème pulmonaire (qui peut avoir une origine cardiogénique). Cependant, la position de l'animal doit être parfaite afin de ne pas fausser le diagnostic et ce n'est pas toujours chose simple.

C. Électrocardiogramme

Un électrocardiogramme (ECG) doit de façon systématique être réalisé sur les animaux présentant une arythmie à l'examen clinique (bradycardie, tachycardie ou toute autre arythmie qu'il soit). Il est également intéressant de le réaliser dans le cadre de certaines maladies (CMD, CMH par exemple) ou chez certaines races telles que le boxer qui peut présenter une cardiomyopathie dégénérative qui est la cardiomyopathie arythmogène du ventricule droit. Un ECG doit également être réalisé sur tous les animaux cardiaques avant une anesthésie. Il peut permettre de déceler des anomalies du rythme non audibles à l'auscultation cardiaque.

D. Prise de sang

Une prise de sang peut être effectuée notamment pour vérifier les paramètres rénaux (urée et créatinine) ainsi que les électrolytes (Potassium, sodium et Calcium notamment). En effet, dans les cas de variations chroniques de la pression artérielle systémique, les reins peuvent souffrir et être en insuffisance. Il est donc important d'avoir une idée de leur état de fonctionnement via la biochimie afin de pouvoir choisir les molécules anesthésiques les plus adaptées parmi l'arsenal disponible. De plus, certains désordres électrolytiques peuvent favoriser des anomalies du rythme cardiaque. Par exemple, une hyperkaliémie peut favoriser une bradycardie. Le dosage de certains biomarqueurs cardiaques (comme la troponine C ou I) peut-être réalisé mais ces dosages sont assez rarement entrepris avant une anesthésie et nous ne les détaillerons pas dans cette étude.

Une fois la réalisation de l'examen préanesthésique et les examens complémentaires faits, il est possible de classer l'animal dans une des catégories ASA décrites précédemment. De ce fait, le propriétaire est prévenu des risques en fonction du stade de l'insuffisance cardiaque. C'est avec son accord que l'anesthésie pourra être réalisée et seulement dans ce cas. Il se dessine ainsi un schéma protocolaire à respecter et à suivre. Le logigramme suivant (figure 17) permet de savoir quelle décision prendre en fonction de la situation et de l'état d'avancement des différents examens complémentaires.

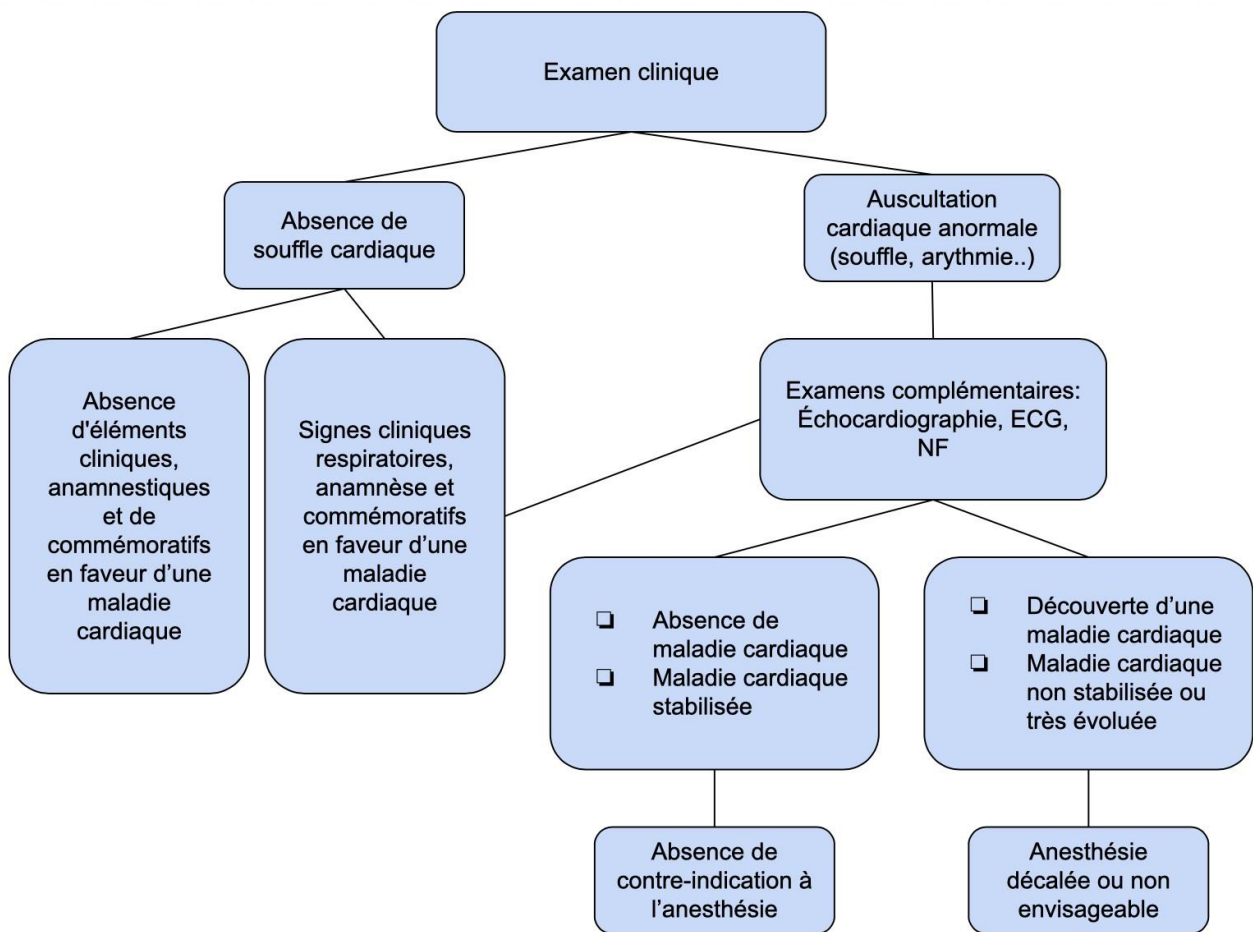


Figure 17 : Logigramme décisionnel de l'anesthésie d'un animal

IV. Anesthésie

A. Objectifs principaux de l'anesthésie

1) MVDM

Dans le cas d'un animal atteint de MVDM, il est important lors de l'anesthésie de maintenir une précharge stable. Une légère diminution peut même être bénéfique, évitant une dilatation de l'anneau mitral et donc des régurgitations plus importantes. Cela peut se faire par une augmentation légère de la fréquence cardiaque. Une bradycardie serait à l'inverse délétère car la diminution de la fréquence cardiaque contribue à augmenter la portion régurgitée du VES (Grimm et al. 2015). Il est également important d'éviter toute hausse de la postcharge, le débit cardiaque étant déjà diminué. Une légère diminution de la post charge peut même être favorable et permettre une augmentation du débit cardiaque. Il est donc important de bien choisir les molécules anesthésiques utilisées et d'en comprendre les effets sur le système cardiovasculaire.

2) Sténose aortique

Dans le cas d'une sténose aortique, la capacité du ventricule gauche est moindre du fait de la sténose et de l'hypertrophie concentrique secondaire du myocarde. Ainsi, les objectifs anesthésiques se rapprochent de ceux énoncés lors de CMH. En effet, la précharge doit être maintenue stable tout comme la post charge qui ne doit en tous cas pas être diminuée. Une diminution de celle-ci pourrait entraîner une hypotension qui ne pourra être compensée par une augmentation du VES. Cela favoriserait donc une diminution du DC et amplifierait le risque d'ischémie du myocarde par défaut de perfusion des coronaires. De plus, dans les cas de sténose sous aortique, le degré d'obstruction dans la chambre de chasse du ventricule gauche varie en fonction de la fréquence et de la contractilité cardiaque. Si ces dernières augmentent, l'obstruction est amplifiée. Ainsi, il est important de maintenir stables les volumes, la fréquence ainsi que la contractilité cardiaque.

1) CMD

Lors de l'anesthésie d'un animal atteint de CMD, le ventricule gauche voire l'oreillette gauche sont dilatés et le ventricule a un défaut de contractilité. Dans ce cas, les objectifs diffèrent. En effet, s'il en est de même pour la précharge qui doit être maintenue stable du fait du manque de capacités d'adaptation du ventricule, la postcharge quant à elle doit être maintenue ou légèrement diminuée afin de favoriser le VES et donc le DC. L'inotropisme ne doit pas être diminué car les capacités de contractilité du ventricule sont déjà faibles.

2) CMH

Lorsque nous avons affaire à un animal atteint de CMH, les objectifs d'anesthésie sont multiples. La précharge doit être maintenue stable car le ventricule du fait de son hypertrophie concentrique a peu de capacités d'adaptation à des augmentations de volume. De plus, comme toujours, l'objectif principal étant d'optimiser la perfusion et de minimiser la consommation en O₂ du myocarde. Ainsi, les hypotensions doivent être gérées efficacement du fait d'une prédisposition initiale de ces animaux à ce phénomène. La post charge ne doit donc pas être diminuée voire légèrement augmentée afin de conserver une perfusion myocardique suffisante. Une augmentation de la fréquence cardiaque ou de l'inotropisme augmenterait le travail du myocarde et sa consommation en O₂ et est donc déconseillée.

B. Prémédication

Les objectifs principaux de l'anesthésie sont les mêmes quel que soit l'origine de la défaillance cardiaque. Dans tous les cas, il faudra maintenir un débit cardiaque stable, tout comme la fréquence cardiaque. En effet, une tachycardie ne fera qu'augmenter les besoins en oxygène du myocarde et les risques d'ischémie de celui-ci seront majorés. Il faudra éviter au maximum les molécules capables de diminuer la contractilité du myocarde favorisant les risques d'hypotension. On limitera au maximum la survenue d'arythmies et on assurera une oxygénation optimale afin d'éviter les hypoxies tissulaires et ce, dès la prémédication et après le réveil de l'animal.

1) Gestion du stress (attitude pet friendly)

Il est important d'atténuer au maximum le stress d'un animal allant subir une anesthésie. En effet, lors d'un stress, il va y avoir production de cortisol après stimulation par l'ACTH (hormone corticotrope hypophysaire) des corticosurrénales. Or, le cortisol a un rôle non négligeable dans la production de catécholamines (Mohd Azmi et al. 2021). Les catécholamines (adrénaline, noradrénaline et dobutamine) vont avoir une action tachycardisante et hypertensive notamment. De ce fait, tout stress aura tendance à augmenter le risque de variation de la pression artérielle ou de la fréquence cardiaque pendant l'anesthésie. Ainsi, une attitude "pet friendly" est à privilégier tout au long de l'accueil de l'animal et de sa prémédication. Le tableau suivant (tableau III) en donne un aperçu.

Tableau III : Exemple de tableau "pet-friendly" adoptable en clinique chez le chat

Code couleur de l'attitude de l'animal	Éléments auxquels prêter attention	Signaux à analyser
<p style="text-align: center;">VERT</p> <p>L'animal se sent en sécurité et détendu dans l'environnement. Possibilité de le manipuler</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posture • Port de la queue • Yeux • Oreilles • Vocalises 	<ul style="list-style-type: none"> • Tête reposée, se roule, se frotte • Relâchée et éloignée du corps, frémissement • Regard stable, détendu, pupilles de taille normale • Tournées légèrement vers l'avant ou droites • Ronronnement ou doux miaulement
<p style="text-align: center;">JAUNE</p> <p>L'animal perçoit le danger et est sur la défensive. Élaborer un plan de manipulation pour atténuer la menace perçue</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posture • Port de la queue • Yeux • Oreilles • Vocalises 	<ul style="list-style-type: none"> • Muscles tendus, membres rétractés sous le corps • Tenue près du corps • Mydriase • Entièrement dressées vers l'avant ou aplaties en arrière • Aucune vocalise ou miaulement plaintif
<p style="text-align: center;">ROUGE</p> <p>L'animal perçoit un risque élevé de danger mortel, il est offensif. Envisager une contention chimique ou reporter la manipulation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posture • Port de la queue • Yeux • Oreilles • Vocalises 	<ul style="list-style-type: none"> • Tête baissée et immobile, respiration rapide, tentatives d'évasion • Enroulée sous le corps • Grand ouverts et mydriase franche • Aplaties vers l'arrière • Crache, vocalises gueule ouverte

2) Impact de la douleur sur la fonction cardiaque

a. Physiopathologie de la douleur sur la fonction cardiaque

La douleur, en déclenchant les mécanismes de stress, agit de façon directe sur la fonction cardiaque par les mécanismes cités précédemment. Il existe un véritable cercle vicieux entre stress, anxiété et douleur qu'il est important de maîtriser le plus rapidement possible avec une prise en charge la plus précoce possible de la douleur (prise en charge préventive pendant la prémédication). En effet, lors d'une douleur que ce soit sur un animal vigile ou anesthésié, on note une augmentation de la stimulation du système nerveux sympathique pouvant entraîner une augmentation de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire ainsi qu'une hypertension artérielle. Ces variations sont au maximum à proscrire lorsqu'on anesthésie un animal cardiaque d'où l'importance d'une analgésie efficace également. Il est indispensable pour adapter au mieux l'analgésie, de définir au mieux la douleur. Il existe pour cela des méthodes d'évaluation de celle-ci. Les évaluations peuvent se faire par l'utilisation de grilles de douleur utilisables par les auxiliaires vétérinaires ou par les vétérinaires eux-mêmes du fait de leur objectivité et de leur caractère répétable. Voir en annexe la fiche d'évaluation de la douleur 4A VET (Annexe 1).

b. Molécules disponibles pour la gestion de l'analgésie sur un animal cardiaque

Il existe tout un arsenal thérapeutique disponible pour la gestion de la douleur per-opératoire. En revanche, toutes les molécules ne sont pas conseillées dans le cas d'un animal souffrant d'une pathologie cardiaque. Il sera donc détaillé dans le tableau qui suit les molécules utilisables en cas de maladie cardiaque et leurs principaux effets sur le système cardiovasculaire (Tableau IV).

Tableau IV : Molécules analgésiques et impact sur la fonction cardiovasculaire

Classe de molécules	Molécules	Gestion de la douleur	Mécanisme
Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)	<ul style="list-style-type: none"> - Robénacoxib -Carprofen -Méloxicam - Kétoprofène 	Douleur légère à modérée	Action sur les enzymes cyclo-oxygénases de type COX2 : productrice de prostaglandines inflammatoires
			<u>Effets cardiovasculaires :</u> Aucun effet, mais interactions avec IECA, les β-bloquants, ou les diurétiques. Peuvent aggraver une insuffisance rénale si patient avec hypotension ou hypovolémie
Opioides	<ul style="list-style-type: none"> - Morphine - Méthadone - Fentanyl - Buprénorphine - Butorphanol - Tramadol 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Douleur légère</u> : opioïde léger - <u>Douleur modérée</u> : en association avec AINS et morphinique +/- fort - <u>Douleur importante</u> : opioïde fort + anesthésie locale + AINS 	Action sur les récepteurs μ et κ du système nerveux central et périphérique : hyperpolarisation des cellules et réduction de l'excitabilité de la cellule
			<u>Effets cardiovasculaires mineurs :</u> légère bradycardie possible et tendance à la diminution de la postcharge
Anesthésiques locaux	<ul style="list-style-type: none"> - Lidocaïne - Bupivacaïne 	Douleur modérée à importante en association avec opioïdes et AINS	Agit sur canaux sodiques voltage-dépendants au niveau spinal et supra spinal
			<u>Effets cardiovasculaires :</u> Si administration en IV, effet cardiopresseur sévère
Analogues structurels GABA	<ul style="list-style-type: none"> - Gabapentine 	Douleur per-opératoire du chat	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de l'influx de calcium intracellulaire - Diminution de la libération de neurotransmetteurs excitateurs
			<u>Effets cardiovasculaires :</u> Aucun connu, diminuer les doses si diminution du DC avec hypotension pour préserver les reins et le foie.

3) Molécules à utiliser avec précaution pour la prémédication selon la maladie cardiaque

Tableau V : Molécules à utiliser avec précaution lors de la prémédication d'un animal cardiaque

Classe de molécules	Molécules	Effets sur le système cardiorespiratoire
Alpha 2-adrénergiques	Xylazine	<ul style="list-style-type: none">• Profonds dépresseurs respiratoires et cardiaques• La diminution de FC provoquée par la xylazine ne répond pas aux anticholinergiques• Diminution de la contractilité myocardique ⇒ diminution du débit cardiaque ⇒ hypotension.
	Médétomidine	<ul style="list-style-type: none">• Vasoconstriction intense ⇒ diminution du débit cardiaque + diminution FC
Anesthésiques Volatils	Isoflurane	<ul style="list-style-type: none">• L'induction au masque ⇒ Excitation ⇒ prédispose à des arythmies + augmentation du travail myocardique.
	Sévoflurane	

Le tableau précédent (Tableau V) indique les molécules à utiliser avec précaution lors de l'anesthésie d'un animal cardiaque.

4) Molécules utilisables en prémédication

a. MVDM

Lors de la prémédication, les opioïdes en association avec les benzodiazépines peuvent être utilisés : c'est ce que l'on appelle la neuroleptanalgie. En effet, excepté un effet bradycardisant des morphiniques, ces molécules n'ont que peu d'effet sur le système cardiovasculaire. De plus, l'effet bradycardisant peut être anticipé ou géré par des anticholinergiques. Les alpha2-agonistes sont à utiliser avec précaution voire à éviter du fait de leur effet vasoconstricteur en premier lieu donnant lieu à une augmentation de la postcharge, à une bradycardie réflexe suivie d'une diminution du débit cardiaque aggravant les régurgitations mitrales. Il est également possible d'utiliser l'acépromazine qui diminue

légèrement la postcharge et qui est un bon anxiolytique. Cette molécule est adéquate lors de MVDM débutante sur des animaux anxieux.

b. Sténose aortique

Un animal atteint de sténose aortique devra être monitoré avec beaucoup d'attention. Lors d'une anesthésie, un traitement antiarythmique peut être nécessaire afin de stabiliser l'animal et de maintenir un remplissage ventriculaire et un débit cardiaque dans les normes. Il est important chez un animal souffrant de cette pathologie de donner une attention particulière à la gestion du stress afin d'éviter les tachyarythmies associées et de gérer efficacement la douleur pour les mêmes raisons. Une association opioïde et benzodiazépines peut également être utilisée dans le cadre de la prémédication.

L'acépromazine peut être utilisée chez des animaux stables et très stressés mais son utilisation doit être exceptionnelle.

Les alpha2-agonistes, les dissociatifs ainsi que les anticholinergiques à forte dose, sont à éviter pour leurs effets cardiovasculaires déjà mentionnés.

c. CMD

Lors de l'anesthésie d'un animal atteint de CMD, la prémédication passe également par l'utilisation d'une association de morphinique et de benzodiazépines pour les mêmes raisons que précédemment. La potentielle bradycardie provoquée par les opioïdes pourra être médicalement gérée par des anticholinergiques. Chez le chien, les benzodiazépines ont moins d'effets sédatifs que chez le chat, il est donc indispensable de les utiliser en association avec des opioïdes. (Congdon 2022).

L'acépromazine est une molécule intéressante notamment pour ses propriétés anti-arythmogène et anxiolytique mais c'est une molécule à action longue et donc à éviter. De plus, son action vasodilatatrice périphérique ne peut être compensée dans ce cas, ce qui favorise les hypotensions. Les alpha2-agonistes sont également contre-indiqués car ils augmentent sévèrement la postcharge et donc diminuent le débit cardiaque déjà atténué dans le cas de CMD.

d. CMH

Lorsque l'animal est atteint de CMH, nous avons plus souvent affaire à des chats. Dans ces cas, les anesthésiques dissociatifs tels que la kétamine ou l'association Tilétamine et Zolazepam sont contre indiqués du fait de leur effets sympathomimétiques pouvant augmenter la pression artérielle ainsi que la postcharge chez des animaux ayant déjà des

VES diminués. De plus, ils ont tendance à augmenter le travail du myocarde au travers de l'augmentation de la fréquence cardiaque, cela augmente donc les besoins en O₂ du myocarde et se traduit par l'apparition ou l'aggravation de tachyarythmies. Le choix d'une neuroleptanalgie est une nouvelle fois privilégié en associant un morphinique ainsi qu'une benzodiazépine. Dans ce cas, l'alfaxalone par voie intramusculaire en association avec un morphinique ou une benzodiazépine peut être tout à fait satisfaisant du fait de leurs faibles effets cardiovasculaires. Dans le cas d'un animal atteint de CMH, les alpha2-agonistes sont controversés mais non contre-indiqués par certains auteurs du fait de leur potentiel pouvoir à réduire l'obstruction de la voie d'éjection du ventricule gauche lors de SAM en abaissant le gradient de pression au niveau de la chambre de chasse du ventricule (Lamont et al. 2002).

5) Induction et entretien de l'anesthésie

a. Précautions pour l'induction et l'entretien de l'anesthésie

Il n'y a pas à proprement parler de molécules à éviter lors de l'induction. Cependant, chacune doit être utilisée avec précaution et en ayant conscience des effets cardiovasculaires associés. Les molécules dissociatives sont cependant assez controversées voire contre-indiquées dans certaines pathologies comme dans le cadre de la prémédication.

Lors de l'induction, il est possible d'utiliser une molécule comme inducteur principal et d'en utiliser une seconde qualifiée de "co-inducteur" afin de réduire les doses utilisées pour chaque molécule et donc les effets indésirables propres à chaque molécule. On parle de potentialisation des effets. De la même façon, les inducteurs principaux peuvent être titrés "à effet". Cela signifie que toute la dose nécessaire théorique ne sera pas injectée, mais que l'on injecte au besoin pour ajuster la profondeur d'anesthésie sans risque de surdosage et indépendamment suivant les individus.

L'entretien de l'anesthésie peut être réalisé par un relai avec des anesthésiques volatils ou bien par des administrations de bolus des molécules d'induction. Cette dernière méthode n'est pas à privilégier dans le contexte d'un animal souffrant d'une pathologie cardiaque car cela favorise les instabilités anesthésiques et donc les troubles cardiorespiratoires.

Les deux principaux agents anesthésiques volatils utilisés sont l'isoflurane et le sévoflurane. Ils ont des propriétés similaires si ce n'est l'odeur qui est moins âcre et non irritante pour les voies respiratoires pour le sévoflurane contrairement à l'isoflurane.

b. Molécules utilisables

i. Tableau général

Tableau VI : Effets des molécules anesthésiques utilisables pour l'induction et l'entretien sur le système cardiovasculaire

Classe de molécules	Molécules	Effets sur le système cardiorespiratoire	Conduite à tenir
Benzodiazépines	Diazépam	<ul style="list-style-type: none"> Dépresseurs minimes du système cardiovasculaire 	<ul style="list-style-type: none"> Injection IM (diazépam plus douloureux que Midazolam : propylène glycol et mauvaise absorption) Antagoniste : Flumazénil
	Midazolam		
Opiïdes	Morphine/Méthadone	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'effet sur la contractilité myocardique ou sur le tonus vasculaire 	<ul style="list-style-type: none"> Antagoniste : naloxone Bradycardie (répondant aux anticholinergiques) Dépresseur respiratoire (dose dépendante)
	Fentanyl	<ul style="list-style-type: none"> Bradycardie 	<ul style="list-style-type: none"> Répond aux anticholinergiques
	Butorphanol	<ul style="list-style-type: none"> Minime effet dépresseur cardiorespiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> Intéressant pour l'analgésie
	Buprénorphine		<ul style="list-style-type: none"> Intéressant mais peu analgésique
Barbituriques	Thiopental	<ul style="list-style-type: none"> Baisse de PA transitoires Arythmogène 	<ul style="list-style-type: none"> Peut être utilisé avec des doses faibles et avec une prémédication adaptée

		<ul style="list-style-type: none"> • Apnée (liée à la rapidité d'induction) 	
Dissociatifs	Kétamine	<ul style="list-style-type: none"> • Combinaison avec BZD : augmentation de la fréquence cardiaque • Maintien de la pression artérielle • Effets minimes sur la ventilation • Apnée très rare 	<ul style="list-style-type: none"> • Toujours utiliser en association avec Diazépam ou Midazolam
	Tilétamine et Zolazepam	<ul style="list-style-type: none"> • Récupération plus brutale qu'avec Kétamine/ DZP (sans prémédication) 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire une prémédication avant sinon longues récupérations et très fortes doses en induction
Dérivé Alkylphénol	Propofol	<ul style="list-style-type: none"> • Effet de courte durée • Induction et réveil rapides • Vasodilatation • Diminution de la contractilité myocardique ⇒ Diminution de PA transitoires ⇒ Augmentation réflexe de la PA • Diminution possible de la FC • Apnée liée à la rapidité d'injection 	<ul style="list-style-type: none"> • Injecter lentement pour éviter les apnées • La prémédication permet de diminuer les doses et donc d'éviter les chutes de PA

Dérivé stéroïde	Alfaxalone	<ul style="list-style-type: none"> • Dépression cardio respiratoire : apnée et hypotension dose-dépendante • Légère augmentation de la FC 	<ul style="list-style-type: none"> • Injection lente en IV afin de diminuer le risque d'apnée • Injection à effet afin de diminuer au maximum la dose administrée
Dérivé imidazolé	Étomidate	<ul style="list-style-type: none"> • Réveil rapide et paisible • Minimale dépression cardiorespiratoire • Minimales effets sur l'activité électrique du cœur 	<ul style="list-style-type: none"> • Bolus intermittents ou CRi ne sont pas recommandés car lyse possible des Globules rouges (osmolarité élevée et base propylène glycol) • Anesthésique peu puissant et pouvant favoriser des phénomènes d'immunosuppression
Anesthésiques Volatils : entretien de l'anesthésie	Isoflurane	<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'effet sur le rythme cardiaque et la contractilité du myocarde ⇒ Peu d'effet sur le débit cardiaque 	<ul style="list-style-type: none"> • Trouver la dose minimale efficace pour obtenir une profondeur d'anesthésie correcte et limiter les effets hypotenseurs
	Sévoflurane	<ul style="list-style-type: none"> • Vasodilatation périphérique : dose dépendante ⇒ Hypotension • Dépresseur respiratoire (additionné aux opioïdes en plus) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prémédication vivement conseillée pour diminuer les doses et limiter les effets déprimeurs respiratoires • Ventilation manuelle conseillée pour éviter hypoxémie et hypercapnie

ii. MVDM

L'induction peut être réalisée à l'aide de l'étomidate avec comme co-inducteur du midazolam ou du diazépam rapidement après afin d'éviter les réactions paradoxales des benzodiazépines. Au besoin, de l'alfaxalone peut être utilisé en veillant à son effet vasodilatateur dose-dépendante et donc aux potentielles hypotensions. Afin de diminuer la dose de ce dernier, il doit être couplé à des benzodiazépines ou bien à des opioïdes. Lors de maladie débutante ou bien stabilisée, la kétamine peut également être utilisée. Le relai avec un anesthésique volatil peut être envisagé bien qu'il ait des effets inotrope négatif et vasodilatateur. Afin de réduire les quantités administrées, il est important de l'associer à une anesthésie systémique convenable ainsi qu'à des anesthésies locales si nécessaire. Chez un animal non stabilisé de sa MVDM, il est important de mettre en place avant l'anesthésie des mesures de réanimation et de stabilisation de potentielles hypotensions ou arythmies. Voir annexe 3 « Anesthésie d'un animal souffrant de MVDM ».

iii. Sténose aortique

De la même façon, une induction lors de sténose aortique peut être réalisée avec des associations de benzodiazépines et de propofol, alfaxalone ou encore étomidate. Les deux premières molécules étant des dépresseurs de la fonction cardiovasculaire, elles sont à utiliser à effet et à potentialiser par d'autres molécules. En effet, lors de sténose aortique, le ventricule a peu de capacités d'adaptation. L'avantage de l'étomidate étant qu'il ne modifiera pas la précharge. Voir annexe 4 « Anesthésie d'un animal souffrant de sténose aortique ».

iv. CMD

Dans le cas d'une CMD, la contractilité du ventricule gauche est altérée, on préférera alors des anesthésiques n'ayant pas tendance à diminuer davantage l'inotropisme. Or, la majorité des anesthésiques sont des inotropes négatifs. Chez des patients stables ou à des stades peu avancés, on pourra utiliser avec beaucoup de précaution des associations propofol ou alfaxalone et benzodiazépines mais dans des maladies plus avancées, on préférera l'étomidate malgré sa plus faible disponibilité et son coût plus important. L'avantage de l'étomidate dans ce cas est qu'il n'aura pas d'effet négatif sur l'inotropisme.

La kétamine est contre-indiquée, comme dans la plupart des maladies cardiaques. En effet, bien que ses effets sympathomimétiques augmentent la FC, l'inotropisme et le donc le débit cardiaque, la kétamine a un effet inotrope négatif direct d'après plusieurs

études. De ce fait, une induction par d'autres molécules est vivement conseillée. (Patschke et al. 1975 ; Pagel et al. 1992). Voir annexe 5 « Anesthésie d'un animal souffrant de CMD ».

v. *CMH*

L'induction d'un animal atteint de CMH peut être réalisée avec différents protocoles suivant le degré de la maladie. En effet, un animal stabilisé avec une maladie encore peu avancée pourra être induit avec un mélange propofol ou alfaxalone avec une benzodiazépine afin de limiter les effets dépresseurs cardio-vasculaires du propofol et de l'alfaxalone. Chez des patients atteints de stades plus prononcés de la maladie, il est préférable de favoriser un mélange Étomidate et benzodiazépine. En effet, bien que l'étomidate n'ait pas encore d'AMM en médecine vétérinaire, il a été prouvé que cette molécule avait peu d'effet sur le système cardiovasculaire chez des animaux en hypovolémie (Pascoe et al. 1992). L'association avec les benzodiazépines se fait dans ce cas pour les mêmes raisons que précédemment. L'induction avec les agents anesthésiques volatils doit être prohibée du fait de leur effet dépresseur sur le système cardiovasculaire. Voir annexe 6 « Anesthésie d'un animal souffrant de CMH ».

6) Incidents per-anesthésiques

a. Hypovolémie vraie et relative

Lors d'une chirurgie avec anesthésie générale, l'animal peut être soumis à deux types d'hypovolémie. L'hypovolémie vraie qui est en fait une perte de volémie au sens strict (perte de sang total lors d'une hémorragie ou de volume plasmatique lors de déshydratation) ainsi que l'hypovolémie relative qui consiste en une augmentation du contenant sanguin (volume vasculaire agrandi sans modification du volume sanguin). Dans les deux cas, même si les mécanismes varient, le résultat est celui d'une hypotension.

Lors d'une hémorragie, il va y avoir une perte de volume dans le compartiment sanguin. Ainsi, le retour veineux sera moins important ce qui va provoquer une diminution du remplissage ventriculaire et, consécutivement du volume d'éjection systolique. Va donc s'en suivre une diminution du débit cardiaque entraînant une baisse de la pression artérielle pouvant aller jusqu'à l'hypotension. Un choc hypovolémique peut rapidement apparaître. Le baroréflexe va permettre de mettre en place les phénomènes de rétrocontrôle et se produira alors une augmentation de la fréquence cardiaque, des résistances périphériques associée à une réabsorption du liquide interstitiel permettant de faire augmenter la volémie à nouveau sans pour autant rétablir la fonction respiratoire par manque d'hématie. Ainsi lors d'une hémorragie, le système cardiovasculaire de l'animal va être soumis à de nombreuses variations brutales d'autant plus délétères à un animal cardiaque (figure 18).

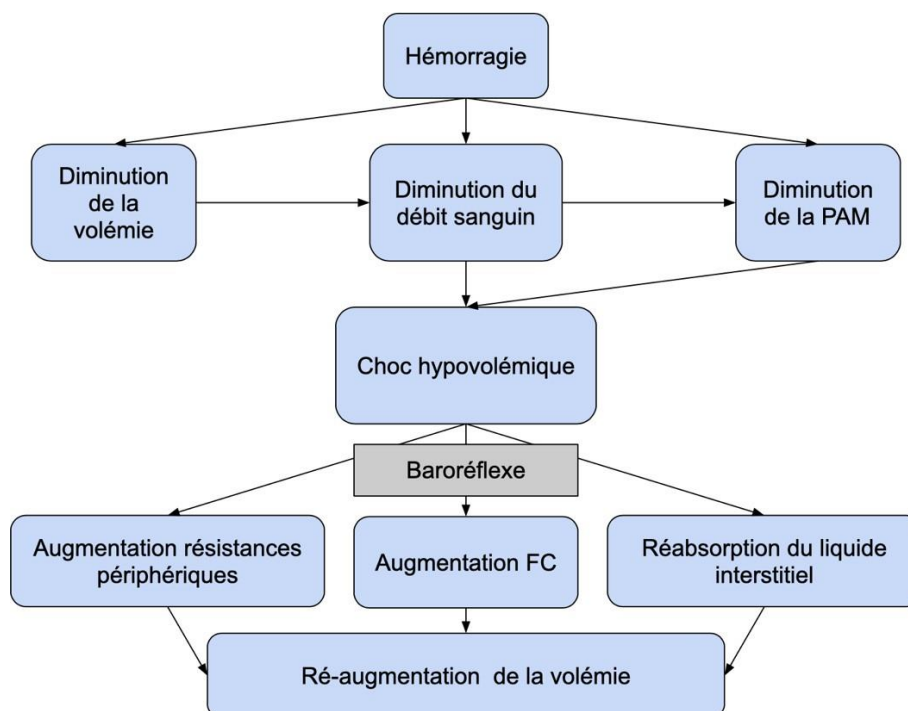


Figure 18 : Schéma physiopathologique de l'hémorragie

Peu importe la maladie cardiaque dont souffre l'animal, cela aura des conséquences néfastes sur l'hémodynamique. Les différents schémas qui suivent illustrent pour chaque maladie les mécanismes qui vont se mettre en place dans une telle situation.

- **Conséquences dans le cas d'une MVDM**

La figure suivante (figure 19) permet de visualiser les différents effets néfastes que peut avoir une hypovolémie sur le fonctionnement cardiovasculaire d'un animal atteint de MDVM. En effet, les différents mécanismes vont successivement aggraver la diminution de la postcharge et donc faire diminuer le débit cardiaque ainsi qu'augmenter la précharge et favoriser les régurgitations mitrales. Sur le long terme et de par les mécanismes compensatoires ; la postcharge va également augmenter et la pompe cardiaque sera alors en condition de surcharge mécanique.

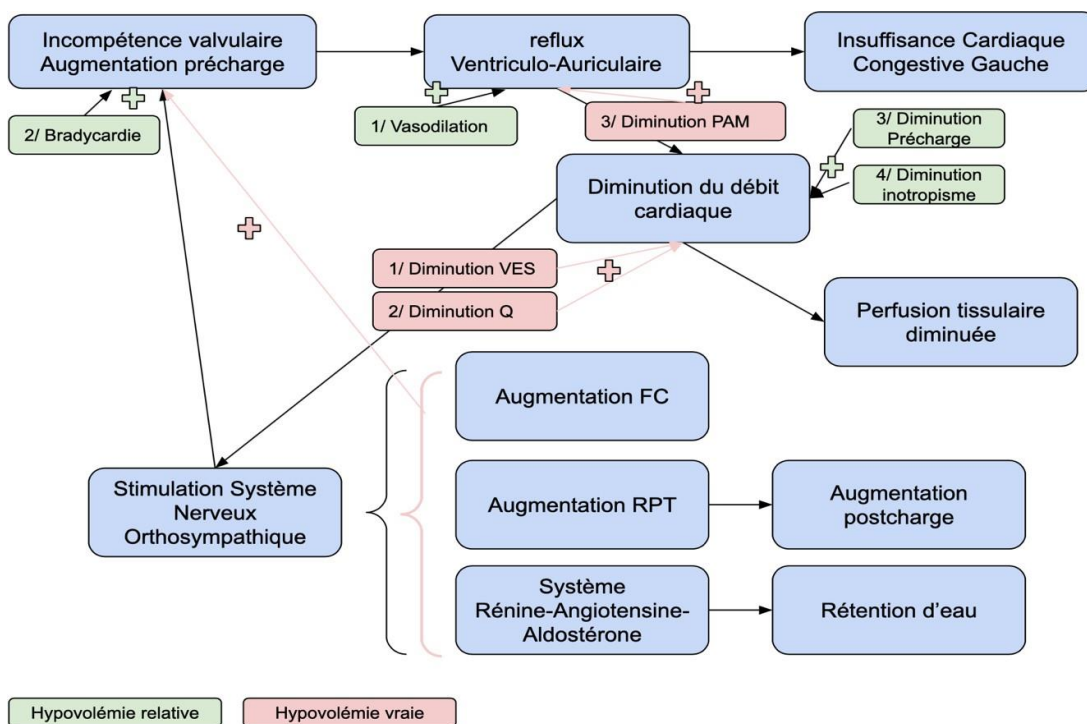


Figure 19 : Impact d'une hypovolémie sur un animal atteint de MVDM

- **Conséquences dans le cas d'une sténose aortique**

Une hypovolémie survenant au cours d'une anesthésie chez un animal souffrant d'une sténose aortique a des conséquences sur la mécanique cardiaque (Figure 20). En effet, que celle-ci soit vraie ou relative, cela va favoriser la diminution du débit cardiaque par divers mécanismes, celui-ci étant déjà diminué. Une telle situation impacte également la précharge qui va en être diminuée. Une diminution de la PAM va également augmenter le besoin en O₂ du myocarde et favoriser le risque d'infarctus par la suite. Autant de situation qu'il serait favorable d'éviter.

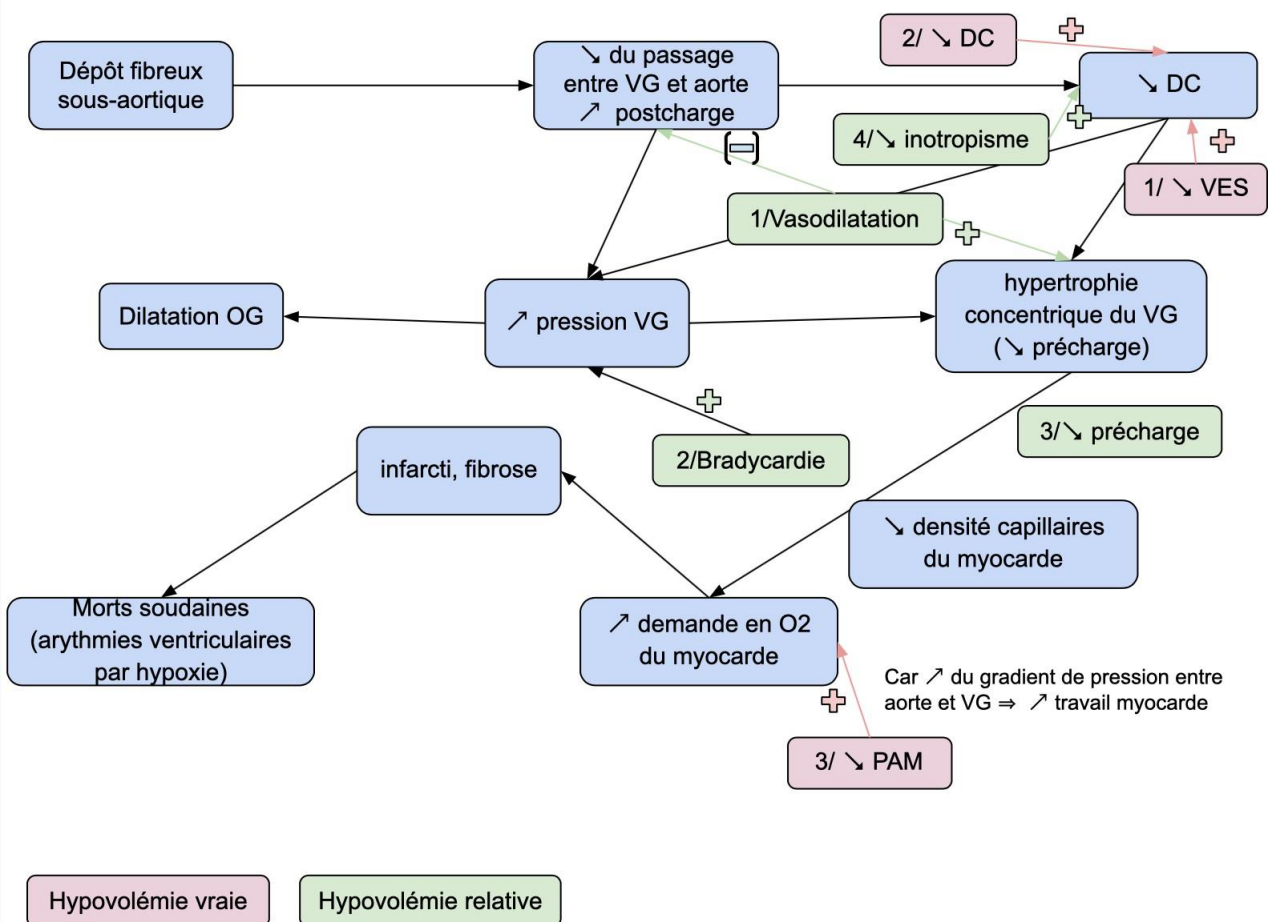


Figure 20 : Impact d'une hypovolémie sur un animal atteint de sténose aortique

- **Conséquences dans le cas d'une CMD**

Lorsqu'un animal est atteint de CMD, les conséquences d'une hypovolémie sur la mécanique cardiaque peut être délétère. En effet, cela va favoriser l'aggravation du processus déjà en cours d'augmentation de la précharge accompagnée d'une diminution du VES entraînant alors une augmentation du volume télédiastolique et entraînant des insuffisances valvulaires. La diminution de l'inotropisme dans le cas d'une hypovolémie relative ne fera qu'aggraver la fonction de contractilité du myocarde déjà détériorée.

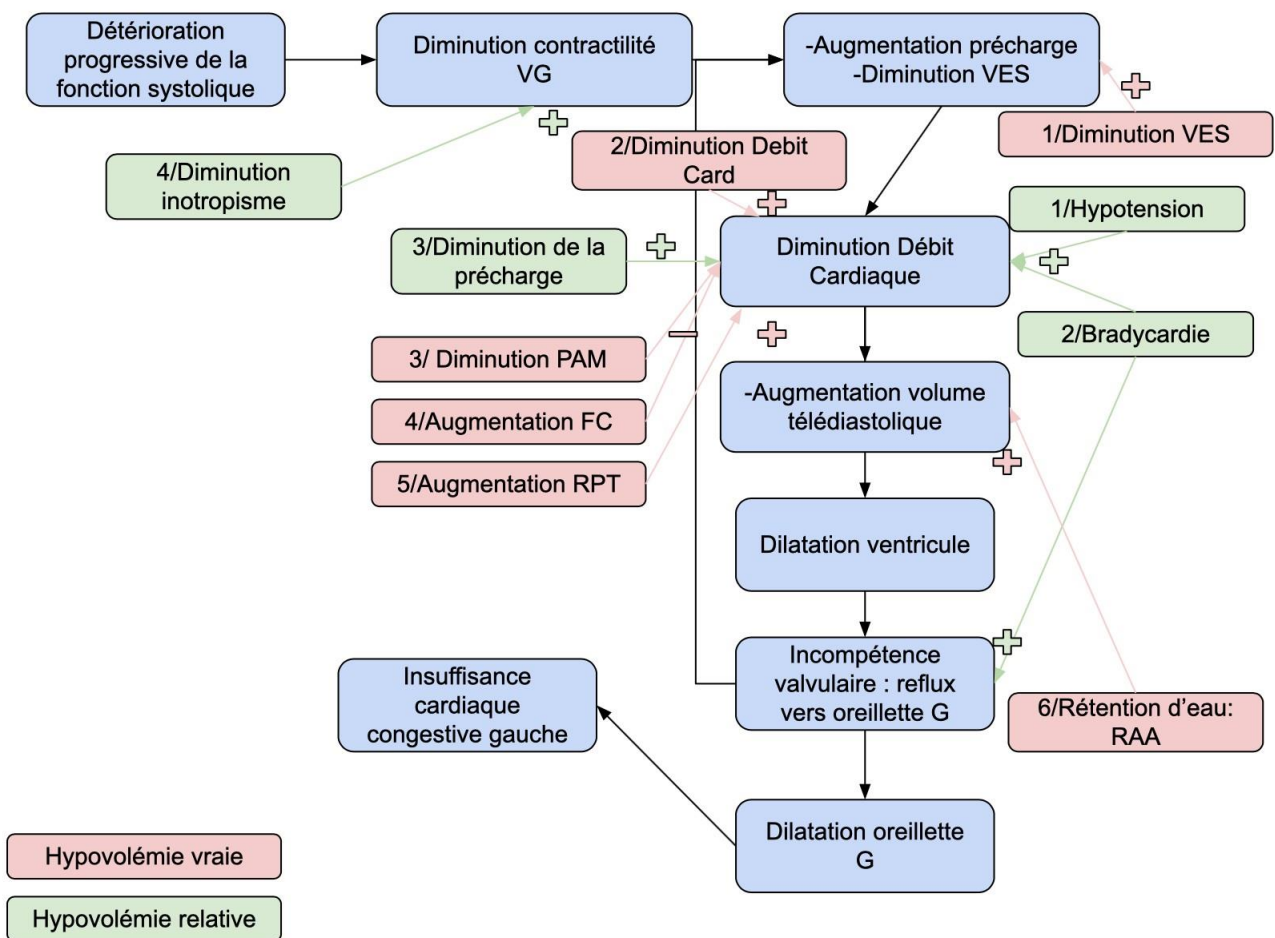


Figure 21 : Impact d'une hypovolémie sur un animal atteint de CMD

- **Conséquences dans le cas d'une CMH**

Une hypovolémie chez un animal atteint de CMH qu'elle soit vraie ou relative, peut avoir des conséquences catastrophiques lors d'une anesthésie notamment. En effet, lors d'une telle situation, le DC et le VES vont être diminués favorisant les risques de décompensation cardiaque ou encore d'ischémie du myocarde. Le schéma suivant illustre les mécanismes (Figure 22).

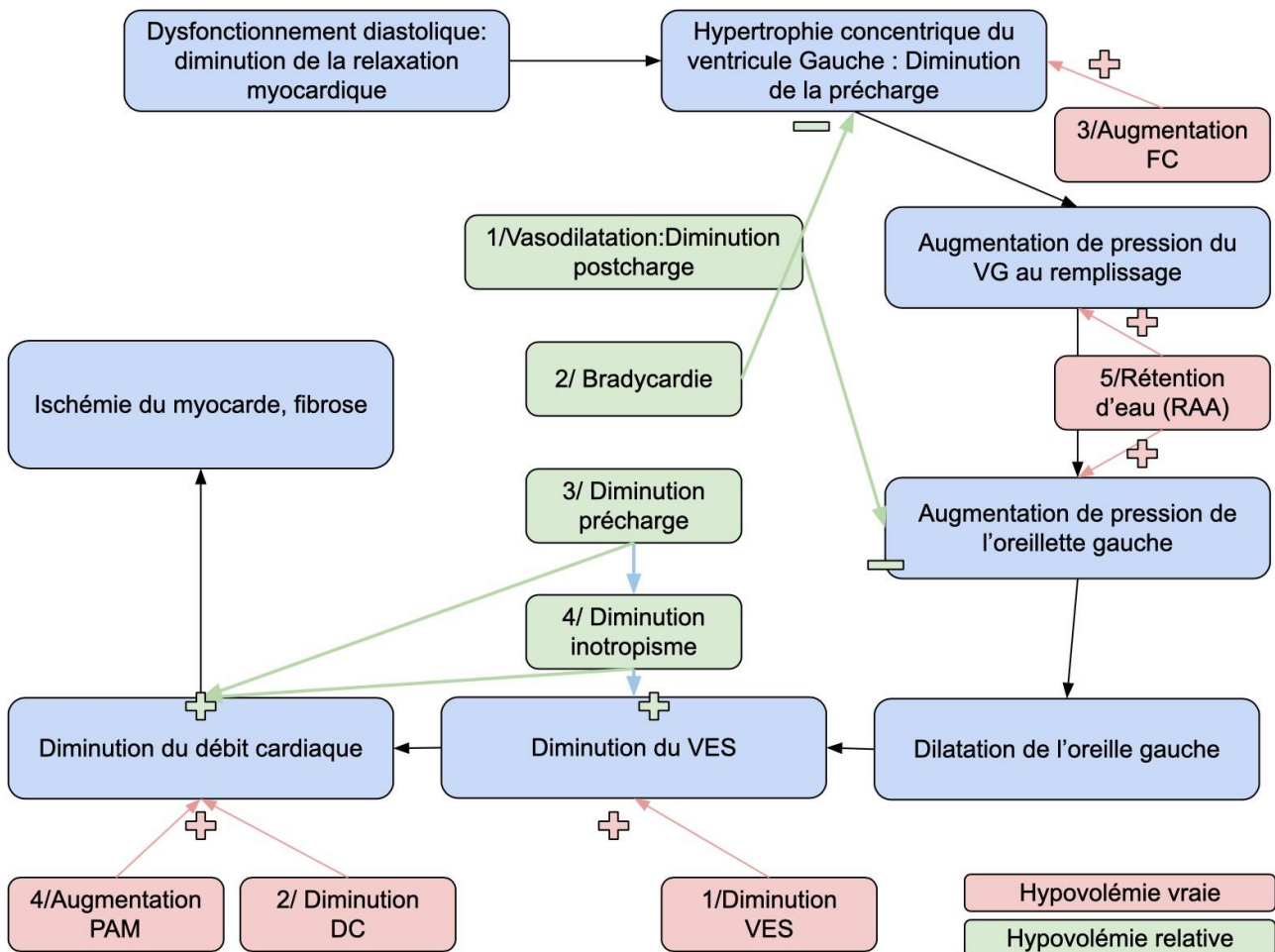


Figure 22 : Impact d'une hypovolémie sur un animal atteint de CMH

b. Réveil ou Douleur

La douleur ou le réveil d'un animal anesthésié vont avoir les mêmes conséquences sur le système cardiovasculaire. En effet, lors de douleur, les différentes stimulations des structures supra-spinales vont engendrer une réponse du système nerveux orthosympathique provoquant alors une augmentation de la fréquence cardiaque, une augmentation du débit sanguin et donc une augmentation de la pression artérielle moyenne (Figure 23). Dans le cas d'un réveil per-anesthésique, on note une augmentation de la fréquence aboutissant aux mêmes conséquences qu'une sensation de douleur.

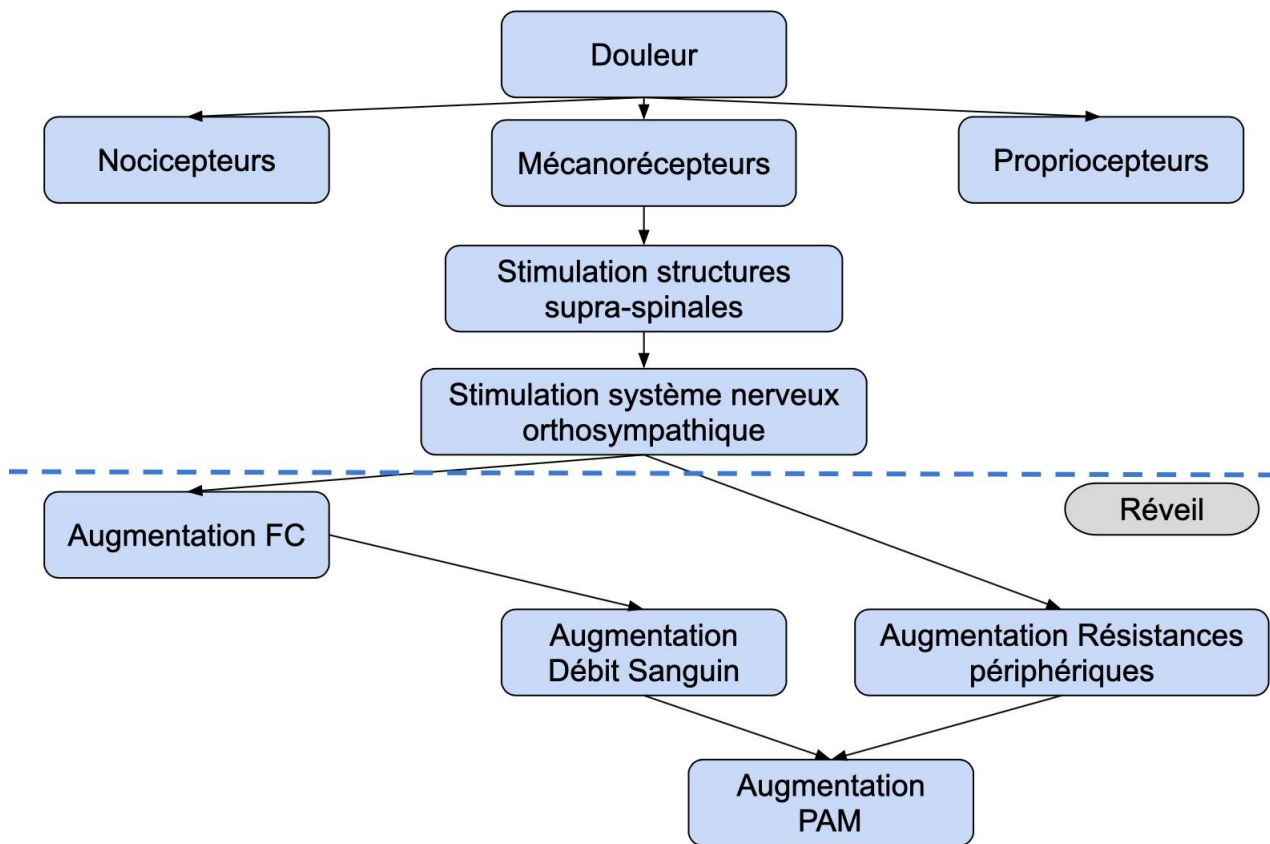


Figure 23 : Schéma physiopathologique de la douleur et du réveil

Le schéma qui suit (figure 24) permet de comprendre les effets d'une douleur ou d'un réveil sur l'hémodynamique d'un animal souffrant d'une maladie cardiaque. En fonction de la maladie cardiaque les conséquences peuvent varier cependant de façon quasi systématique cela a un effet délétère sur la fonction cardiovasculaire.

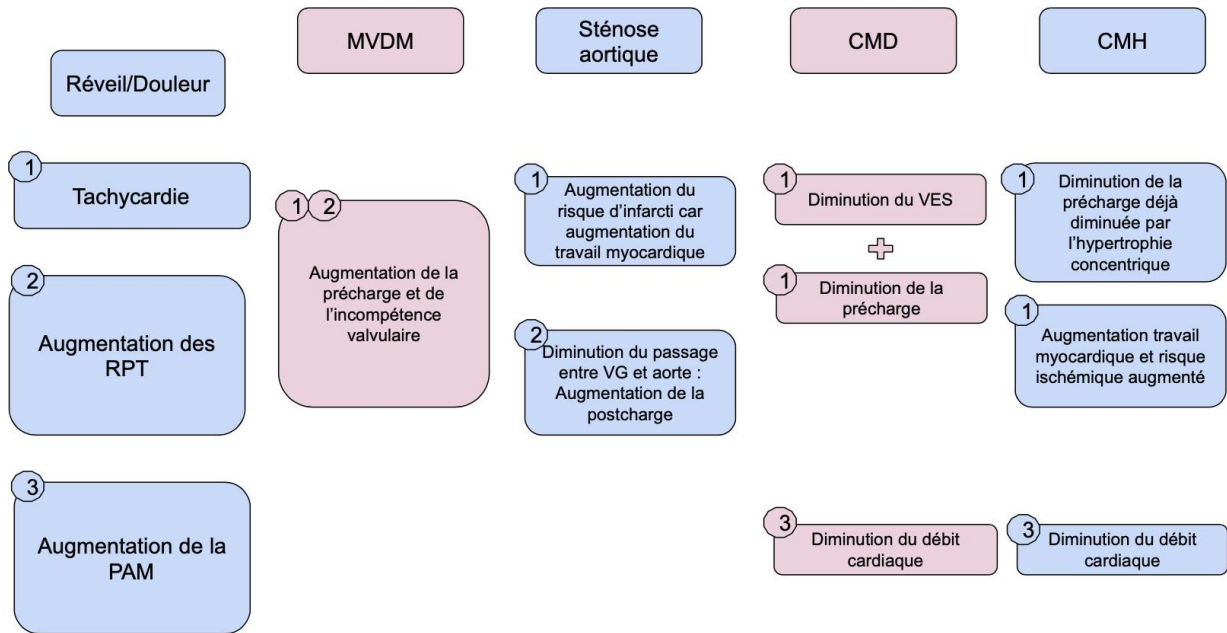


Figure 24 : Conséquences d'un réveil ou d'une douleur chez un animal souffrant d'une maladie cardiaque

c. Hypothermie

Lors d'une hypothermie brutale et sévère durant une anesthésie, plusieurs mécanismes vont se mettre en place de façon simultanée et délétère pour le système cardiovasculaire. En effet, les bicouches lipidiques des cellules vont voir leur polarité s'inverser en passant du négatif au positif et en favorisant ainsi le passage plus aisé de nombreuses molécules anesthésiques. Cela favorise alors les risques de surdosage et le risque d'effets secondaires cardiovasculaires des différents anesthésiques (Franks et Lieb 1990). De plus, l'hypothermie a des effets directs sur le système cardiovasculaire (Figure 20) avec entre autres, une bradycardie sinusale qui se met en place ainsi que des possibles blocs sino-atriaux ou auriculo-ventriculaires. Cela provoque également une hypocapnie qui peut également avoir des effets délétères pour des animaux atteints de maladies cardiaques, nous le verrons par la suite. De plus, lors du réveil, l'animal devra lutter contre les tremblements au réveil ce qui est consommateur en O₂ et sollicite donc une augmentation du débit cardiaque.

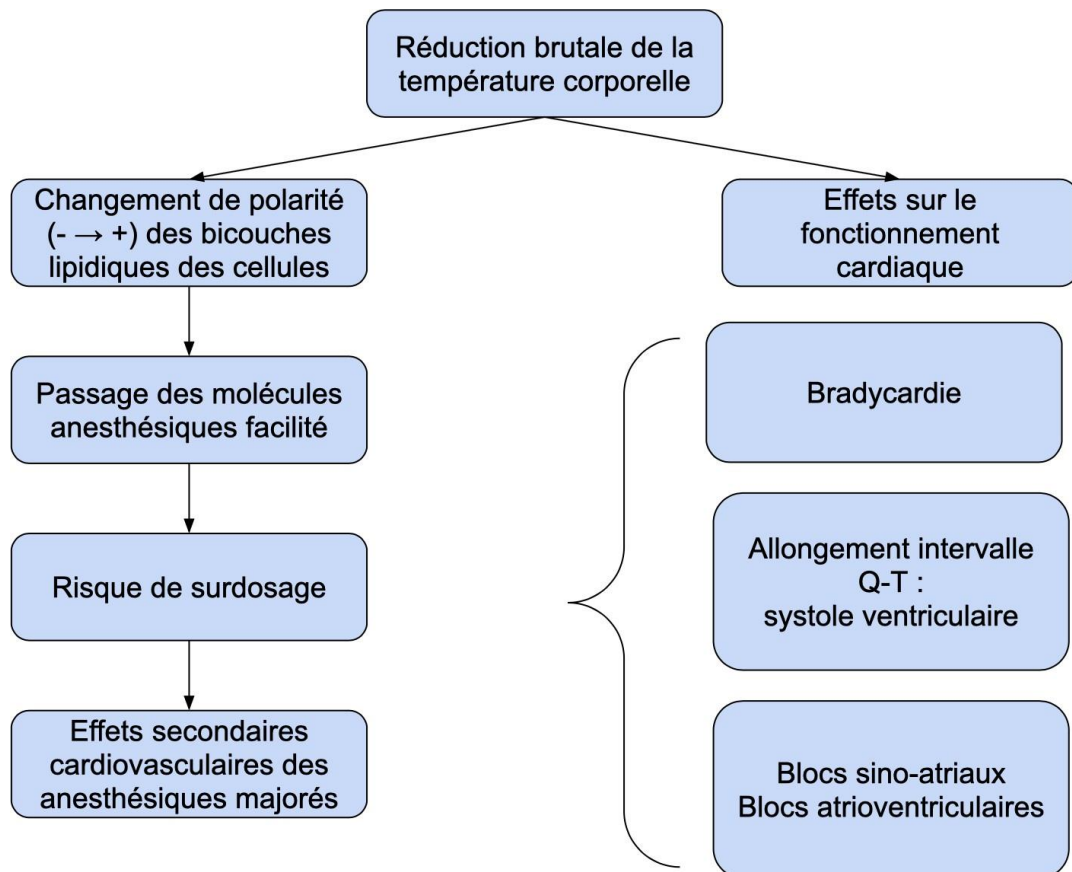


Figure 25 : Effets d'une hypothermie sur le système cardiovasculaire au cours d'une anesthésie

Le schéma qui suit (figure 26), permet de comprendre ces effets décrits de l'hypothermie sur un animal atteint d'une maladie cardiaque. En effet, lors d'une hypothermie, cela aura une influence sur le débit cardiaque ainsi que sur les pré et postcharge. Lors du réveil la perfusion du myocarde pourra être altérée.

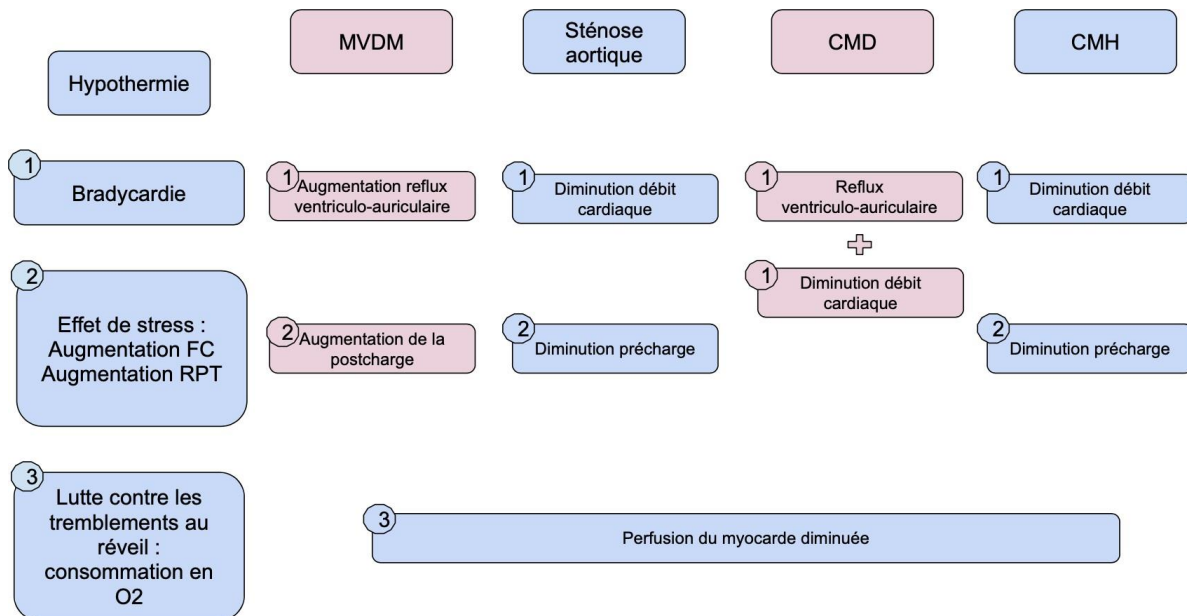


Figure 26 : Conséquences d'une hypothermie chez un animal souffrant d'une maladie cardiaque

d. De l'hypoventilation à l'hypoxémie

Il existe diverses causes pouvant provoquer une hypoventilation telles qu'une hypothermie, une profondeur d'anesthésie trop importante, une hypotension sévère et bien d'autres encore. Cette hypoventilation induit automatiquement une hypercapnie (augmentation de la PaCO₂) qui stimule le système adrénergique et donc l'activité cardiovasculaire avec une augmentation de la fréquence cardiaque, du débit cardiaque ensuite et enfin de la pression artérielle du fait de la libération simultanée de noradrénaline et d'adrénaline.

De plus, lorsque l'hypoventilation est prolongée et intense, cela favorise la survenue d'une hypoxémie voire d'une hypoxie. Dans ce cas extrême, le myocarde est en manque d'O₂ et cela favorise la survenue d'ischémie. Le schéma suivant (figure 27) permet d'illustrer ce mécanisme. Cependant, du fait de l'enrichissement du mélange gazeux inspiré en oxygène permet la plupart du temps d'éviter les phénomènes d'hypoxémie pendant toutes les phases de l'anesthésie.

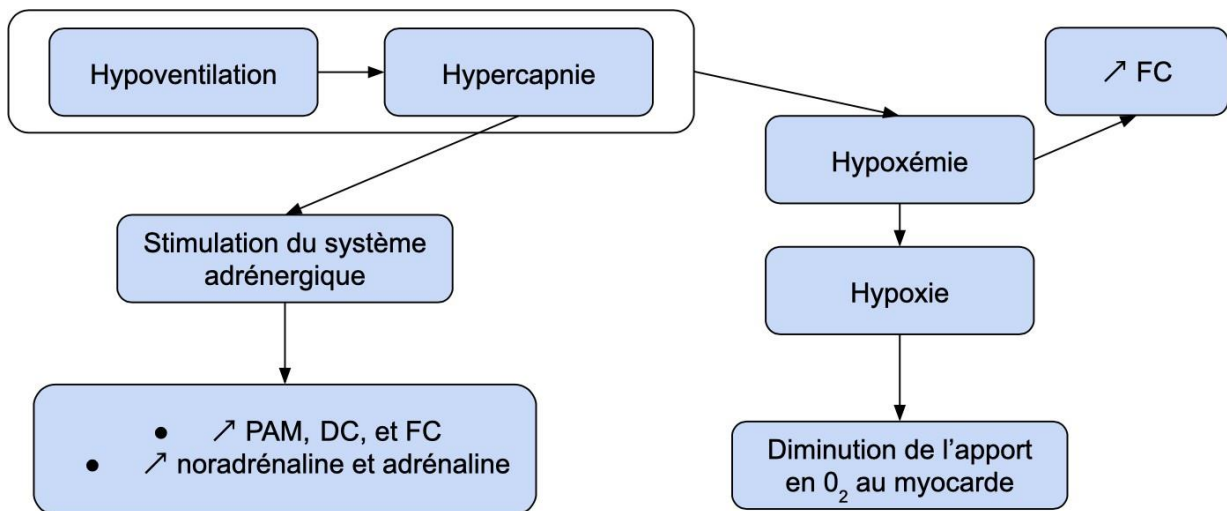


Figure 27 : Effets d'une hypoventilation sur le système cardiovasculaire

La figure suivante (figure 28) permet de comprendre comment une hypoventilation aura une incidence sur l'hémodynamique d'un animal cardiaque. En effet, quasi systématiquement cela jouera sur les pré ou postcharges ainsi que sur le débit cardiaque. Il convient donc de surveiller attentivement la fonction respiratoire afin d'éviter toute hypoventilation. Les hypoxémies restent cependant exceptionnelles durant l'anesthésie du fait d'une oxygénation complète de l'animal.

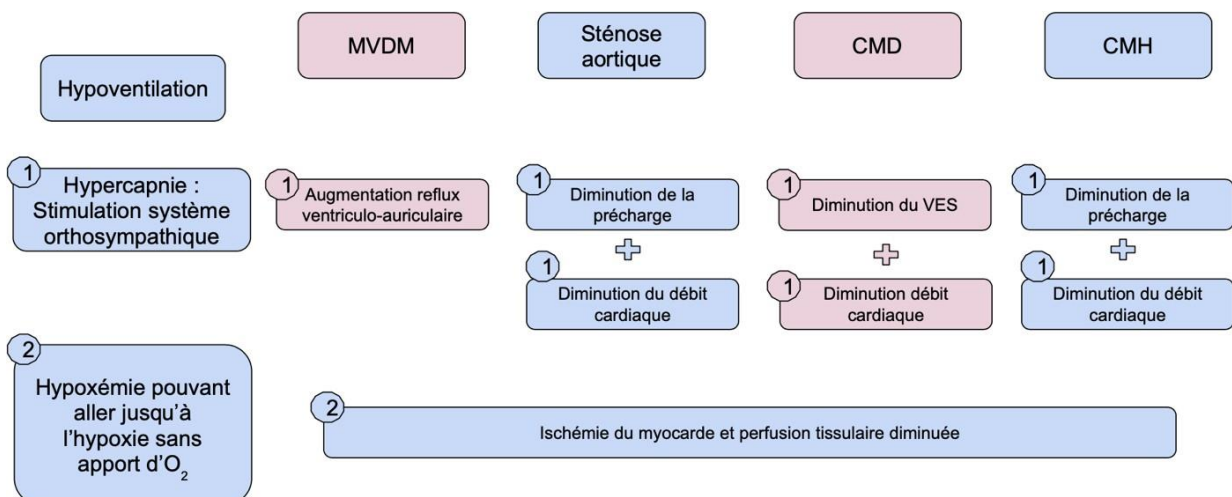


Figure 28 : Conséquences d'une hypoventilation chez un animal souffrant d'une maladie cardiaque

7) Traitement des incidents per-anesthésiques

Dans les deux cas traités d'hypovolémie, qu'elle soit relative ou vraie avec une hémorragie, différents traitements sont envisageables.

Dans le cas d'une hémorragie, bien que le traitement de choix soit la gestion chirurgicale de l'hémorragie, il convient en tant qu'anesthésiste de diminuer l'anesthésie voire de la couper et de gérer la perte de volume en compensant par un apport de fluidothérapie avec des fluides isotoniques ou colloïdes. Il est certain que sur des animaux souffrant de maladies cardiaques, ce genre d'incident aura nettement plus de conséquences cardiovasculaires que sur un animal sain, le débit cardiaque étant déjà diminué, il le sera d'autant plus avec un retour veineux diminué.

Lors d'une hypovolémie relative en revanche, l'arsenal thérapeutique est un peu plus développé bien qu'à utiliser avec prudence sur des animaux cardiaques. Dans tous les cas, lorsque la PAS passe sous les 80 mm Hg et la PAM sous les 60 mm Hg, il convient de diminuer la profondeur d'anesthésie. Si une bradycardie est associée, des anticholinergiques peuvent être utilisés. Lorsque cela ne suffit pas et que l'on suspecte une baisse d'inotropisme, la dobutamine peut être utilisée. La noradrénaline sera utilisée en cas de suspicion d'atteinte des résistances périphériques totales.

Lors de douleur ou de réveil, on observe principalement et en premier lieu une tachycardie sinusale. Il convient dans ce cas de réadapter la profondeur d'anesthésie ou l'analgésie en stoppant momentanément la chirurgie afin de ne pas stimuler davantage un animal soit douloureux soit en phase de réveil. Afin de gérer rapidement la douleur, une injection de morphinique est conseillée. L'injection de fentanyl est plus adaptée de par sa rapidité d'action et sa courte action, toujours recherchée dans la gestion d'un animal cardiaque puisque les effets secondaires sur le système cardiovasculaires seront limités dans le temps.

Lorsque l'on a affaire à un animal souffrant d'hypothermie lors d'une anesthésie, il convient de vérifier que le tapis chauffant sur lequel il est installé fonctionne correctement et à une température suffisante. Il convient également de mettre en place des mesures de réchauffement complémentaires rapides telles que des bouillottes ou un « warm touch » en évitant les complications de brûlures cutanées. La température doit être surveillée avec attention afin de ne pas inverser la tendance et créer une hyperthermie.

Lorsque l'on a affaire à un animal qui ne ventile pas suffisamment et qui est donc en situation d'hypercapnie, différentes étapes sont à réaliser pour éviter l'hypoxémie puis l'hypoxie. La première étant de vérifier si la profondeur d'anesthésie n'est pas trop importante créant alors une hypoventilation. Il est également possible si la respiration de l'animal n'est pas satisfaisante de placer l'animal sous respirateur mécanique afin de lui apporter l'oxygène nécessaire à la bonne perfusion tissulaire.

8) Prévention des incidents per-anesthésiques

La prévention de certains de ces incidents est possible notamment dans le cas de douleur, de réveil ou d'anesthésie trop profonde. En effet, pour ce qui est de l'hémorragie, elle est bien souvent accidentelle et imprévue. Dans le cas de la douleur, la prévention passe par une analgésie adaptée (Voir paragraphe correspondant). Le réveil et l'anesthésie trop profonde sont corrélés à des mauvaises gestions de l'anesthésie bien que cela ne soit pas évident. Il est possible de monitorer la profondeur d'anesthésie par différents signes cliniques afin que celle-ci soit la plus adaptée possible (voir paragraphe correspondant).

V. Anesthésie et monitoring

Le monitoring durant une anesthésie est primordial d'autant plus quand il s'agit d'animaux potentiellement à risque. Un monitoring complet comprend : un électrocardiogramme permanent, une mesure de la pression artérielle (mesure invasive mais le plus souvent réalisée à l'aide d'un tensiomètre (Doppler, oscillomètre...), un capnographe, un oxymètre de pouls, un thermomètre ainsi que des examens cliniques fréquents afin d'observer des potentiels signes cliniques de réveil ou de douleur. Certaines valeurs théoriques (tableau VII) sont à connaître afin de reconnaître un problème lors de l'anesthésie.

Tableau VII: Normes théoriques des fonctions à surveiller pendant une anesthésie

Fonction monitorée	Valeur basse	Valeur haute
Fréquence cardiaque	CHIEN : 60 bpm	CHIEN : 120 bpm
	CHAT : 120 bpm	CHAT : 160 bpm
Pression artérielle	Systolique : 100 mm Hg	Systolique : 160 mm Hg
	Diastolique : 60 mm Hg	Diastolique : 100 mm Hg
	Moyenne : 80 mm Hg	Moyenne : 120 mm Hg
Capnographie : EtCo2	CHIEN : 35 mm Hg	CHIEN : 45 mm Hg
	CHAT : 30 mm Hg	CHAT : 45 mm Hg
Fréquence respiratoire	6 mpm	20 mpm
Temps de remplissage capillaire		2 secondes
Oxymétrie de pouls : SpO2	> 95%	
Température	36,5°C	39°C

A. Profondeur d'anesthésie

1) Signes cliniques

Il est possible de contrôler la profondeur d'anesthésie d'un animal par l'examen clinique de certains signes. En effet, toutes les molécules d'anesthésie exceptée la kétamine (œil central) provoquent un basculement de l'œil ainsi qu'une absence de réflexe palpébral. L'évaluation fréquente de ces deux paramètres permet de déterminer si l'animal est profondément anesthésié ou si l'anesthésie est un peu trop superficielle (figure 29).

		Stade II		Stade III				Stade IV
				Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	
Tonus musculaire								
Respiration	Régulière rapide	Irrégulière	Régulière lente	Régulière superficielle	Saccadée	Apnée		
Diamètre pupillaire								
Position de l'œil								
Réflexe photomoteur								
Réflexe oculopalpebral								
Réflexe cornéen								
Réflexe laryngé		chien		chat				

Figure 29 : Évaluation de la profondeur de l'anesthésie à l'aide de signes cliniques (Junot et Touzot-Jourde 2015)

Une autre évaluation clinique possible de la profondeur d'anesthésie est la courbe de capnographie. En effet, lors d'hyperventilation et de ré-inhalation de gaz halogénés il faut suspecter un réveil de l'animal. Lors d'hypoventilation, on peut suspecter une anesthésie trop profonde avec la présence d'autres signes cohérents.

2) Mesure des concentrations des gaz respiratoires

Lorsqu'une anesthésie est réalisée, il est possible de suivre la quantité expirée et inspirée de gaz halogénés ainsi que celles du CO₂. Il existe deux types d'analyseur. Un analyseur nommé "sidestream" et un autre "mainstream". Les méthodes de mesure varient légèrement, mais le résultat est identique sur les deux types d'analyseur et permet de connaître la quantité de gaz halogéné en fin d'expiration. Celle-ci est ensuite comparée à la Concentration Alvéolaire Minimale (CAM) des agents anesthésiques. Classiquement, si l'anesthésie est bien menée, la valeur expirée ne doit pas dépasser 1,2 à 1,5 fois la CAM. Par exemple, lorsque l'on utilise de l'isoflurane, la CAM est de 1,3% chez le chien et de 1,6% chez le chat donc la quantité expirée ne doit pas dépasser 1,95% chez le chien et 2,4% chez le chat. Pour ce qui est du sévoflurane, la CAM est de 2,3% chez le chien et de 2,6% chez le chat, ainsi les quantités expirées ne doivent respectivement pas dépasser 3,45% et 3,9%.

B. Fonctions cardiaques

1) Prise du pouls

Le pouls peut être vérifié sur plusieurs lieux anatomiques : pouls fémoral, pouls sublingual et pouls de l'artère métatarsienne dorsale. Ce pouls doit être frappé et régulier. Un pouls filant peut révéler un VES insuffisant ou une vasodilatation périphérique excessive. Si le pouls n'est pas perçu à l'artère fémoral c'est que la pression artérielle est inférieure à 60 mm Hg et s'il n'est pas palpable au niveau de l'artère métatarsienne dorsale, c'est que la PA est inférieure à 90 mm Hg.

2) Temps de Recoloration Capillaire (TRC)

Le temps de recoloration capillaire doit être évalué fréquemment également afin de contrôler la bonne perfusion tissulaire. Il peut être observé au niveau des muqueuses buccales mais si celles-ci ne sont pas accessibles durant une chirurgie, la muqueuse vulvaire peut être utilisée de la même façon. Le TRC est à contrôler plus fréquemment lors d'une hypotension notamment puisque celle-ci favorise les risques d'hypoxie ou lors d'une suspicion d'hypovolémie.

C. Fonction cardiovasculaire

Il est important de surveiller la fréquence et le rythme cardiaques, mais ce n'est pas le seul élément à prendre en compte (figure 30). Il est également important de pouvoir surveiller la pression artérielle. Ce sont les deux paramètres habituellement monitorés en anesthésie pour surveiller la fonction cardiovasculaire avec différents moyens cliniques et instrumentaux.

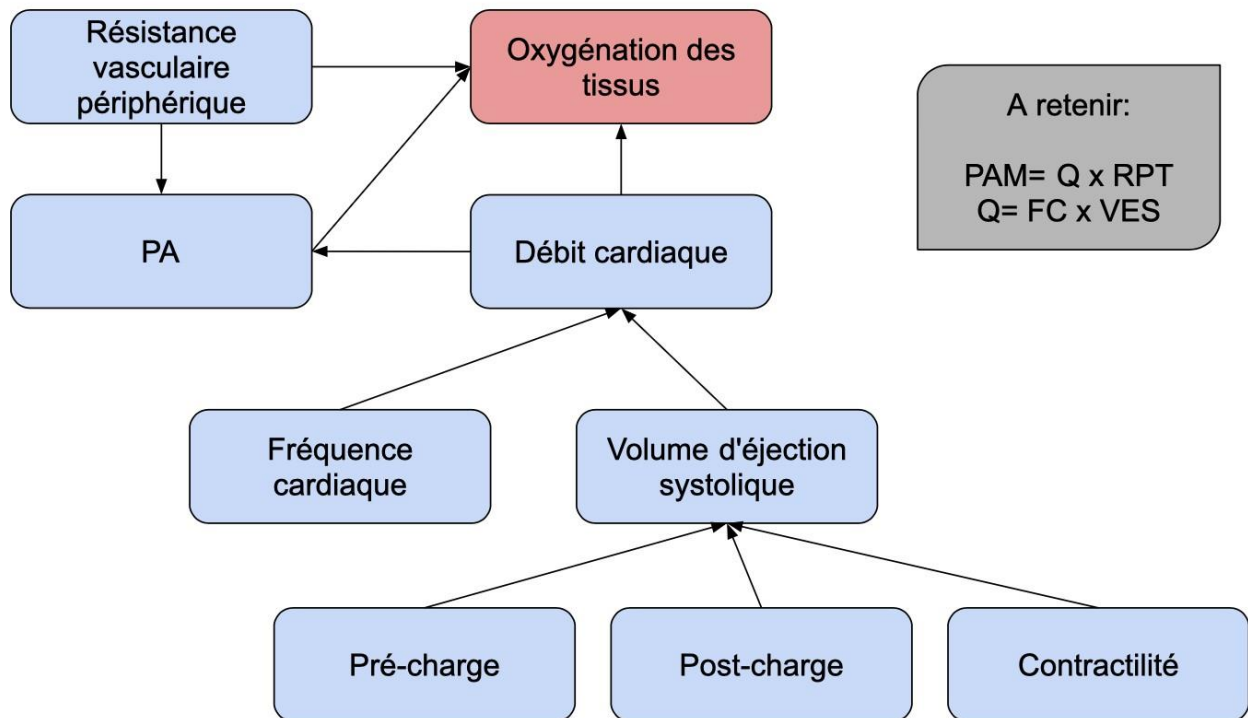


Figure 30 : Paramètres cardiovasculaire influençant l'oxygénation des tissus

La fréquence cardiaque est mesurée avec un stéthoscope, par palpation du pouls, avec un oxymètre de pouls ou bien sur le tracé de l'ECG. Chez les chiens elle peut être comprise entre 70 et 180 battements par minute suivant s'il s'agit d'un chien de petite ou de grande taille. Elle peut monter jusqu'à 220 bpm chez le chiot. Chez le chat elle est comprise entre 160 et 220 battements par minute.

Pour ce qui est de la pression artérielle, différentes techniques existent pour la mesurer. Les deux principales méthodes utilisées pour les animaux de compagnie sont des méthodes dites "non invasives" bien que des méthodes invasives existent. Les méthodes non invasives sont celles du Doppler à ultrasons et celle de l'oscillométrie. Les normes des PA et leurs indications physiologiques figurent dans le tableau suivant (Tableau VIII).

Tableau VIII : Pressions artérielles et indications physiologiques

Pression artérielle	Indicateur	Norme basse	Norme haute
Pression Artérielle Systolique	Contractilité cardiaque	100 mm Hg	160 mm Hg
Pression Artérielle Moyenne	Perfusion tissulaire	80 mm Hg	120 mm Hg
Pression Artérielle Diastolique	État des vaisseaux (vasoconstriction si élevée et vasodilatation si diminuée) et de leur remplissage (volémie)	60 mm Hg	100 mm Hg

Le dernier outil nous permettant de surveiller la fonction cardiovasculaire est l'électrocardiogramme (ECG). Ce dernier permet d'avoir la tension des potentiels d'action générés par le myocarde au cours du temps. Il existe plusieurs dérivations possibles mais la plus souvent utilisée étant la dérivation II. Cette dérivation dépend de la position des électrodes sur l'animal. Les dérivations standards (dont la II) fonctionnent de façon bipolaire c'est-à-dire avec une électrode positive et une négative.

Chaque onde de l'ECG correspond donc à un potentiel d'action du myocarde (figure 31). On a ainsi le tracé suivant :

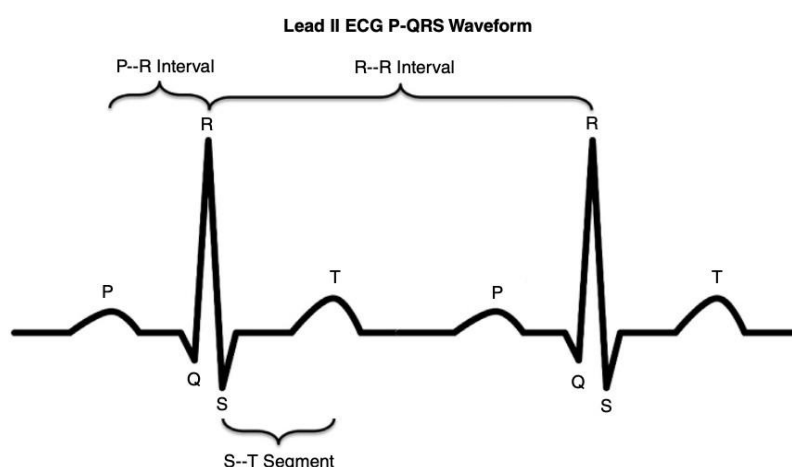


Figure 31 : Tracé d'ECG sans anomalie

Étapes chronologiques de formation des ondes :

- Dépolarisation de l'oreillette : Formation de l'onde P
- Dépolarisation du septum interventriculaire : Formation de l'onde q
- Dépolarisation d'une partie du myocarde : Formation de l'onde R
- Dépolarisation de la partie basale du myocarde : Formation de l'onde S
- Repolarisation des ventricules : Formation de l'onde T

Une analyse précise de l'ECG (rythmologique et morphologique) permet donc d'avoir une fréquence cardiaque, un rythme cardiaque, ainsi que des informations sur l'élargissement des chambres cardiaques et sur les troubles de la conductivité. Les normes figurent dans le tableau IX.

Tableau IX : Plages de référence pour les électrocardiogrammes normaux chez les chiens et les chats (modifié, d'après Ettinger 2017)

	CHIEN	CHAT
Fréquence cardiaque (bpm)	<ul style="list-style-type: none"> • 70-160 (adulte) • 60-140 (races géantes) • 80-180 (races miniatures) • Supérieure à 220 chez les chiots 	<ul style="list-style-type: none"> • 140-240 en consultation • 100-120 au domicile
Onde P (amplitude en mV)	≤0.4	≤0,2
Onde P (Durée en ms)	<40	<40
Intervalle P-R (ms)	60-130 (varie à l'inverse de la FC)	50-90 (idem)
Onde R (amplitude en mV)	0,5-2,5 ou 3 sur les dérives I, II ou III	<0,9
Durée du complexe QRS (ms)	<60	<40
Intervalle Q-T (ms)	150-250 (varie à l'inverse de la FC)	70-200 (idem)
Segment S-T (mV)	< 0,2	Pas de variation
Onde T	Positive, Négative ou Biphasique. Amplitude < 25 % de l'onde R	Positive, Négative ou Biphasique mais souvent positive. Amplitude <0,3 mV

Lorsque l'on utilise un ECG, il convient de reconnaître les anomalies suivantes :
Voir annexe 7 pour les tracés.

- Tachycardie sinusale
- Bradycardie sinusale
- Arythmie sinusale respiratoire
- Fibrillation atriale
- Extrasystole ventriculaire
- Extrasystole supra-ventriculaire
- Bloc auriculo-ventriculaire de degré 1
- Bloc auriculo-ventriculaire de degré 2
- Bloc auriculo-ventriculaire de degré 3

D. Fonctions respiratoires

Le monitoring de la fonction respiratoire durant une anesthésie est indispensable d'autant plus quand les animaux souffrent de maladie cardiaque limitant déjà l'oxygénation des tissus. Plusieurs paramètres permettent de surveiller cette dernière. Nous verrons ceux utilisés le plus couramment en médecine vétérinaire.

1) Courbe respiratoire et couleur des muqueuses

Bien que la surveillance de la fonction respiratoire, nécessite un monitoring instrumental pour être fiable et complète, il est aussi possible de vérifier plusieurs paramètres visuellement.

La courbe respiratoire s'observe assez facilement sur un animal vigile ou en salle de préparation. En revanche, lorsque l'animal est dissimulé par le champ opératoire cela peut être plus délicat. La courbe respiratoire peut donner plusieurs informations. La première étant un problème des voies respiratoires hautes si l'animal présente une dyspnée inspiratoire. Cela peut être le cas suite à un problème d'intubation. La seconde étant liée à une dyspnée expiratoire, elle révèle un dysfonctionnement des voies respiratoires profondes.

Le second paramètre qui peut être monitoré facilement est la couleur des muqueuses. En effet, des muqueuses pâles indiquent une vasoconstriction périphérique (ou une anémie) alors qu'à l'inverse des muqueuses rouges signent une vasodilatation ou une congestion localisée à la muqueuse regardée.

2) Auscultation respiratoire

Le dernier paramètre qu'il est possible de monitorer sans trop de matériel est la fréquence respiratoire ainsi que les bruits respiratoires. En effet, il est important de conserver une fréquence respiratoire régulière. Celle-ci permet une oxygénation optimale des tissus. De plus, pour ce qui est des bruits respiratoires, ils doivent être surveillés avec attention. Dans le cas d'une maladie cardiaque, l'anesthésie pouvant faire décompenser la maladie, il est impératif de surveiller les bruits respiratoires afin de détecter précocement un œdème aigu du poumon (OAP) par exemple. Dans ce dernier cas, des bruits de crépitements seront audibles à l'auscultation.

a. Oxymétrie de pouls

L'oxymétrie de pouls est une mesure instrumentale qui permet de déterminer la bonne oxygénation des tissus périphériques de façon continue, précise et surtout non-invasive. Cet outil fonctionne avec les longueurs d'onde d'absorption de l'oxyhémoglobine et de l'hémoglobine réduite (Chan, Chan, et Chan 2013).

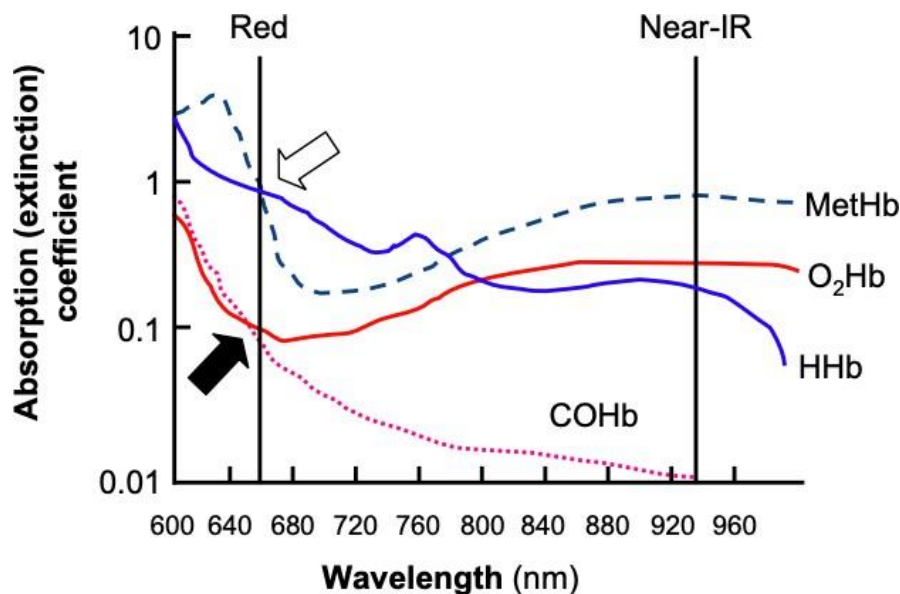


Figure 32 : longueur d'onde d'absorption des différents types d'hémoglobine (D'après Chan, Chan, et Chan 2013)

Comme le montre la précédente figure (figure 32), l'oxyhémoglobine (O₂Hb) absorbe majoritairement la lumière infra-rouge et laisse plus facilement passer la lumière rouge alors que c'est le cas inverse de l'hémoglobine libre HHb. Ainsi, la pince mise sur les muqueuses de l'animal à l'aide du capteur photodétecteur permettra d'analyser la partie de la lumière renvoyée après avoir traversé les tissus. Suivant le ratio lumière rouge/lumière infrarouge,

il sera possible de transposer cela à l'oxygénation du sang artériel périphérique. Cette mesure étant continue, elle est bien souvent associée à la fréquence cardiaque. La SpO₂ va varier avec le cycle cardiaque et on aura donc la saturation en O₂ artérielle suivante associée (figure 33).

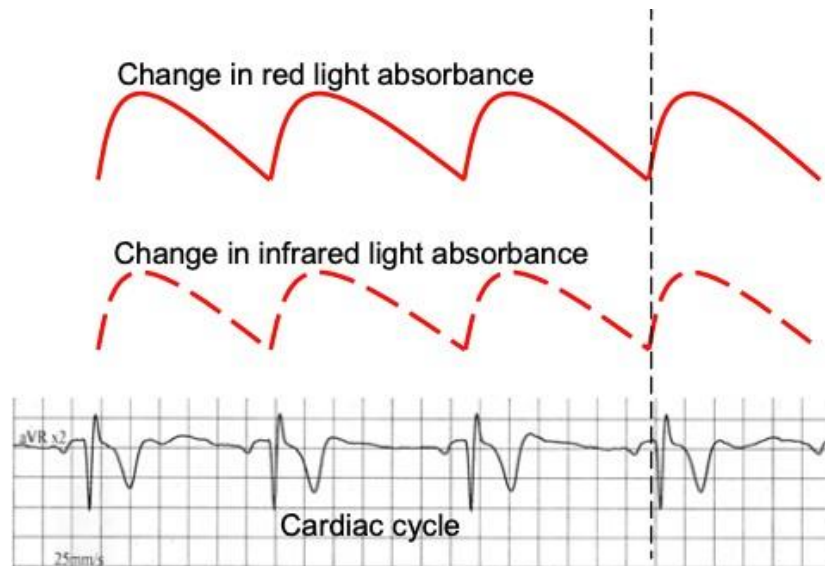


Figure 33 : Variation de la saturation en O₂ artériel en fonction du cycle cardiaque (Chan, Chan, et Chan 2013)

b. Capnographie

La capnographie est une mesure obligatoire en médecine humaine depuis 1994 (Décret sécurité – 8/12/1994) et qui est de plus en plus fréquemment utilisée en médecine vétérinaire également. La capnographie c'est, par définition, la représentation graphique de la teneur en CO₂ dans les gaz respiratoires. Le capnogramme permet d'avoir une visualisation des variations de cette teneur en fonction d'un cycle respiratoire. La capnographie, de la même façon que l'oxymétrie fonctionne par spectrométrie. Le CO₂ absorbe les infra-rouges à 4200 nm. Ainsi le degré d'absorption détecté par le capteur est proportionnel à la concentration en CO₂ en fonction de la distance parcourue : loi de Beer-Lambert (Équation 3).

Équation 3 : Loi de Beer-Lambert permettant de calculer la concentration en CO₂ expiré

$$A = \epsilon \times \ell \times c$$

A : Absorbance

ϵ : coefficient d'absorbance (constante)

ℓ : longueur parcourue par la lumière

c : concentration de l'entité chimique concernée

Il existe deux systèmes principaux de mesure de la capnographie : le main stream et le side stream. Le premier permet de réaliser une mesure de CO₂ sur le flux principal. Le capteur est donc branché directement à la sortie de la sonde endotrachéale. Le second, réalise une mesure sur un flux déporté, c'est-à-dire que l'air est acheminé jusqu'au capteur par un tuyau où sera réalisée l'analyse. Le désavantage du side stream par rapport au mainstream c'est que le capnogramme sera donc décalé du temps que l'air a mis à parvenir jusqu'au capteur contrairement au mainstream pour lequel la mesure sera celle en temps réel. Cet outil et cette façon de monitorer la fonction respiratoire permettent également d'avoir une idée du fonctionnement cardiovasculaire. En effet, pour acheminer le CO₂ jusqu'aux poumons, il faut que le débit cardiaque soit suffisant. De plus, une défaillance cardiaque, une hypotension, de la douleur ou encore un réveil peuvent avoir des conséquences sur la capnographie de façon anticipée aux autres monitoring (tableau X). Il est donc très important de surveiller ce paramètre notamment chez des animaux cardiaques.

Tableau X : Interprétation des valeurs de FECO₂ (Junot et Touzot-Jourde 2015)

F _e CO ₂	Interprétation
>45 mm Hg	<ul style="list-style-type: none"> • Hypoventilation (Anesthésie trop profonde) • Hyperthermie • Ré-inhalation
<35 mm Hg	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperventilation (Réveil, douleur) • Diminution du débit cardiaque/ Hypotension (Hypovolémie) • Embolie pulmonaire • Défaillance cardiovasculaire • Hypothermie
Absence de tracé	<ul style="list-style-type: none"> • Intubation œsophagienne • Déconnexion du capteur • Apnée • Extubation

c. Gazométrie sanguine

L'analyse des gaz artériels est peu souvent utilisée en médecine vétérinaire des animaux de compagnie. On la substitue en réalité à la capnographie qui est une estimation de la pression partielle artérielle en CO₂ et qui évite d'avoir à prélever du sang artériel ou de poser un cathéter artériel. Dans certaines situations particulières on privilégiera cependant cette option. C'est le cas notamment pour les chirurgies de persistance du canal artériel. Ce

suivi peut également être intéressant pour la mesure de l'oxygénation artérielle et le pH car s'il y a une hypoperfusion tissulaire ainsi qu'une acidose métabolique ou à l'inverse une hypercapnie ainsi qu'une acidose respiratoire, cela aura un impact sur la fonction cardiaque. En effet, le cœur est moins performant en cas d'acidose (diminution de la contractilité et possibles arythmies).

Malgré la surveillance de tous ces paramètres et la volonté de les maintenir stables, il arrive de façon individu-dépendante que cela ne soit pas possible. Il est alors envisageable d'utiliser une ventilation mécanique. Cependant, la ventilation mécanique pour les animaux de compagnie présentant une maladie cardiaque est controversée. En effet, cela permettra chez des patients ne tolérant pas une acidose respiratoire de stabiliser la fonction cardiaque mais avec une remontée de la PA. De plus, la ventilation mécanique va exercer des pressions positives sur la cage thoracique comprimant les veines caves caudales et diminuant la précharge et par conséquent le débit cardiaque. De plus, cette ventilation mécanique augmente généralement la ventilation ce qui diminue la PaCO₂ et donc les catécholamines circulantes. Cela induit donc potentiellement une diminution de la fréquence cardiaque ainsi que de la pression artérielle. Ainsi, il convient d'effectuer le rapport bénéfices/risques lorsque l'on souhaite utiliser une ventilation mécanique sur un animal cardiaque

3) Autres fonctions

a. Température

Il est important durant une anesthésie de contrôler la température de l'animal car en variant, celle-ci fait aussi varier les besoins en anesthésiques. Ainsi lors d'une hypothermie les besoins en anesthésiques diminuent et on risque donc un surdosage. Ce surdosage lors de maladies cardiaques est à proscrire afin d'éviter les effets secondaires des produits anesthésiques sur le système cardiovasculaire comme mentionné dans le paragraphe correspondant. De plus, une hypothermie peut provoquer une bradycardie sinusale imposant au système cardiovasculaire des variations brutales et risquées sur un animal cardiaque. En effet, de par cette bradycardie, on aura une diminution du débit sanguin puis une vasoconstriction périphérique importante permettant une ré-augmentation de la pression artérielle systémique.

b. Diurèse

Le suivi de la diurèse permet de contrôler la bonne perfusion rénale. Dans les cas d'insuffisance cardiaque cela peut être intéressant de la mesurer du fait d'un risque important de variation de pression artérielle et donc de modifications de la perfusion rénale. La production théorique d'urines est de 1 à 2 ml/Kg/h chez le chien et le chat.

VI. Réanimation adaptée à la pathologie cardiaque

A. Moyens préventifs avant la réanimation cardio-pulmonaire

Lors d'une anesthésie, il est possible de réaliser des mesures de réanimation simples afin de prévenir au mieux l'arrêt respiratoire ou cardiaque. La pré-oxygénation est importante surtout chez des animaux souffrant d'une maladie cardiaque, celle-ci peut débuter avant même la prémédication. Par la suite, l'utilisation d'un protocole anesthésique adapté ne peut qu'aider au maintien de la stabilité des fonctions cardiaque et respiratoire. De plus, pendant l'anesthésie, l'utilisation d'une fluidothérapie adaptée, d'une analgésie précoce et efficace et d'un support médicamenteux de la fonction cardiaque préalable sont autant de supports utilisables afin de s'assurer autant que possible d'une stabilité cardiorespiratoire. Une bonne gestion de la température corporelle et des procédures chirurgicales raffinées peuvent également permettre une sérénité supplémentaire.

B. Intervention : A, B, C, D, E, F

Bien que le taux de réussite d'une réanimation lors d'arrêt cardiorespiratoire soit assez faible, celui-ci augmente quand la réanimation suit une anesthésie. D'après une étude dans les hôpitaux vétérinaires américains, ce taux de réussite atteint une moyenne de 14,82 % dans les services d'anesthésie contre des taux de 0,5 à 10% suivant les conditions sur des animaux non anesthésiés (Hoehne, Epstein, et Hopper 2019). En effet, l'animal étant déjà intubé, avec une voie veineuse et un monitoring en place, cela permet un gain de temps considérable. Toute l'explication précédente du monitoring prend son sens car plus l'arrêt cardiorespiratoire est détecté tôt, plus les chances de succès de la réanimation augmentent.

On définit l'arrêt cardiorespiratoire comme une défaillance cardiovasculaire aiguë caractérisée par une chute brutale et importante et du volume d'éjection systolique et du débit cardiaque. Les causes étant multiples, elles sont répertoriées dans le tableau suivant (tableau XI). Le diagnostic passe par la lecture de plusieurs paramètres du monitoring, mais le premier critère étant l'absence de pouls.

Tableau XI : Signes précurseurs et diagnostiques d'un arrêt cardiaque (Junot et Touzot-Jourde 2015)

Signes précurseurs et diagnostiques d'un arrêt cardiaque		
Paramètres	Signes précurseurs	Signes d'arrêt cardiaque
Ventilation		
Fréquence et amplitude	FR et amplitude	Apnée, respiration agonique
FeCO ₂		<10 mm Hg
SpO ₂		
Couleur des muqueuses	Pâleur ou cyanose	Cyanose
Circulation		
Pouls périphérique	Pouls faible	Non palpable
Pression artérielle	PAM < 40 mm Hg	Non mesurable
Auscultation cardiaque	bruits cardiaques, FC ou irrégulière	Bruits du cœur non audibles
ECG	FC ou irrégulière, arythmie, pas d'anomalie	Asystolie, fibrillation ventriculaire, dissociation électromécanique

Lorsqu'on entreprend une réanimation, ils se dessinent 3 objectifs principaux (Junot et Touzot-Jourde 2015). Ces objectifs sont les suivants :

- Suppléer la pompe cardiaque
- Permettre une reprise de l'activité cardiaque autonome
- Limiter les conséquences d'un arrêt cardio respiratoire et donc d'une hypoxie sur les organes vitaux.

Afin de mener à bien la réanimation, le comité de vétérinaire RECOVER (Reassessment Campaign on Veterinary Resuscitation) a créé des lignes directrices dans un consensus publié en 2012 et revu en 2013 et 2019 (Fletcher et al. 2012). Il est possible

de séparer les différentes étapes de la réanimation de façon mnémotechnique avec les lettres suivantes : A, B, C, D, E, F.

- **A : AIRWAYS**

Cette étape qui a pour objectif de maîtriser les voies aériennes de l'animal est souvent déjà réalisée lors d'une anesthésie avec intubation. Il faut cependant s'assurer que la sonde est bien positionnée dans la trachée et non dans l'œsophage et que l'animal n'a pas été extubé de façon involontaire.

- **B : BREATHING**

Cette étape passe par deux mécanismes de supplémentation qui sont l'apport d'air saturé en oxygène (si possible 100%) ainsi que par des mouvements respiratoires réguliers et suffisants pour fournir une oxygénation suffisante aux organes. On considère qu'il faut 10 mouvements respiratoires par minute pour un animal de compagnie (chien ou chat). Il faut cependant veiller à ne pas dépasser une pression en fin d'inspiration de 20 cm de H₂O. En effet, une pression supérieure à celle-ci sur des animaux de compagnie, provoque une augmentation de la pression intrathoracique ce qui comprime les veines caves et engendre donc une diminution de la précharge et par conséquent du débit cardiaque.

- **C : CIRCULATION**

Afin d'assurer une circulation sanguine minimale, il est impératif de commencer le massage cardiaque de façon extrêmement rapide. Certaines études montrent qu'un massage cardiaque efficace ne permet d'obtenir que 25 à 30% du débit cardiaque normal (Hopper et al. 2012). Par chance, lorsqu'une réanimation est effectuée pendant une anesthésie, les deux premières étapes se font instantanément, ce qui permet de se focaliser sur le massage cardiaque. Suivant l'animal, le massage ne s'effectue pas de la même manière (figure 34). Un massage cardiaque doit être effectué par des personnes qui se relaient toutes les deux minutes. Malgré les variations de fréquences cardiaques suivant l'espèce et la taille de l'animal, on considère qu'il faut délivrer une fréquence de 100 à 150 battements par minute lors d'une réanimation (Fletcher et al. 2012).

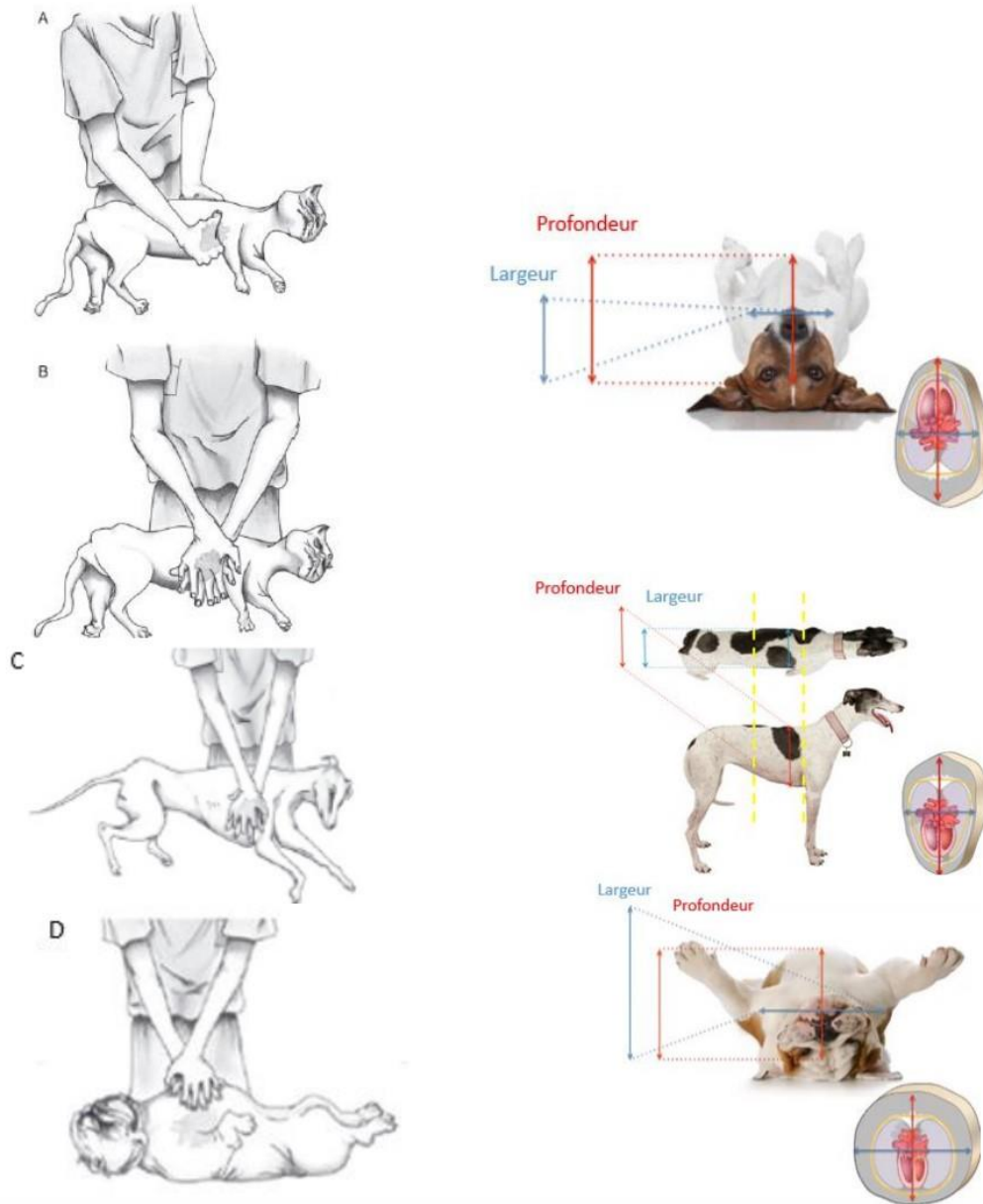


Figure 34 : Techniques de massage cardiaque suivant l'animal

- **D : DRUGS**

Une fois que la respiration et la circulation sont sous contrôle, il est impératif d'injecter à l'animal certaines molécules permettant de stimuler la fonction cardiovasculaire ainsi que de reverser les molécules ayant une action dépressive sur le système cardiorespiratoire (les opioïdes ainsi que les benzodiazépines principalement dans le cas d'animaux cardiaques). Les molécules les plus fréquemment utilisées sur le plateau d'anesthésie du CHUV ONIRIS et leurs posologies figurent dans le tableau ci-contre (tableau XII).

Tableau XII : Molécules fréquemment utilisées en réanimation

Molécules	Effets sur le système cardiovasculaire	Posologie
Adrénaline	Effets α -adrénergiques : \uparrow de la perfusion coronarienne et cérébrale	Dose faible : 0,01 mg/kg Dose forte : 0,1 mg/kg
Atropine	\uparrow FC si bradycardie (une fois que le cœur est reparti)	0,04 mg/kg
Éphédrine	Stimule la libération de noradrénaline endogène	0,1 mg/kg
Lidocaïne	Anti-arythmogène	En bolus : 2 mg/kg En perfusion : 3 mg/kg/h
Naloxone	Antagoniste des opioïdes (bradycardisants et dépresseurs respiratoires)	0,04 mg/kg
Flumazénil	Antagoniste des benzodiazépines (peu utilisé)	0,01 mg/kg
Atipamezole	Antagoniste des alpha2-agonistes (Dépresseurs du système cardiovasculaire)	5x la dose de médétomidine ou 0,1 mg/kg

- **E : ELECTRICAL DEFIBILLATION**

En cas de fibrillations ventriculaires, la défibrillation électrique est le traitement le plus efficace. En revanche, nous ne développerons pas cette partie puisque très peu de cliniques sont équipées de cet appareil et peu de praticiens sont formés et habilités à son utilisation.

- **F : FOLLOW UP**

Il paraît évident qu'un animal venant de faire un arrêt cardiaque doit être surveillé après une réanimation réussie. En effet, celui-ci a davantage de risques de refaire un arrêt cardiovasculaire dans les 48 heures qui suivent la réanimation. Ainsi, il doit être hospitalisé en soins intensifs et monitoré avec attention afin de prévenir rapidement toute récurrence. On prêter également une attention particulière à de quelconques déficits neurologiques potentiellement induits par une hypoxie cérébrale.

Il est important d'être au minimum 2 personnes et dans l'idéal 5 personnes pour réaliser une réanimation cardiorespiratoire afin que certaines étapes soient réalisées de façon concomitante et qu'il n'y ait aucune perte de temps dans la réalisation du protocole. En effet, on parle souvent de 5 personnes (bien qu'aucune étude ne le prouve) pour qu'il y ait une personne aux cinq postes qui suivent :

- Un leader
- Une personne effectuant le massage cardiaque (relayé toutes les 2 minutes)
- Une personne responsable de la ventilation
- Une personne injectant les molécules
- Une personne responsable du monitoring des différents paramètres

C. Monitoring de la réanimation

Le monitoring de la réanimation est en réalité le même que celui de l'anesthésie. En revanche, il permet de vérifier que la réanimation en cours est efficace et de voir si l'animal recouvre ses fonctions cardiovasculaire et respiratoire de façon autonome.

VII. Réveil

A. Arrêt de l'anesthésie et extubation

L'arrêt de l'anesthésie est une étape pendant laquelle peuvent apparaître un certain nombre de complications. En effet, d'après une étude réalisée dans plus d'une centaine de cliniques vétérinaires (Brodbelt et al. 2008), la mortalité per-opératoire des chiens et chats malades est respectivement de 1,33% et 1,4%. De plus, respectivement 47% et 61% de ces mortalités surviennent dans les 3 heures après la chirurgie (et donc après l'anesthésie). Ces chiffres étant assez significatifs, il est important de procéder par étape et de laisser le temps à l'animal de recouvrer chacune de ses fonctions vitales notamment la fonction cardiorespiratoire. En effet, lors de la phase de réveil, l'apport d'anesthésiques va être stoppé mais vont également être supprimés tous les moyens de support de la fonction cardiovasculaire. Il convient donc de les enlever de façon progressive afin d'accompagner au mieux l'animal dans sa phase de réveil.

Le réveil comprend donc plusieurs étapes étalées dans le temps. La première étape étant celle de diminuer la quantité de gaz anesthésiques volatils distribués une fois la partie la plus douloureuse de la chirurgie passée. Une fois la chirurgie réellement terminée, il convient d'arrêter l'administration de l'agent anesthésique d'entretien (anesthésiques volatils le plus souvent) et de laisser quelques minutes l'oxygène afin d'éviter une hypoxémie au réveil. Les différentes étapes du réveil sont ensuite à réaliser toujours dans le même ordre et de façon protocolaire suivant la figure qui suit (figure 35).



Figure 35 : Étapes à respecter lors du réveil de l'animal

B. Supplémentation en oxygène

La supplémentation en oxygène dépend de l'animal. Dans le cas d'un animal présentant une instabilité de la fonction cardiovasculaire, il est important de ne pas négliger cette étape. En effet, l'O₂ peut être apporté de façon prolongée jusqu'à ce que l'animal présente des signes de déglutition et puisse être extubé. Il est d'ailleurs préférable de réaliser l'extubation pendant une phase d'expiration afin de ne pas abîmer la trachée.

C. Contrôle de la température

Pour les mêmes raisons que lors de la l'anesthésie, la température est un paramètre important à surveiller pour la bonne récupération de l'animal.

D. Gestion du stress

De la même façon que lors de la prémédication, il est important de veiller au bien-être de l'animal afin de limiter tout stress qui pourrait induire des conséquences non négligeables sur le système cardiovasculaire de l'animal cardiaque. Ainsi, il est important de réveiller l'animal dans une pièce au calme. Cependant la partie "gestion du stress" ayant déjà été abordée dans la partie prémédication, elle ne sera pas davantage développée ici, les avantages à limiter le stress étant identiques en prémédication que pendant la phase de réveil.

E. Analgésie

Au cours du réveil, il peut être intéressant également de vérifier l'adéquation de l'analgésie par rapport à la phase d'anesthésie. En effet, une réévaluation de l'animal en cours de réveil peut être faite afin d'adapter l'analgésie au besoin et de limiter les conséquences cardiovasculaires de la douleur.

La première partie de cette étude a permis de rappeler les bases théoriques de l'anesthésie d'un animal cardiaque. Ce sont ces bases qui serviront de socle à la création du e-learning. Cette partie sera également accessible sur l'espace étudiant en ligne afin que les étudiants puissent s'y référer. La seconde partie de cette thèse, quant à elle, étudie le besoin des étudiants face à la création de l'outil numérique sur le sujet. Elle permet également de citer les différentes étapes de création d'un e-learning du point de vue conceptuel pur et d'un point de vue pédagogique.

PARTIE 2 : EXPÉRIMENTALE

I. Présentation du projet

Depuis plusieurs années maintenant, beaucoup d'enseignements secondaires utilisent la formation à distance. On emploie, un peu par abus, le terme "e-learning" qui est en fait un terme regroupant de nombreux supports numériques possibles mais surtout de nombreux termes entendus. La Communauté européenne a donc créé un groupe de travail qui a fait ressortir une définition de cette appellation : "C'est l'utilisation des nouvelles technologies multimédias de l'Internet pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant d'une part l'accès à des ressources et à des services, et d'autre part les échanges et la collaboration à distance" (Commission de la Communauté européenne 2000). C'est dans cette optique que j'ai créé un support multimédia sur l'anesthésie des animaux cardiaques pour les étudiants d'ONIRIS.

De plus, le premier confinement dû à la COVID a propulsé ce type d'enseignement à ONIRIS offrant la possibilité de travailler à son rythme, sur le temps voulu et de réaliser des pauses si nécessaire. Aujourd'hui encore des enseignants utilisent ce type de support en complément de cours en présentiel.

Celui-ci devant répondre à un besoin, j'ai donc en premier lieu réalisé un questionnaire pour que les étudiants des différents niveaux puissent exprimer leur besoin.

II. Évaluation du besoin

A. Mise en place d'un questionnaire

Le questionnaire a été réalisé à l'aide de l'application en ligne GOOGLE FORM®. Celle-ci permet de créer des questions de différents types (réponse libre, à choix multiples) ce qui a permis dans ce cas de pouvoir interroger les étudiants de différentes façons. Cette application permet d'avoir accès aux réponses des étudiants et d'en faire ensuite l'analyse. De plus, c'est un logiciel fréquemment utilisé par les étudiants, ils y étaient donc familiers. Le questionnaire a été mis en ligne le 14 Février 2022 et ce pour 10 jours. Le questionnaire a été ouvert aux promotions ayant déjà bénéficié des cours magistraux d'anesthésie et passant du temps dans les cliniques de l'école. Soient les promotions à partir de la troisième année d'école jusqu'à celle de l'internat. Ce questionnaire figure en annexe 8.

B. Analyse des réponses au questionnaire

145 réponses ont été obtenues suite à l'envoi par mail de ce questionnaire. Les différentes promotions ont répondu de façon relativement égale permettant donc d'avoir un échantillon représentatif des étudiants visés par le e-learning.

Google Forms® permet d'avoir une vue globale des réponses, cependant les résultats ont ensuite été analysés avec le logiciel Google Sheets® afin d'avoir des données spécifiques à chaque promotion.

Parmi les 145 réponses, 59 troisième année, 41 quatrième année, 40 cinquième année et 5 internes ont répondu ce qui représente respectivement 35% des troisièmes années, 29% des quatrième années, 63% des cinquième année en année d'approfondissement canin ainsi que 28% des internes (figure 36). En moyenne donc, 38,75% des étudiants ont répondu à ce questionnaire sans tenir compte des promotions.

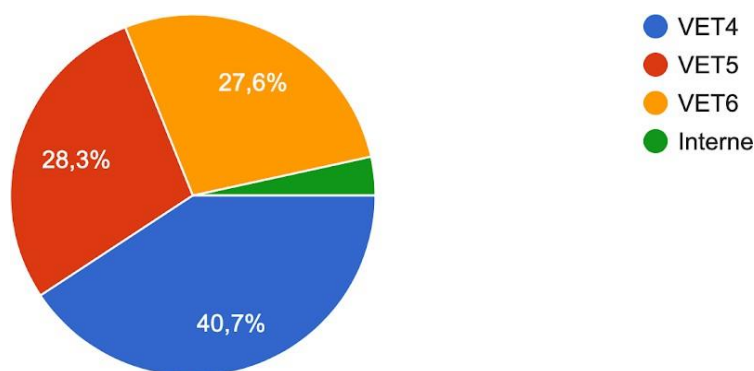


Figure 36 : Répartition proportionnelle des réponses au questionnaire

1) Confrontation préalable à ce genre d'enseignement

Il a ensuite été demandé aux étudiants s'ils avaient déjà été confrontés à ce mode d'enseignement notamment pendant la période de confinement dû au COVID-19. Seulement 5 étudiants n'avaient pas vécu cette période, soit 3,4% des répondants. Pour ce qui est des 140 autres étudiants, le résultat est unanime (tableau XIII).

Tableau XIII : Tableau croisé dynamique des étudiants ayant ou non trouvé un avantage aux cours en ligne

Réponse	Interne	VET4	VET5	VET6	Total général
Non	1	9	3	4	17
Oui	1	50	38	34	123
Total général	2	59	41	38	140

Par la suite, plusieurs propositions d'avantages aux cours en ligne ont été proposées aux étudiants et ils pouvaient sélectionner les avantages qu'ils y avaient trouvés. Les différentes propositions étaient les suivantes :

- Pas de plages horaires imposées
- Chacun son rythme de travail sans limite de temps
- Possibilité de réaliser des pauses
- Possibilité de refaire certains modules
- Auto-évaluation moins stressant qu'une évaluation en présentiel

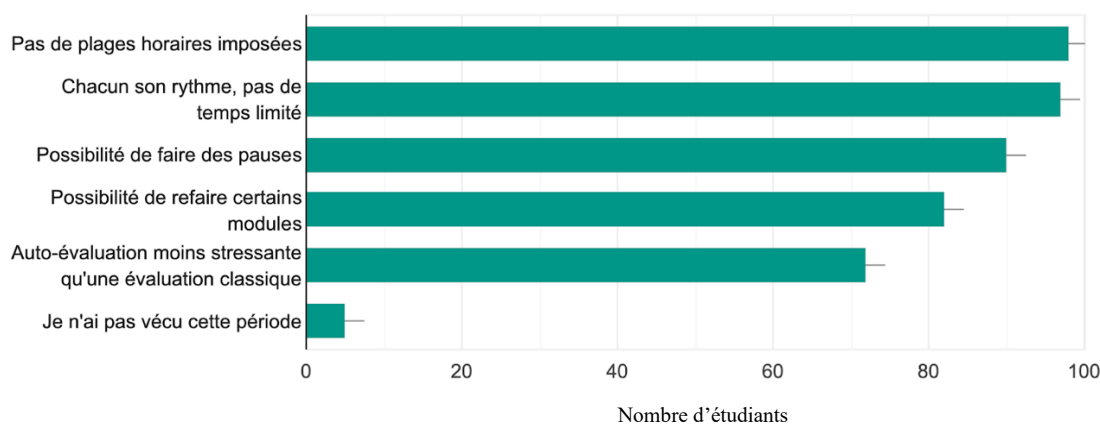


Figure 37 : Votes pour les différents avantages que peut proposer un e-learning

Globalement donc, d'après la figure précédente (figure 37) ce qui a l'air de satisfaire les étudiants étant le fait de travailler à leur rythme sans plage horaire imposée (respectivement 67,6% et 66,9%), le fait de pouvoir refaire certains modules paraît satisfaire la majorité également avec 56,6% des votants. Le dernier critère était celui d'une auto-évaluation moins stressante qu'une évaluation classique en présentiel et la moitié des votants semble préférer cette option avec 49,7%.

2) Estimation du niveau des étudiants sur la théorie

Il était dans cette question demandé aux étudiants une estimation de leur niveau en anesthésie des animaux cardiaques. “1” étant une méconnaissance totale du sujet et “10” une connaissance absolue de ce sujet. Le diagramme en barres suivant (figure 38) représente le niveau global des votants sans distinction des promotions.

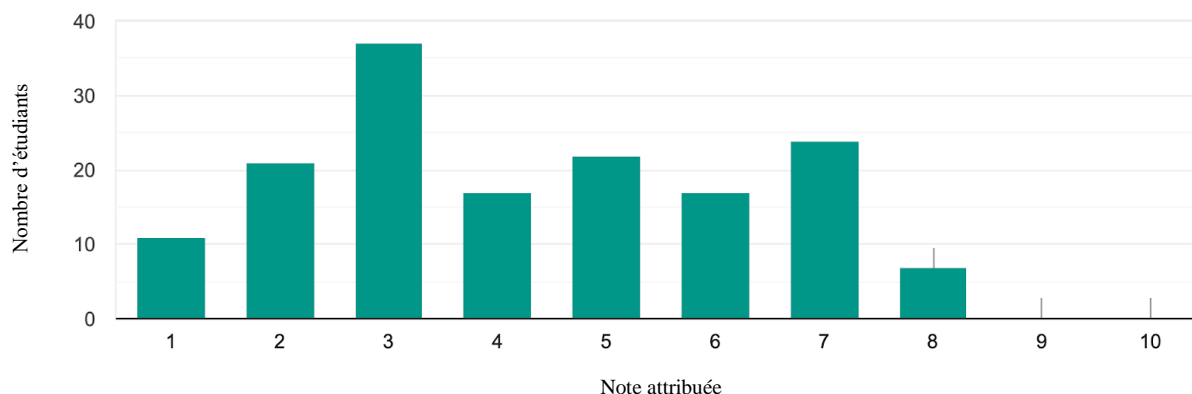


Figure 38 : Répartition du niveau des votants en anesthésie des animaux cardiaques

Tableau XIV : Répartition suivant la promotion du niveau de connaissance des étudiants

	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Interne					1	1	2	1	5
VET4	9	21	20	4	4	1			59
VET5	2		9	6	8	7	7	2	41
VET6			6	6	7	6	12	3	40
Total	11	21	35	16	20	15	21	6	145

Le précédent tableau (tableau XIV) nous montre que 71% des étudiants ayant voté se considèrent avec un niveau égal ou inférieur à 5 soit dans l'incapacité d'anesthésier un animal cardiaque. Dans ce pourcentage sont inclus 13,7 % d'étudiants en dernière année ou interne ayant pour certains déjà pratiqué dans des cliniques extérieures à l'école avec l'obtention de leur carte verte ou de leur diplôme. Cela soulève donc le potentiel besoin d'un outil numérique sur ce sujet.

3) Intérêt porté au e-learning par les étudiants

92,9% des votants sont intéressés pour avoir accès à un outil numérique sur l'anesthésie des animaux domestiques cardiaques. Les 7,1 % restants ne savent pas si cela pourra leur être utile ou non. Il a ensuite été demandé aux étudiants si cela leur apporterait une plus-value supplémentaire à l'enseignement déjà dispensé à l'école. Le diagramme suivant (figure 39) montre les résultats à cette question.

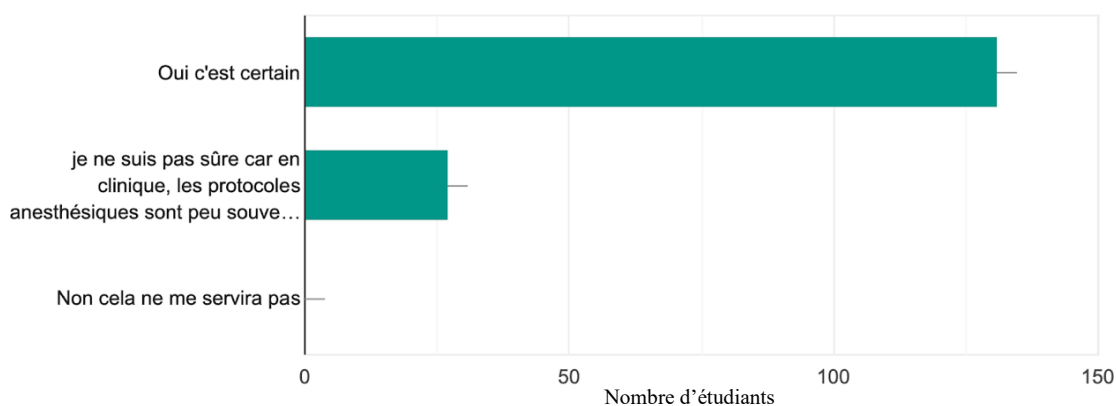


Figure 39 : Plus-value apportée par un outil numérique en plus de l'enseignement dispensé

A 84%, les étudiants considèrent que l'outil numérique leur permettrait de mieux assimiler certaines notions. 17,3% ne sont pas sûrs de l'utilité du fait de protocoles moins adaptés dans les cliniques. Cependant ces étudiants sont prêts à tester le e-learning. Aucun étudiant n'a trouvé que cela ne lui serait d'aucun intérêt.

La question de la motivation a ensuite été posée. Il a été demandé aux étudiants pour quelles raisons ils suivraient le e-learning. Les trois réponses suivantes étaient proposées :

- Je réaliserai le e-learning quoiqu'il arrive (Réponse 1)
- Je réaliserai le e-learning seulement si la note d'auto-évaluation rentre dans la note totale de l'UE ou de la rotation clinique (Réponse 2)
- Je réaliserai le e-learning seulement si je dois anesthésier un animal cardiaque en clinique (Réponse 3)

Les réponses données sont globalement les suivantes (figure 40) puis nous les présenterons par promotion (tableau XV).



Figure 40 : Répartition des différents motifs de motivation des étudiants

Tableau XV: Motifs de motivation des étudiants par promotion

	Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Total général
Interne	3		2	5
VET4	33	17	9	59
VET5	26	4	11	41
VET6	27	3	10	40
Total général	89	24	32	145

Ainsi, la majorité des étudiants (61,4%) réaliserait le e-learning quoiqu'il arrive ce qui montre leur besoin d'un outil numérique dans ce domaine ainsi que leur motivation. Quelques étudiants ne réaliseraient cet e-learning seulement pour avoir une note et valider leur UE (Unité d'Enseignement) mais ce n'est pas la majorité (16,6%). Certains utiliseraient cet e-learning quand le besoin se fera ressentir en clinique face à l'anesthésie d'un animal cardiaque (22,1%).

4) Avis sur la conception de l'outil

Par la suite, les étudiants devaient choisir entre plusieurs types de conception. Dans un premier temps, il a été demandé aux étudiants ce qu'ils trouvaient le plus judicieux en termes de temps (figure 41). Ils avaient le choix entre les propositions suivantes :

- 1 module de 30 minutes
- 1 module d'une heure
- Plusieurs modules courts accessibles indépendamment
- Peu importe tant que c'est intéressant

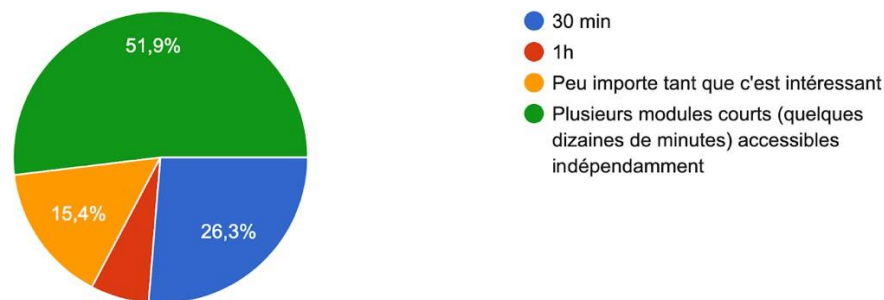


Figure 41 : Avis des étudiants sur la conception de l'activité en termes de temps

Tableau XVI : Avis par promotion sur la durée de l'outil

	1h	30 min	Peu importe	Plusieurs modules courts	Total général
Interne			1	4	5
VET4	4	10	7	38	59
VET5	4	9	7	21	41
VET6	2	15	5	18	40
Total général	9	34	20	81	145

Il ressort du graphique global ou de la répartition par promotion (tableau XVI) que les étudiants sont largement favorables à plusieurs modules courts accessibles de façon indépendante. De plus, 23,5% sont favorables à un module de 30 minutes. Il sera donc important par la suite de respecter cette tendance et de réaliser plusieurs modules de moins de 30 minutes chacun.

Enfin il a été demandé aux étudiants s'ils apprécieraient avoir des simulations sur des cas cliniques réels dans le e-learning. A 97,4% les étudiants y sont favorables contre 2,6% qui ne se prononcent pas mais aucun étudiant ne semble y être défavorable (figure 42).

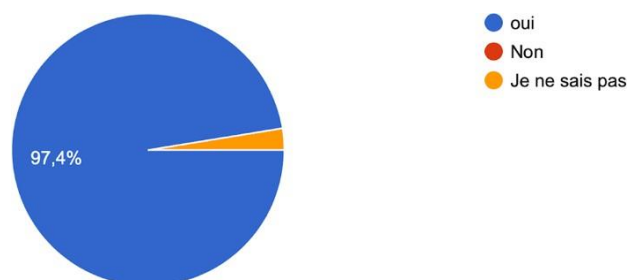


Figure 42 : Répartition des étudiants sur la question de simulation de cas cliniques

Lorsque nous regardons la répartition par promotion, il semble que la tendance soit la même. Bien que les étudiants qui ne se prononcent pas sont, pour la majorité, des troisièmes années n'ayant pas encore eu à être confrontés eux-mêmes à des situations cliniques réelles (tableau XVII).

Tableau XVII : Insertion de cas cliniques dans le e-learning

	Je ne sais pas	Oui	Total général
VET4	2	57	51
VET5	1	40	41
VET6	1	39	37
Interne		5	5
Total général	4	141	145

C. Bilan de l'analyse du questionnaire

Il ressort donc de ce questionnaire que les étudiants considèrent globalement avoir un niveau faible ou moyen en anesthésie des animaux cardiaques et que la création d'un e-learning sur ce sujet leur semble appropriée. La grande majorité semble vouloir y inclure des simulations de cas cliniques réels. De plus, il semble que plusieurs modules de courtes durées soient l'option la plus appréciée des étudiants. L'analyse de ce questionnaire a donc permis de clarifier le besoin des étudiants et permettra de créer l'outil numérique en fonction de ces résultats.

III. Recherche d'un outil numérique pédagogique adapté : le e-learning

A. Présentation de l'outil e-learning

Depuis la circulaire du 20 Juillet 2001, la Formation Ouverte À Distance (FOAD) a permis le développement dans les différentes structures éducatives d'outils permettant l'apprentissage en ligne. « E-learning » est en réalité l'abréviation de « Electronical learning » soit de l'apprentissage en ligne. Cela correspond alors à plusieurs types d'outils en ligne allant du simple dépôt de fichiers sur une page internet à de véritables activités interactives.

En revanche, on ne peut parler de FOAD que lorsqu'il y a rupture de l'unité de lieu (ailleurs que dans une salle de classe) et de temps (l'apprenant réalise sa formation sur le temps qu'il souhaite et à son rythme) (Haute Autorité de Santé 2015).

Les formes de e-learning peuvent être variées dans leurs approches mais également dans leurs supports. En effet, la formation en ligne peut être associée à des cours en présentiel et utilisée comme complément ou bien comme seul et unique moyen d'apprentissage (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006). Dans le cas de cette thèse, le e-learning vient en complément des cours d'anesthésie dispensés à l'école vétérinaire en troisième année d'enseignement. De plus, le support électronique permet de pouvoir associer les supports pédagogiques. En effet, cela peut aller du simple texte, au scénario en passant par une vidéo.

Les logiciels d'e-learning sont fréquemment associés à des outils permettant le suivi et l'évaluation des apprenants. Les logiciels de Learning Management System (LMS) permettent en effet le stockage des informations de cours mais également le stockage des données que les apprenants fournissent lors des quizz ou activités du e-learning. Cet outil permet à l'enseignant de pouvoir avoir accès à ce qui a été fait, dans quels temps et le niveau de réponse de l'apprenant. Des évaluations à distance peuvent de cette façon être mises en place si nécessaire (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006).

B. Avantages et inconvénients de ce type d'outil

1) Avantages

Les avantages d'un e-learning sont multiples et ont été identifiés dans diverses études. En premier lieu, l'outil numérique permet une réelle individualisation de l'apprentissage (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006; Haute Autorité de Santé 2015). En effet, l'étudiant y accède quand il le souhaite et peut gérer son rythme d'apprentissage (Ruiz,

Mintzer, Leipzig 2006; Haute Autorité de Santé 2015). Le fait d'y intégrer plusieurs types de supports (vidéos, graphiques, jeux...) rend l'outil attrayant et motivant pour les utilisateurs et favorise l'efficacité cognitive (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006; Haute Autorité de Santé 2015) en s'adaptant au style d'apprentissage de chacun privilégiant la mémoire visuelle ou auditive par exemple. De plus, l'apprenant n'est pas dans un système passif focalisé sur l'enseignant, mais il entre dans un modèle actif d'interactions où il doit interagir pour progresser dans l'outil numérique.

Autres avantages de la formation en ligne, les avantages liés à l'enseignant. Le premier étant le gain de temps pour celui-ci. En effet, le nombre d'heures dispensées dans les disciplines n'a que peu augmenté alors que les exigences en matière de médecine humaine (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006) mais également vétérinaire ne cessent d'augmenter du fait d'un continuel progrès de ces médecines. L'outil en ligne est donc une solution pour compléter la formation des étudiants et qu'ils répondent à la demande sociétale tout en s'affranchissant de certaines heures de travaux dirigés ou de cours magistraux. De plus, ces outils en ligne permettent une facilité de mise à jour supérieure à des cours papiers imprimés. Cela optimise une nouvelle fois le temps de travail (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006).

2) Inconvénients

Quelques inconvénients nuancent cependant l'utilisation des e-learning. D'après plusieurs études, ils ne permettent en aucun cas de substituer des cours magistraux dispensés par des enseignants, ils ne viennent qu'en compléments de ces-derniers (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006). De la même façon, ces outils numériques ne permettent qu'une approche théorique et ne pourront en aucun se substituer à la pratique en clinique.

D'autres inconvénients sont fréquemment mentionnés au niveau de l'enseignement. En effet, la création d'un tel outil nécessite de la part de l'enseignant d'avoir une base de la pratique informatique solide et le cas échéant de bénéficier de formations permettant la création d'un e-learning. Cela est donc consommateur de temps et présente également un coût financier pour les écoles (Ruiz, Mintzer, Leipzig 2006). D'autre part, la réalisation de ces outils est encore peu valorisée pour les enseignants et il existe un réel manque de reconnaissance du corps professoral face à ces initiatives.

La nécessité d'avoir en sa possession le matériel adapté à la réalisation de formation en ligne est également décrit par les étudiants. En effet, une connexion internet adaptée

ainsi qu'un ordinateur sont une base non négociable pour accéder à ces formations et cela n'est malheureusement pas encore le cas pour tous les étudiants (McKimm 2003). De plus, certains auteurs décrivent le risque d'abandon et de démotivation des étudiants travaillant à leur domicile d'où l'intérêt de proposer un enseignement mixte basé sur le présentiel et complémenté par le distanciel avec un accompagnement possible par l'enseignant (Haute Autorité de Santé 2015, McKimm 2003).

C. Nécessité de l'intégration dans le cursus vétérinaire d'Oniris

Comme cela a déjà été mentionné dans l'introduction de ce travail, le nombre d'heures théoriques dispensées en anesthésiologie est de 15 heures. Cela est donc trop peu pour avoir le temps de traiter le cas d'animaux sains puis d'animaux malades. Cela a donc été une des premières raisons de l'intégration d'un e-learning dans le cursus des étudiants vétérinaires d'Oniris. La seconde raison apparait clairement dans le questionnaire de besoin réalisé dans la partie « Évaluation du besoin », les étudiants déclarent eux-mêmes présenter des lacunes dans le domaine de l'anesthésie des carnivores domestiques atteints de cardiopathies et sont favorables à la création d'un tel outil.

IV. Conception du e-learning

A. Organisation du projet

Afin de concevoir cet e-learning, différentes étapes se sont succédées. En effet, dans un premier temps il a fallu recueillir toutes les informations nécessaires à sa création, c'est finalement la première partie de cette thèse. Il a ensuite fallu recueillir les données cliniques des animaux dont les cas étaient intéressants d'un point de vue pédagogique. Puis, il a fallu choisir un outil adapté et pertinent pédagogiquement avec la création par la suite de différents modules chronologiques. Une phase de test a ensuite été lancée auprès des étudiants de 4 promotions afin d'avoir un retour sur l'outil et de pouvoir en faire l'analyse et d'en évoquer de potentielles améliorations.

B. Objectifs visés

1) Objectifs pédagogiques

Afin de concevoir un e-learning dans la continuité de l'enseignement dispensé à ONIRIS, nous avons rédigé avec le Dr Gwenola TOUZOT-JOURDE les objectifs pédagogiques que devait respecter l'outil numérique :

- Connaître et comprendre la physiopathologie de l'affection cardiaque
- Connaître les effets cardiovasculaires de l'arsenal thérapeutique utilisé en anesthésie et en analgésie
- Comprendre les conséquences du dysfonctionnement cardiaque et leur impact sur l'anesthésie en identifiant les complications potentielles
- Connaître les interactions médicamenteuses entre le traitement de la maladie cardiaque et les molécules utilisées en anesthésie
- Identifier les protocoles anesthésiques/analgésiques les plus adaptés
- Savoir adapter la surveillance de l'anesthésie et la réanimation per-anesthésique en fonction de la maladie cardiaque et de sa gravité

2) Grille de conception d'un e-learning

Pour la conception de cet e-learning, je me suis appuyée sur le guide de conception réalisé par Cooke et Dupras. En effet, ces derniers ont théorisé cinq étapes pour la réalisation d'un outil numérique. J'ai pu également tirer profit du guide créé par la FAO (Food and Agriculture Organization) en 2012. Ces deux guides sont inspirés du modèle ADDIE qui est en réalité l'acronyme pour Analyse Design, Développement, Implantation et Évaluation.

La réalisation de ce projet s'est donc faite en respectant les différentes étapes de ce modèle (figure 43) et en accord avec les ingénieurs pédagogiques d'Oniris.

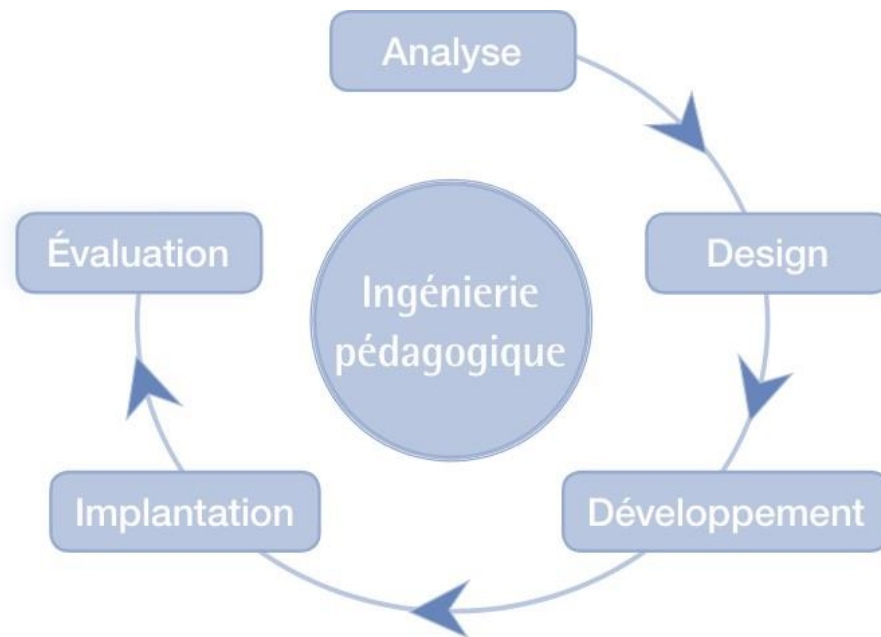


Figure 43 : Les différentes étapes du modèle ADDIE

Les différentes étapes détaillées et adaptées à mon projet figurent dans le tableau suivant qui a été un préambule à la réalisation de l'outil et qui a servi de tableau de bord tout au long de ce travail (tableau XVIII).

Tableau XVIII : Modèle ADDIE appliqué à l'apprentissage en ligne (Ghirardini 2011)

Analyse	Conception/Design	Développement	Mise en œuvre/Implantation	Évaluation
<p>Analyse des besoins</p> <p>Développer les connaissances des étudiants sur l'anesthésie d'un animal cardiaque → (Mise en place d'un questionnaire)</p>	<p>Objectifs d'apprentissage</p> <p>Définis avec l'aide du professeur en charge de la discipline à ONIRIS.</p>	<p>Élaboration du contenu</p> <p>Contenu bibliographique de la première partie</p>	<p>Installation et diffusion</p> <p>Installation : à l'aide de la plate-forme « Connect » déjà utilisée par ONIRIS Diffusion : via les adresses mails étudiantes ainsi que sur les réseaux sociaux de l'école</p>	<p>Réaction</p>
<p>Analyse du public</p> <p>Promotions ayant bénéficié des cours d'anesthésie et présents dans les cliniques</p>	<p>Séquençage</p> <p>Réalisé dans le but que chaque leçon réponde à un objectif d'apprentissage et en respectant l'ordre chronologique professionnel</p>	<p>Développement du storyboard</p> <p>Séquençage chronologique similaire à la gestion d'un cas en clinique (Voir p.109)</p>	<p>Gestion des activités des apprenants</p> <p>Non réalisée car logiciel en test pour le moment. Réalisé sur la base du volontariat</p>	<p>Apprentissage</p>
<p>Analyse des thèmes et des tâches</p> <p>-Physiopathologie des maladies cardiaques -Effets des traitements de ces maladies -Effets des molécules anesthésiques -Étapes dans la réalisation de l'anesthésie</p>	<p>Stratégie pédagogique</p> <p>-Méthodes positives (présentations, démonstrations.)</p> <p>-Méthodes applicatives (Animations, simulations, classes virtuelles, leçons interactives.)</p>	<p>Développement du didacticiel</p> <p>Choix du logiciel et prise en main avec l'aide d'un ingénieur pédagogique en accord avec les demandes faites lors du questionnaire de besoin réalisé au début de ce travail.</p>		<p>Comportement</p>
	<p>Modalité de formation</p> <p>Accessibilité : accès internet à l'école si impossible au domicile Planification : Sur le temps libre ou sur les heures de clinique</p>			<p>Résultats</p>
	<p>Stratégie d'évaluation</p> <p>Absence d'évaluation en fin d'e-learning (quizz, QCM... tout au long de l'outil) Évaluation réalisable par les enseignants si nécessaire.</p>			

La partie évaluation a été réalisée plus tard dans cette étude et apparaît donc en grisée dans le tableau 17. De plus, les sous-parties « résultats et comportement » de cette partie évaluation ne seront pas présentes dans ce travail de fin d'études car à l'heure actuelle l'outil numérique est en test avant validation pour une réelle utilisation ancrée dans le programme actuellement dispensé.

C. Collecte des données et du matériel

1) Collecte et analyse des données

Dans un premier temps, je me suis mise en contact avec le service d'anesthésie de l'école afin de réunir rétrospectivement toutes les fiches d'anesthésie des animaux cardiaques vus depuis Septembre 2021 afin d'observer et d'analyser la façon de procéder, les protocoles utilisés ainsi que les réactions des différents animaux pendant l'anesthésie. Le but final de cette coopération était de pouvoir réunir un cas clinique pour chacune des maladies cardiaques étudiées et permettant à l'étudiant de suivre le cas, du diagnostic de la maladie, jusqu'à l'anesthésie de l'animal. J'ai donc trié les dossiers que le service d'anesthésie m'avait mis de côté et étudié les dossiers sur CLOVIS®. Par la suite, j'ai analysé les différentes fiches d'anesthésie des 4 animaux choisis afin de pouvoir mettre en place une simulation du cas la plus proche possible de la réalité. J'ai donc sélectionné les quatre cas suivants :

- Un chien femelle Braque de Weimar de 7 ans avec une rupture de ligament croisé antérieur et chirurgie de TPLO envisagée. Cette chienne présente à l'examen préanesthésique des arythmies à l'auscultation et il lui est diagnostiqué une CMD.
- Un chien croisé Yorkshire et Bichon de 10,5 ans présenté pour un détartrage dans un cadre de MVDM.
- Un chat mâle castré de 11 ans avec uropéritoine suite à des récurrences de SUF et de sondages réguliers qui vient pour urétrostomie dans un contexte de CMH.
- Un chat femelle stérilisée de 11 ans avec une gingivo-stomatite chronique avec détartrage et possibles extractions dentaires prévus dans un contexte de sténose sous-aortique.

Ces 4 cas ont été sélectionnés car ils ont tous subi des chirurgies et donc des anesthésies plus ou moins longues permettant donc un nombre d'incidents per-anesthésiques plus importants. De plus, tous ces cas ont été diagnostiqués de leur maladie cardiaque à Oniris et donc il a été possible de retrouver leur suivi exact et les images des examens complémentaires d'imagerie notamment. Cela permet de créer une simulation complète du début du diagnostic jusqu'aux incidents per-anesthésiques.

Pour des raisons de confidentialité, il a ensuite fallu suivre une procédure particulière pour avoir le droit de recueillir les images échocardiographiques et radiographiques des 4 animaux dont les dossiers ont été retenus. Cela correspond à la rédaction d'une demande écrite au STIM (Service Transversal d'Imagerie Médicale) du CHV d'Oniris.

D'un point de vue juridique et légal, il a fallu prêter attention à plusieurs aspects dont les droits d'image. En effet, toutes les photos, images échocardiographiques ou radiographiques sont utilisables d'un point de vue pédagogique mais tout vétérinaire étant tenu au secret médical d'après l'article R. 242-33, alinéa V du code de déontologie vétérinaire, aucun animal n'y est reconnaissable, ni aucun propriétaire.

2) Choix du logiciel

En accord avec les ingénieurs pédagogiques d'Oniris, il a été décidé d'utiliser pour cet outil le logiciel Rise Articulate 360 ®. En effet, il s'agissait du logiciel qui permettait à la fois un certain esthétisme, avec la possibilité d'avoir des parties théoriques et des parties d'apprentissages plutôt ludiques avec un choix d'importations multimédias assez large. Nous avons pu utiliser divers types d'activité dont les illustrations figurent sur la page suivante (figure 44) et dont les différents noms sont les suivants :

- Accordéon avec étiquette
- Onglets
- Graphique étiqueté
- Processus
- Activité de tri
- Cartes mémoires
- Correspondances
- Questionnaire à choix multiples
- Scénario

er la fréquence respiratoire, ainsi qu'une hypertension artérielle. Ainsi, il est important de gérer la douleur précoement et même de façon préventive afin de limiter toute perturbation du système cardiorespiratoire.

Cliquez sur les molécules que vous pensez pouvoir utiliser pour un animal cardiaque lors d'une prémédication et découvrez leurs effets sur le système cardiovasculaire.

PRÉMÉDICATION

Médétomidine

Méazolam

Diazepam

Fentanyl

Butorphanol

La médétomidine fait partie de la famille des **alpha2-agonistes** au même titre que le xylazine. La médétomidine est un **puissant vasoconstricteur** qui va engendrer des mécanismes compensateurs qui sont : **hypertension** ainsi qu'un **système bradycardie**.

Cliquez sur le lien **PRÉMÉDICATION ANESTHÉSIOLOGIE ANIMALE CARDIAQUE.pdf**

Reliez la définition avec le risque anesthésique correspondant.

Animal avec une maladie systémique légère ASA 1

Animal sain ASA 2

Chirurgie ASA 3

Animal avec une maladie systémique grave ASA 4

Animal avec une maladie systémique grave ASA 5

AUSCULTATION CARDIAQUE

Présence d'un thrill

Présence d'un souffle

MVDM

Sténose aortique

Gauche Apexien Systolique

CMD

CONTINUER

Cas clinique n°4

Dans cette simulation de cas clinique, vous aurez à faire à un cas réellement rencontré sur le plateau d'anesthésie du CHUV Orlins, le temps de simulation étant estimé à 30 minutes environ, il n'était pas possible d'y inclure des éléments théoriques. Vous retrouverez donc ces éléments dans le fichier téléchargeable en dessous de la simulation. Ainsi vous pourrez garder cette "Fiche rappel sur l'anesthésie d'un animal atteint de..."

Quels examens complémentaires proposeriez vous ?

1 Echocardiographie, examens biochimiques et hématologiques (ECG)

2 Examens biochimiques et hématologiques, radiographie

3 Une échocardiographie avec souffle

Circulation du sang durant la diastole

Circulation du sang durant la systole

Afin d'y voir plus clair, classez chaque maladie dans la catégorie correspondante. Effectuez un glisser/déposer pour déplacer les étiquettes.

Sténose aortique

Cardiomyopathie Hypertrophique

Cardiomyopathies

Valvulopathies

ACQUIS OU CONGÉNITAL ?

afin de savoir comprendre et gérer une anesthésie sur des animaux atteints de telles maladies.

MALADIE VALVULAIRE DÉGÉNÉRATIVE...	CARDIOMYOPATHIE DILATÉE	CARDIOMYOPATHIE HYPERTROPHIQUE	STÉNOSE AORTIQUE
La cardiomyopathie hypertrophique (CMH) du chat est une maladie du myocarde fréquente peu ou très touchée 15% de la population féline . De plus, les mâles semblent être davantage touchés que les femelles. Cette maladie est caractérisée par une paroi du ventricule gauche épaisse de façon locale ou diffuse, sans dilatation de la chambre ventriculaire gauche et sans causes pouvant expliquer un épaississement secondaire. Ainsi le diagnostic d'une CMH se fait par exclusion de toute autre cause pouvant causer des changements hémodynamiques (augmentation de pression). Le mécanisme physiopathologique de cette maladie est donc le suivant. Hypertrophie concentrique du ventricule gauche provoque un dysfonctionnement diastolique (diminution de reboisement en diastole) accompagné d'une diminution du VES (obstruction de la chambre de chasse du VG par hypertrophie du septum basal gauche ou par mouvement antérieur de la valve mitrale pendant la systole : SAM). Impliquant une diminution du débit sanguin pouvant provoquer des syncope . En réponse à cela, une tachycardie se met en place. Il se développe une augmentation de pression télédiastolique dans le ventricule gauche puis à terme dans l'atrium gauche. On observe une augmentation de la pression veineuse pulmonaire et potentiellement des signes d' Insuffisance Cardiaque Congestive (ICC) gauche, avec présence d' œdème pulmonaire ou d'épanchement pleural. D'autres signes, des ischémies du myocarde sont observées avec présence de fibrose. Cela ne fait qu'aggraver le déficit de reboisement en diastole du myocarde.			
Traitement : atenolol, flixazem, IECA, diurétiques, spironolactone, aspirine			

Source: Image: Atlas d'anatomie vétérinaire, MEDVET 2013

Figure 44 : Aperçu de quelques activités du e-learning

En plus, de la prise en main rapide et efficace de ce logiciel, l'autre avantage étant son outil de "tracking" permettant notamment de voir le taux de consultation par les étudiants, leurs réponses aux questions et le temps passé. Cet aspect n'a pas été utilisé dans ce travail puisque l'idée ici n'était pas d'évaluer les étudiants mais plutôt de les faire participer à la création de cet outil sur la base du volontariat et sans avoir à les noter pour le moment. En revanche, dans un futur proche, si cet outil est utilisé par le corps enseignant cette option pourra être mise à profit afin d'évaluer la progression des apprenants.

De plus, cet outil présente l'avantage de pouvoir s'adapter au format du matériel utilisé par l'apprenant (figure 45). En effet, que ce dernier utilise un ordinateur, une tablette ou bien un téléphone portable, le logiciel adapte son visuel ce qui le rend plus accessible et plus intéressant du fait de la grande diversité de matériel informatique qu'utilisent les étudiants de nos jours.

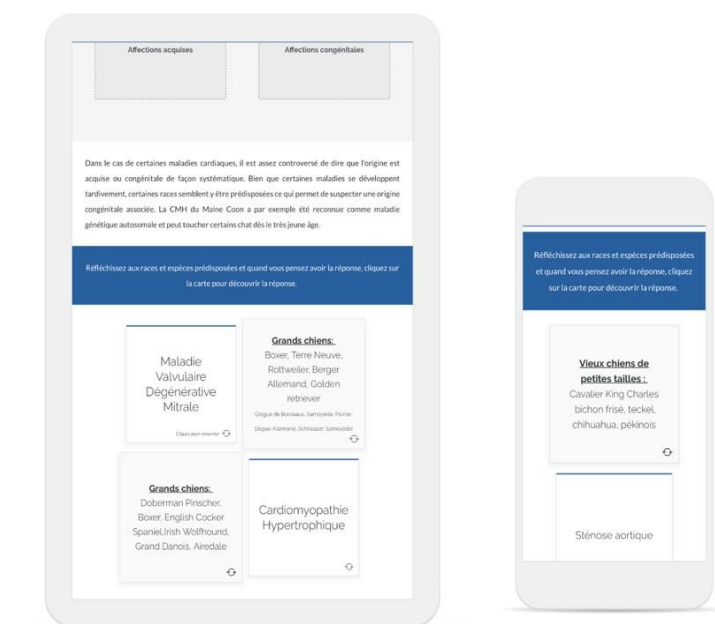


Figure 45 : Aperçu sous différents appareils. Tablette à gauche et smartphone à droite

Cet outil offre également la possibilité d'être évolutif. Chaque module peut être modifié simplement et indépendamment, sans conséquence pour ce qui précède ou ce qui suit. Cela permet aux enseignants de pouvoir le modifier et l'adapter même après cette thèse de fin d'étude s'ils le souhaitent rendant cet outil et ce travail pérennes. Cela est valable notamment pour la partie « cas cliniques » qui pourra être actualisée avec de nouveaux cas afin de diversifier et de permettre aux étudiants de s'entraîner à plusieurs reprises s'ils le souhaitent.

Tous ces éléments ont donc permis de sélectionner Rise Articulate 360® pour cette formation numérique sur l'anesthésie des animaux cardiaques.

3) Choix de la plate-forme de partage

Cet e-learning est accessible aux étudiants via la plate-forme utilisée par l'école vétérinaire « Connect ». Sur la page dédiée à cette thèse, on y retrouve le lien pour le e-learning, les dossiers des animaux (images échocardiographiques, radiographiques, examens hémato-biochimiques ou encore ECG), indispensables pour la réalisation des cas cliniques. On y retrouve également des fichiers bibliographiques ou utiles tels qu'une liste des abréviations utilisées dans l'outil numérique par exemple. Ainsi, tout étudiant ayant ses codes d'accès et l'autorisation à réaliser cet e-learning pourra le faire depuis son domicile grâce à cette plate-forme. Autre avantage de Rise Articulate 360®, c'est la possibilité de l'intégrer à Connect. Ainsi, si les enseignants le souhaitent par la suite, l'outil numérique pourra être importé dans la page Connect de l'école avec une visibilité sur les noms des étudiants qui ont réalisé ou non la formation ainsi que les différentes données d'avancement et de notation.

D. Structuration et contenu du e-learning

1) Structuration

Il a été choisi une structure chronologique pour cet e-learning. En effet, les modules s'enchaînent de façon similaire aux différentes étapes qu'un vétérinaire praticien devra suivre pour aller du diagnostic de la maladie cardiaque, au choix du protocole anesthésique jusqu'à la surveillance de cette anesthésie. Dans le tableau suivant (tableau XIX) figure donc le séquençage des différents modules du e-learning avec leurs objectifs d'apprentissage respectifs réalisé en préambule à la construction de l'outil en tant que tel afin d'avoir une maquette de ce dernier.

Tableau XIX : Séquençage des leçons du e-learning

Unité et titre de la leçon	Objectifs d'apprentissage
UNITÉ 1. Prérequis nécessaires	Cette première unité a pour objectif de mettre au clair certaines notions de cours vues à différents moments du cursus des étudiants ainsi que dans différents enseignements afin de créer des liens de causalité plus simplement et d'avoir une approche transdisciplinaire.
Leçon 1.1 - Rappels de physiologie cardiaque	Cette leçon doit permettre de rappeler à l'étudiant le fonctionnement du système cardiovasculaire (principes hémodynamiques notamment) afin de comprendre les enjeux d'une anesthésie et des effets de celle-ci sur des animaux souffrant de maladies cardiaques par la suite
Leçon 1.2 - Rappels physiopathologiques des grandes affections cardiaques	Cette leçon a pour objectif de rappeler les mécanismes physiopathologiques des 4 maladies qui sont évoquées dans ce cours à savoir la MVDM, la CMH, la CMD ainsi que la sténose aortique. Cette leçon permettra également d'aborder succinctement les traitements de chaque maladie et leurs conséquences sur le système cardiovasculaire.
UNITÉ 2. Examen préanesthésique et anesthésie	Cette seconde unité permet de retracer les étapes qui précèdent une anesthésie et de noter toute leur importance notamment dans le cas d'animaux malades. La partie anesthésie qui suit permet d'aborder les effets des molécules, la surveillance de ces effets ainsi que la gestion des complications cardiovasculaires.
Leçon 2.1 - Examen clinique et auscultation et examens complémentaires	Cette partie a pour but de rappeler les différentes étapes d'un examen préanesthésique et ses enjeux dans le cas d'un animal cardiaque ainsi que de lister les examens complémentaires à réaliser et de rappeler sommairement les principaux critères de diagnostic des maladies cardiaques évoquées lors de ces examens complémentaires
Leçon 2.3 - Prémédication	Cette leçon a pour objectif de résumer les objectifs d'une prémédication et d'y évoquer les principales molécules utilisées lors de cette étape, leurs effets cardiovasculaires ainsi que les principales caractéristiques.

Leçon 2.4 - Induction	Cette partie a pour but de résumer les objectifs d'une induction et d'y évoquer les principales molécules utilisées lors de cette étape, leurs effets cardiovasculaires ainsi que les principales caractéristiques.
Leçon 2.5 - Entretien de l'anesthésie	Cette leçon a pour objectif de résumer les objectifs d'un entretien et d'y évoquer les principales molécules utilisées lors de cette étape, leurs effets cardiovasculaires ainsi que les principales caractéristiques.
Leçon 2.6 - Surveillance d'anesthésie	Cette partie a pour but de rappeler les différents outils de surveillance de l'anesthésie et les principales normes attendues chez le chien et le chat. Un récapitulatif des principaux signes d'arrêt cardio-respiratoire est également présenté.
Leçon 2.7 - Réveil	Cette partie a pour but de résumer les objectifs du réveil et d'y évoquer les principales étapes.
Leçon 2.8 - Réanimation cardiorespiratoire	Cette leçon présente les éléments permettant de diagnostiquer un arrêt cardio respiratoire et permet d'appréhender les étapes protocolaires de la réalisation de la réanimation
UNITÉ 3. Application : cas cliniques	Appliquer les aspects théoriques vus précédemment à des situations réelles, pratiques et transdisciplinaires.
Leçon 3.1 - Cas clinique n°1	Mise en situation d'anesthésie d'un animal atteint de MVDM
Leçon 3.2 - Cas clinique n°2	Mise en situation d'anesthésie d'un animal atteint de CMH
Leçon 3.3 - Cas clinique n°3	Mise en situation d'anesthésie d'un animal atteint de CMD
Leçon 3.4 - Cas clinique n°4	Mise en situation d'anesthésie d'un animal atteint de sténose aortique

2) Construction

Le logiciel Rise 360® est modulable, il suffit dans chaque leçon, de choisir une activité dans la bibliothèque de blocs puis de créer son activité en y ajoutant le contenu souhaité (multimédia, texte, activité...). La figure 46 illustre la démarche à suivre pour y parvenir.

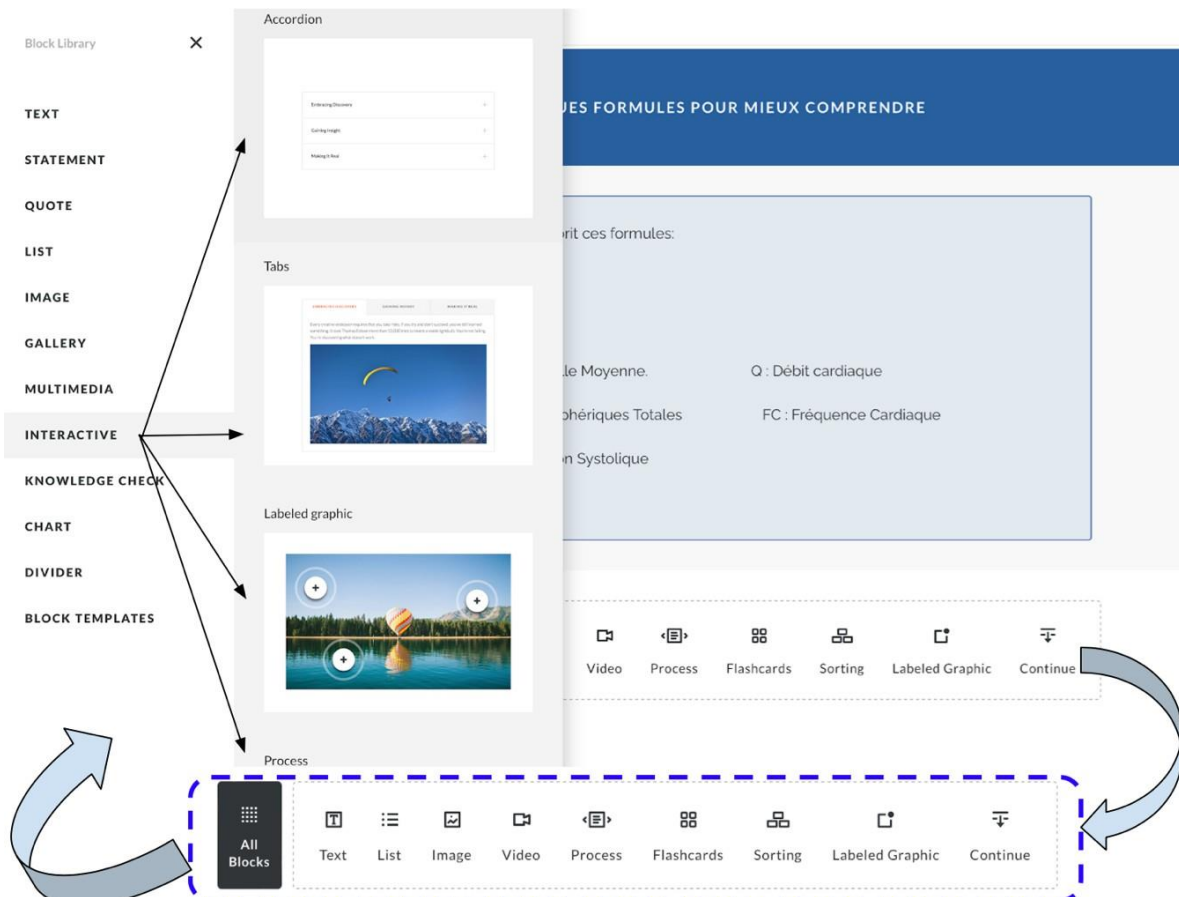


Figure 46 : Rise 360 ® et ses blocs d'activité

La couleur de thème choisie pour le logiciel et pour la quasi-totalité des schémas est le bleu. D'après des études, cette couleur est fréquemment utilisée dans les salles d'anesthésie ou de chirurgie car c'est une couleur apaisante contrairement au rouge ou au vert par exemple associées à des taux de mortalité plus élevés. En effet, certaines études ont montré que la couleur bleue permettait de réduire la sensation de stress et que l'exposition à des lumières bleues permettait d'accélérer les prises de décision et facilitait les tâches cognitivement difficiles (Lubos 2008; Alkozei et al. 2016). La couleur bleue prédomine donc dans l'outil numérique pour ces précédentes raisons.

Il a également été choisi de ne pas avoir à faire défiler trop de texte pour ne pas perdre les étudiants en cours d'explication. Ainsi il a souvent été choisi des "blocs" où ce sont en fait des onglets que l'on ouvre au fur-et-à-mesure (figure 47). Dans d'autres cas, la suite du cours ne s'affiche qu'au fil de la lecture en cliquant sur des boutons afin d'avancer comme l'illustre la figure suivante (figure 48). Tous ces choix de design permettent d'obtenir in fine un outil au visuel agréable. C'est un facteur important puisque d'après certaines études, la satisfaction de l'apprenant augmente avec une interface conviviale, facile d'utilisation et d'accès et avec l'interactivité de celle-ci (Chumley-Jones, Dobbie, Alford 2002; Golchai et al. 2012).

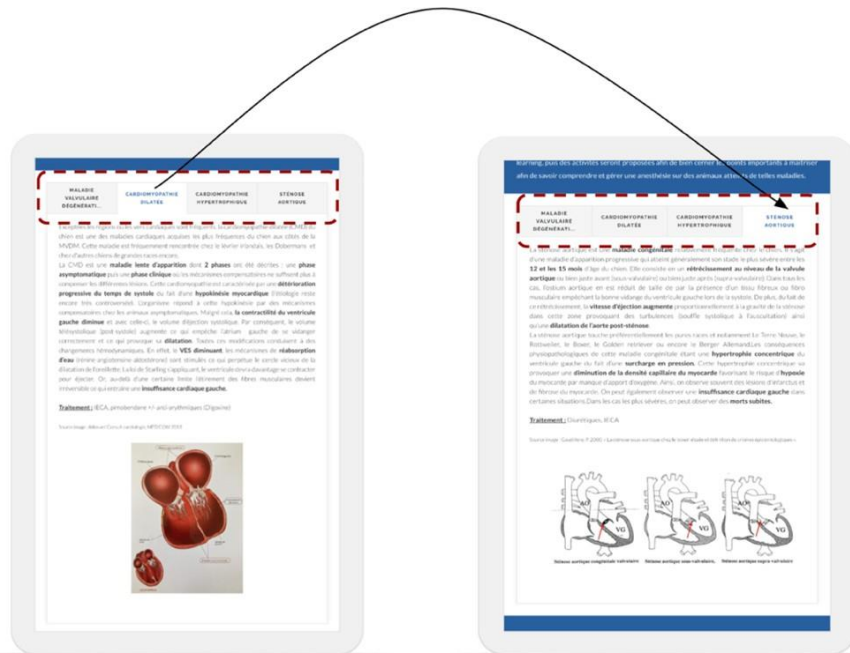


Figure 47 : Fonctionnement par onglet évitant une surcharge visuelle

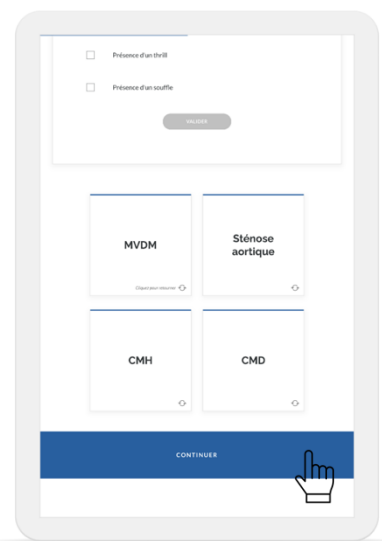


Figure 48 : Avancement par des clics pour afin d'éviter la surcharge visuelle

Au cours de chaque module, il est à chaque fois proposé une partie théorique de cours, la plus succincte possible et suivent des activités variées grâce à la diversité de “blocs” interactifs que propose Rise Articulate 360®. Ainsi, le modèle présenté dans la figure ci-dessous (figure 49) est respecté dans la grande majorité des modules du e-learning.

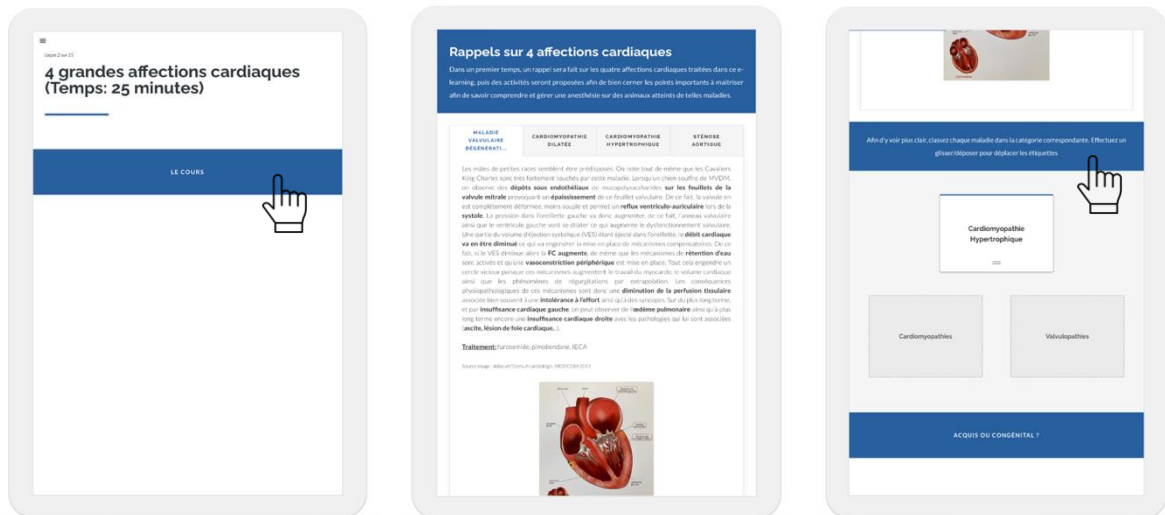


Figure 49 : Séquençage avec une partie théorique puis une plus ludique

De plus, l’outil numérique se termine par des simulations tirées de cas cliniques réellement rencontrés sur le plateau d’anesthésie du CHUV d’Oniris. Ces dernières sont réalisées sous forme de scénario (figure 50). Ces scénarios ont l’avantage de pouvoir être modifiés simplement et de pouvoir donc être actualisables de façon régulière afin de rendre pérenne cet outil.



Figure 50 : Illustration tirée d'une des simulations de cas cliniques

Il a été décidé, après analyse du questionnaire de besoin, de ne pas imposer de contrainte de temps aux étudiants. Ainsi chaque module est accessible indépendamment et chacun d'eux ne dépasse pas 30 minutes de travail car cela avait également fait l'objet d'une demande par les étudiants. Afin de permettre une meilleure gestion du temps de l'apprenant, des temps indicatifs sont fournis dans le sommaire du e-learning afin que chacun puisse gérer son temps de travail de façon individuelle et autonome.

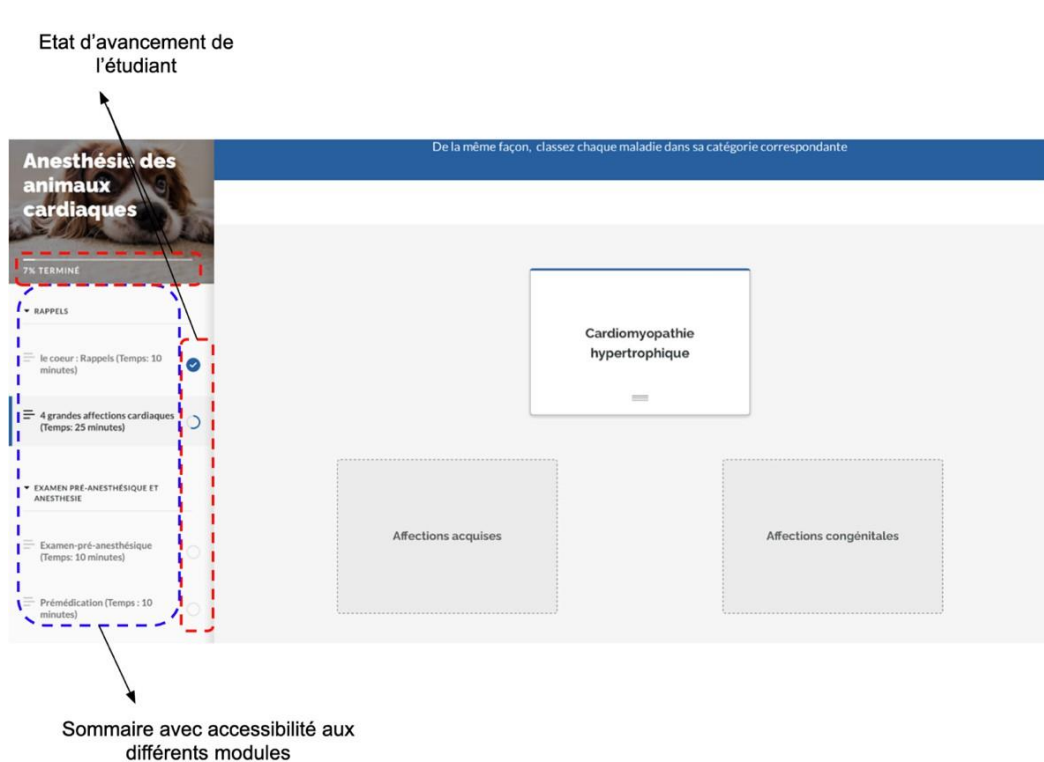


Figure 51 : État d'avancement de l'étudiant et sommaire accessible en permanence

Afin de permettre à l'apprenant de mieux gérer son temps en réalisant les modules indépendamment s'il le souhaite, il a été noté de façon indicative le temps nécessaire à chaque module dans le sommaire. De plus, tout au long de l'avancement dans le e-learning, l'apprenant a accès à un sommaire d'où il peut accéder aux différents modules facilement. De plus, l'avancement dans le e-learning y apparaît ce qui permet de se rendre compte du travail achevé ainsi que du travail restant (figure 51).

3) Bibliographie et Sources

La construction de cet outil s'est faite grâce à la bibliographie de la première partie de ce travail de thèse. Ainsi, de nombreux textes, tableaux ou encore images sont identiques. Ainsi, cette première partie bibliographique a certes permis de s'appropriier le sujet mais également de fonder les bases de l'outil pédagogique. Quelques images ont été ajoutées dont les sources figurent systématiquement sur l'outil. Certaines sont tirées d'ouvrages bibliographiques, d'autres de banques d'images accessibles depuis Internet et publiques.

Pour des raisons de lisibilité, une annexe (Annexe 2) avec des aperçus de l'outil numérique figure plus bas et permet de se représenter le travail réalisé.

V. Conception de fiches protocolaires intégrées au e-learning

Des fiches protocolaires théoriques et récapitulatives ont également été créées afin de les insérer après chaque cas clinique et donc pour chaque maladie cardiaque étudiée. Ainsi, l'étudiant, après avoir réalisé son cas clinique peut télécharger la fiche théorique et la conserver de façon plus définitive et indépendamment du e-learning. Les fiches (annexes de 3 à 6) ont toutes la même structure, soit :

- Un schéma physiopathologique de la maladie cardiaque
- Les principaux objectifs de l'anesthésie
- Les différentes étapes anesthésiques et leurs molécules pour chaque maladie
- Des schémas physiopathologiques des principales complications d'anesthésie :
 - Hypotension (relative ou vraie)
 - Douleur/ Réveil
 - Hypothermie
 - Hypercapnie/Hypoventilation

Ces fiches peuvent être utilisables sur le plateau d'anesthésie du CHUV d'ONIRIS pour les promotions ayant accès aux cliniques, mais peuvent également être utilisées dans les structures où travaillent les étudiants diplômés au dépend de l'arsenal thérapeutique dont celles-ci disposent.

Les différents schémas des mécanismes qui y figurent ont été réalisés grâce à la première partie bibliographique de ce travail.

Pour des raisons de lisibilité également, ces fiches protocolaires adaptées à chaque maladie cardiaque figurent en annexe (Annexe de 3 à 6).

VI. Évaluation de l'outil pédagogique

A. Mise en place d'un questionnaire

L'évaluation de l'outil a été réalisée sur la plateforme de l'école « Connect » après que les utilisateurs aient pu se familiariser avec le e-learning. Le questionnaire d'évaluation de l'outil figure dans l'annexe 9. L'évaluation de l'outil a seulement été réalisée par les étudiants, mais il conviendrait d'avoir des retours d'enseignants également avant de sortir de la phase de test. Un des avantages de la plate-forme Connect est son outil de « tracking ». En effet, cela a permis de récolter les réponses au questionnaire d'évaluation de 44 étudiants ayant réalisé le e-learning et de les exporter sur un fichier Excel[®] afin d'entreprendre une analyse des résultats. Le recrutement des étudiants testeurs s'est fait sur la base du volontariat. De plus le questionnaire d'analyse ne comportait que 18 questions succinctes afin de ne pas surcharger les étudiants volontaires.

Parmi les 44 étudiants volontaires pour tester le e-learning, 7 sont en troisième année d'étude soit 5% de la promotion environ, 17 sont en quatrième année soit 4,17% de la promotion, 17 sont en cinquième et dernière année soit 27% des spécialités canine et 1 seule interne soit 5,5% de ces-derniers (figure 52). Lors de cette phase de test, certains étudiants de cinquième année en spécialité autre que canine ont souhaité participer, bien qu'ils n'aient pas répondu au questionnaire de besoin réalisé au début de ce travail. Ils sont au nombre de 2 ce qui représente un pourcentage faible de 9% mais permet d'avoir un avis plus extérieur car ces étudiants travaillent d'ores et déjà dans des structures libérales.

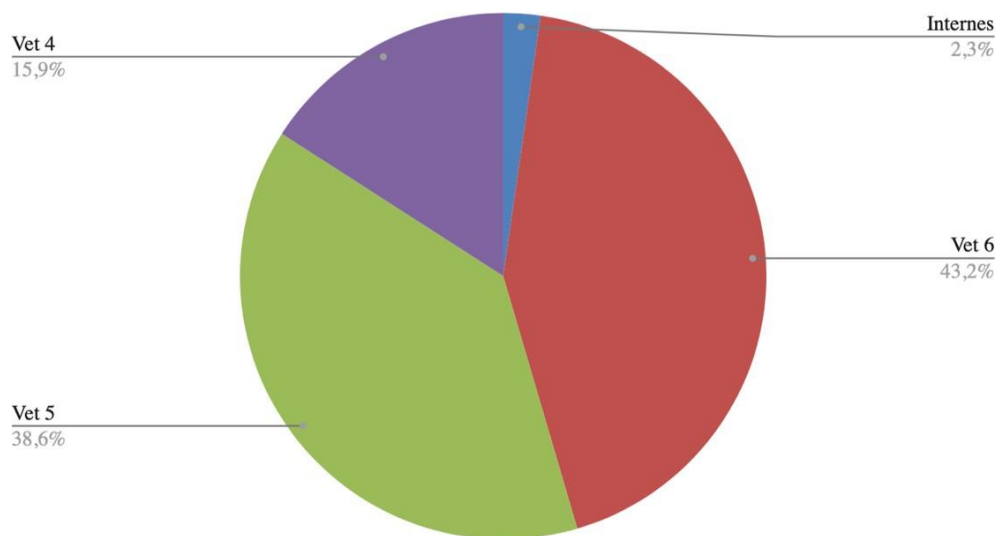


Figure 52 : Répartition des étudiants testeurs par promotion

La répartition n'étant pas équivalente entre les différentes promotions et très faible pour certaines, les différents résultats seront à considérer avec précaution mais cela permet tout de même de distinguer une tendance quant à l'avis des étudiants. De plus, les étudiants ayant réalisé l'outil étant volontaires, ils possèdent vraisemblablement une affinité avec ce type d'outil ou bien avec le thème abordé ce qui peut constituer un biais dans l'analyse.

B. Analyse du questionnaire

1) Matériel nécessaire à l'analyse

L'analyse des résultats au questionnaire a pu être réalisée grâce au téléchargement sous fichier Excel® des réponses au questionnaire sur la plate-forme « Connect ». Ensuite, les différents graphiques et calculs statistiques ont été réalisés sous Excel®. La majeure partie des questions étant des questions fermées, l'analyse de celles-ci a été facilement réalisable. En revanche, pour un certain nombre d'entre elles, il s'agissait de questions ouvertes permettant des pistes d'amélioration ou des descriptions personnelles et succinctes de l'outil que nous tenterons tout de même d'analyser par la suite dans un aspect plus qualitatif.

2) Réponse au besoin et progression des étudiants testeurs

L'intégralité des étudiants (44 avis) ont déclaré se sentir plus à l'aise sur l'anesthésie des animaux cardiaques après réalisation du e-learning. Afin de quantifier cela, il a été demandé à chaque étudiant de se noter sur ce sujet avant réalisation du e-learning puis après. On note une nette différence entre les notes (figure 53).

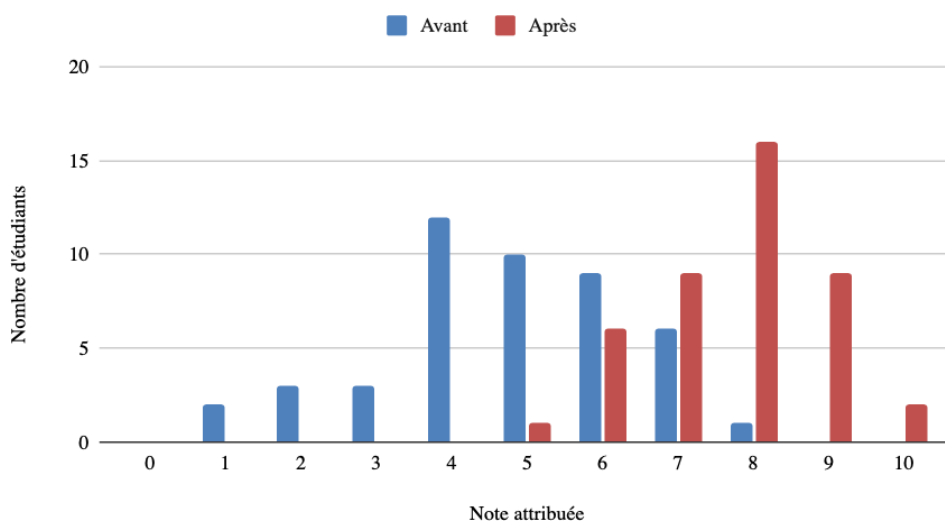


Figure 53 : Auto-évaluation des étudiants avant (bleu) et après (rouge) réalisation du e-learning

En effet, la note médiane obtenue lors de cette auto-évaluation réalisée par les étudiants avant d'avoir réalisé le e-learning était de 5 alors qu'elle passe à 8 après réalisation de l'outil numérique soit une augmentation de 3 points. La figure 54 est peut-être plus explicite et représente pour chaque étudiant testeur la note attribuée avant puis après réalisation de l'outil numérique.

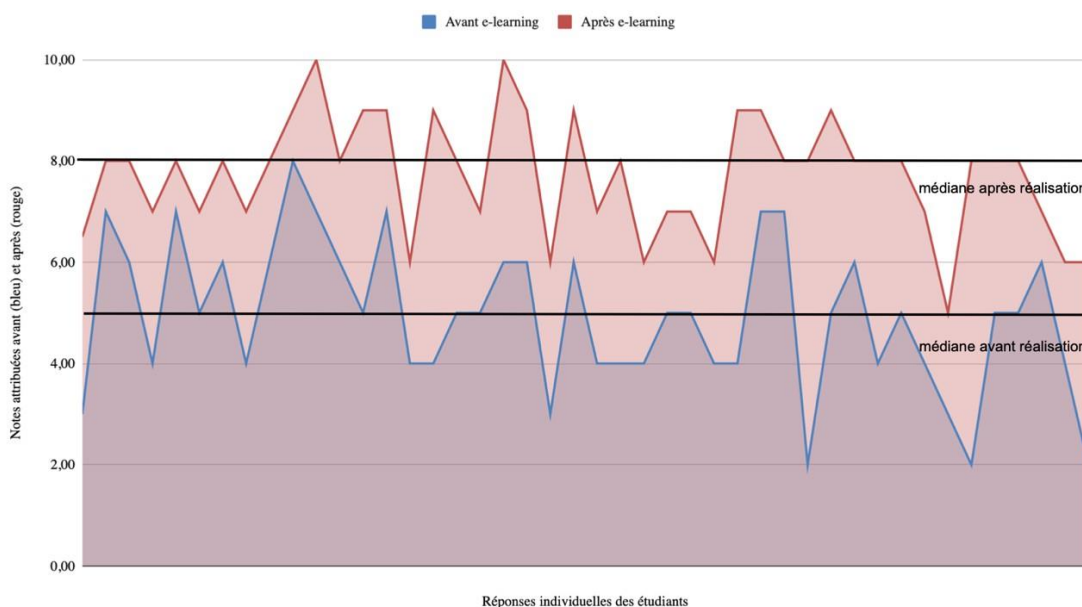


Figure 54 : Répartition des notes individuelles avant et après réalisation de l'outil numérique

3) Intérêt porté à l'outil numérique

L'intérêt porté à l'outil a été modéré. En effet, la phase de test a été proposée en même temps que la fin de l'année scolaire soit sur le mois de Juin. Cela correspond à la période où les étudiants sont fatigués et moins investis scolairement. Le graphique qui suit (figure 55) est assez parlant, 50 % des étudiants testeurs ont réalisé le e-learning dans son intégralité tandis que les 50% restants n'ont réalisé que quelques parties.

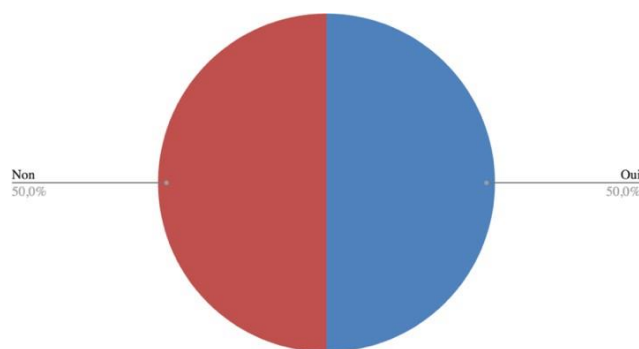


Figure 55 : Répartition des étudiants ayant réalisé le e-learning dans son intégralité ou non

Les étudiants ayant réalisé cet outil dans son intégralité ont estimé dans le questionnaire d'analyse le temps passé. Les plus rapides ont mentionné 20 minutes de temps passé ce qui paraît assez peu probable d'ailleurs tandis que le temps maximal passé est de 140 minutes. La médiane de temps passé pour ce groupe est de 55 minutes. Pour les étudiants qui n'ont pas réalisé l'intégralité du e-learning en une seule fois mais plutôt de façon intermittente, le temps passé en minute varie de 5 à 110 minutes avec une médiane de 20 minutes. Les figures 56 et 57 représentent les temps passés en fonction d'une réalisation intégrale en une seule fois ou bien par intermittence.

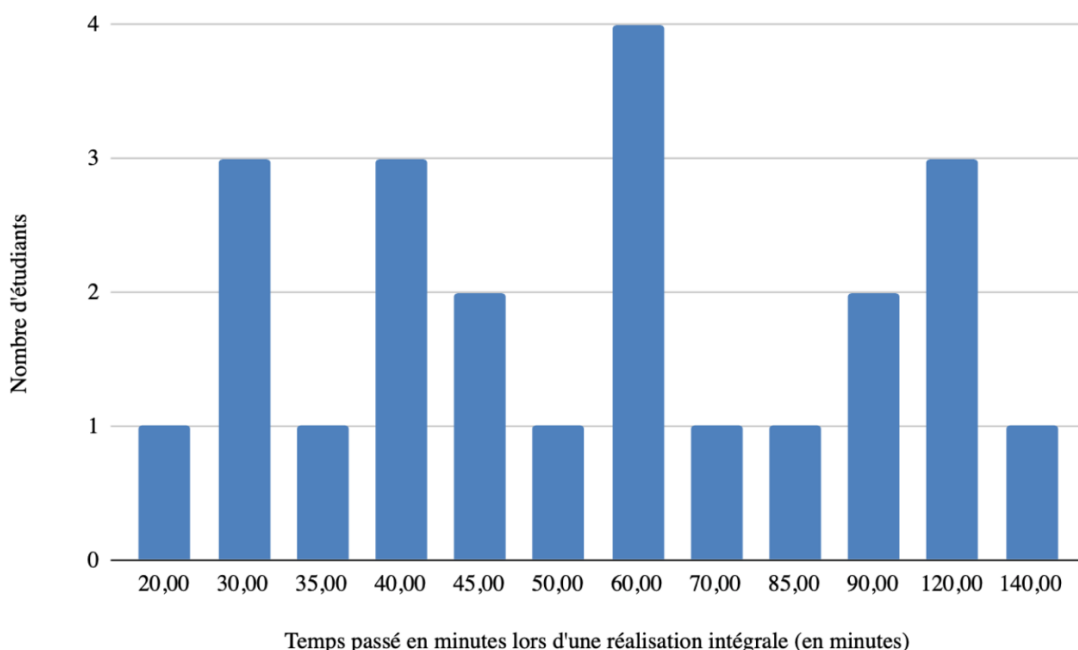


Figure 56 : Temps passé en minutes sur le e-learning lors d'une réalisation intégrale

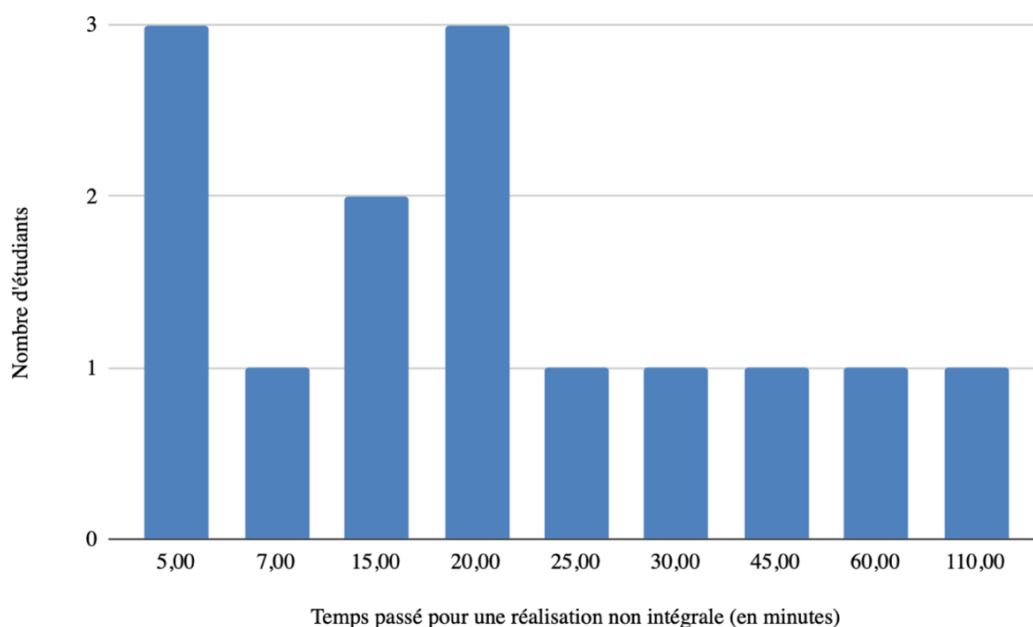


Figure 57 : Temps passé en minutes sur le e-learning lors d'une réalisation intermittente

Globalement, le temps passé par les étudiants est donc majoritairement entre 20 et 50 minutes ce qui est en accord avec le questionnaire de besoin réalisé plus tôt dans ce travail. En effet, les étudiants avaient mentionné l'intérêt d'un outil réalisable en plusieurs temps et au rythme de chacun avec des sous parties n'excédant pas la demi-heure ou bien l'heure. Cet outil semble alors correspondre globalement à la demande, bien que certains y aient consacré un temps assez considérable.

La motivation des étudiants testeurs a d'autre part été testée par leur intérêt quant à une mise à jour des cas cliniques présents en dernière partie de l'outil numérique. En effet, il leur était demandé si une mise à jour des cas était faite s'ils aimeraient réaliser ces nouveaux cas cliniques de façon régulière. A cette question, 88,6% des étudiants se sont montrés intéressés contre seulement 11,4% qui affirment qu'ils ne les réaliseraient pas à nouveau (figure 58).

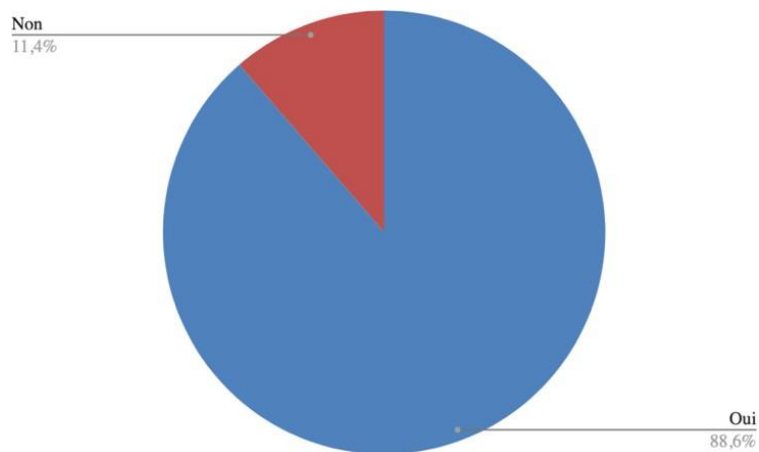


Figure 58 : Intérêt des étudiants pour une mise à jour

4) Conception de l'outil

a. Aspects positifs

- **Prise en main du logiciel et approche pédagogique**

Lors de ce questionnaire il a été demandé aux étudiants testeurs d'évaluer cette fois-ci la forme de l'outil. Cela passe par l'aspect visuel et de prise en main du e-learning mais également par l'approche pédagogique. Afin de faciliter l'analyse de ces sujets, il a été demandé aux étudiants de donner une note pouvant aller de 0 à 20 sur :

- La prise en main du logiciel
- L'approche pédagogique

Pour ce qui est de la prise en main du logiciel, la moyenne des notes obtenues est de 18,45 avec une médiane de 18. En effet, plus de 50 % des étudiants ont attribué une note supérieure à 18 pour cet aspect.

L'approche pédagogique quant à elle a été évaluée à 18,48 de moyenne avec une médiane similaire à 18. Ainsi sur ces deux points, plus de 50% des étudiants testeurs ont accordé une note supérieure à 18.

D'autre part, il leur était demandé s'ils trouvaient l'outil agréable au visuel ce à quoi 100% des apprenants ont répondu que l'outil était esthétique.

- **Adaptation avec différents supports**

L'ensemble des étudiants a apprécié l'adaptation du support aux différents matériels numériques envisageables tels qu'un ordinateur, une tablette ou encore un téléphone portable. Cela permet de pouvoir réaliser le e-learning n'importe où et sans trop de contraintes. Cela n'en est que moins discriminant pour les étudiants qui n'auraient pas d'ordinateur portable mais qui disposeraient d'un smartphone.

- **Originalité des activités**

L'outil proposant divers types d'activités ludiques, il a été demandé aux étudiants testeurs si ces activités faisaient preuve d'originalité, d'en choisir une en particulier ou bien de préciser si cet outil était globalement identique à ceux créés dans les e-learning qu'ils avaient déjà pu réaliser auparavant. Les résultats sont présentés dans la figure suivante (figure 59).

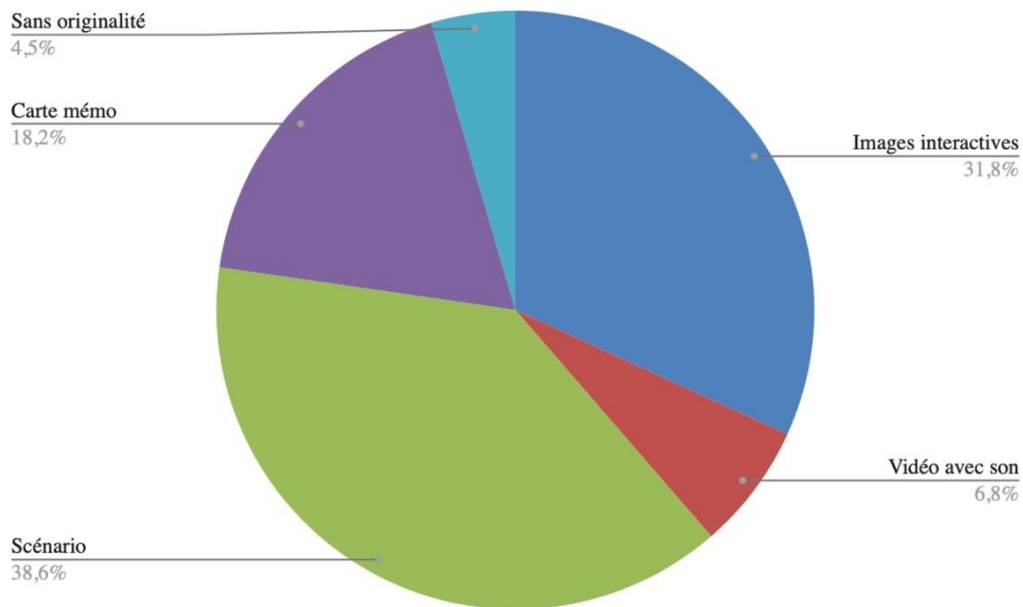


Figure 59 : Avis des étudiants sur l'originalité des activités proposées

Ce graphique met en avant le fait que globalement cet e-learning fait preuve d'originalité dans son approche et que les scénarios proposés à la fin pour les cas cliniques ont été appréciés par les étudiants suivis par les images interactives puis par les cartes mémo. Ce sont ces mêmes scénarios déclarés comme originaux par 38,6% des étudiants qu'il a été proposé d'actualiser avec un intérêt de quasiment 89% des étudiants testeurs.

b. Pistes d'améliorations

- **Aspect pédagogique**

Les différentes questions ouvertes mentionnant des pistes d'amélioration ne sont pas simples d'interprétation statistiquement parlant. En revanche, certaines tendances sont tout de même ressorties.

En effet, 16% des étudiants ayant réalisé le e-learning précisent qu'ils auraient aimé avoir cet outil plus tôt dans leur cursus et notamment avant leur rotation clinique sur le plateau d'anesthésie. Certains précisent qu'il faut le diffuser aux promotions inférieures ayant déjà bénéficié des cours de pathologie cardiaque et d'imagerie cardiaque.

Plusieurs étudiants mentionnent également le besoin d'avoir des e-learning similaires sur l'anesthésie d'animaux atteints d'autres affections telles que les insuffisances rénales et hépatiques ou encore sur des animaux gériatriques ou pédiatriques.

Un nombre assez conséquent d'étudiants trouvent encore que l'outil n'est pas suffisant et y reprochent un manque de fiches à télécharger (surveillance d'anesthésie,

réveil, douleur...), un manque de cours sur l'imagerie (Indice de Buchanan pour la radiographie et activités ludiques en échocardiographie)

Quelques étudiants, peu nombreux trouvent au contraire certaines parties longues et répétitives notamment dans la partie sur les quatre affections cardiaques où certains élèves reprochent la répétition du texte puis des courtes vidéos. Cela peut en effet paraître redondant mais permet différentes approches pédagogiques, libre à chacun de choisir ensuite ce qui lui correspond au mieux.

- **Aspect structurel**

Plusieurs étudiants ayant testé l'outil sur leur smartphone ont eu quelques soucis d'adaptation du format notamment sur les tableaux relativement longs ou sur des images de taille imposante. Cet aspect de forme serait à revoir par la suite.

D'autre part, plusieurs retours ont été faits sur la non inclusion des dossiers des animaux au e-learning et l'obligatoire retour vers la plate-forme Connect. Ce problème avait été anticipé mais malheureusement le logiciel Rise Articulate® ne s'y prête pas.

Un retour qui a également été fait à 3 reprises est le manque de parcimonie dans les réponses possibles des cas cliniques rendant le choix assez simple pour les étudiants. Certaines réponses sont en effet assez détaillées et correspondent aux réponses justes tandis que les autres sont peu décrites et s'apparentent aux réponses fausses guidant un peu trop l'étudiant. Cela sera donc sûrement à nuancer par la suite.

5) Avis qualitatifs

Deux points plutôt qualitatifs me semblaient important à mentionner. En effet, dans le questionnaire d'analyse du e-learning, il était demandé aux étudiants de décrire en quelques mots l'outil. Certains mots ont été mentionnés un nombre de fois assez conséquents.

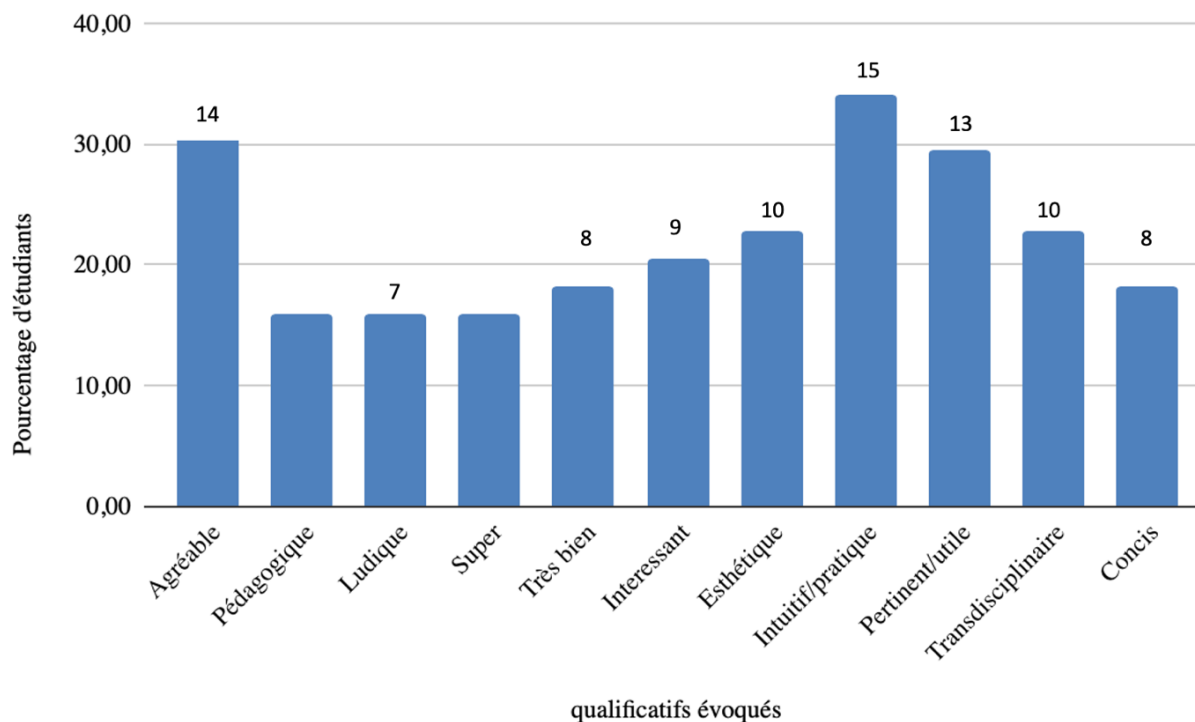


Figure 60 : Pourcentages d'étudiants ayant mentionné les qualificatifs suivants en descriptif du e-learning

Les mots décrits dans le graphique ci-dessus (figure 60) permettent de décrire assez objectivement les retours qui ont été faits par les étudiants testeurs. Une grande majorité s'accorde à dire que cet outil est agréable, intuitif et pertinent mais qu'il est également pédagogique, ludique esthétique et complet.

Certains étudiants se sont même permis des félicitations au sein du questionnaire d'évaluation, ce qui montre une nouvelle fois leur enthousiasme à sa réalisation et ne fait que renforcer la constatation du besoin de cet outil.

C. Bilan du questionnaire

Ce questionnaire permet donc de mettre en avant l'intérêt porté par les étudiants au sujet d'un outil pédagogique sur l'anesthésie des animaux cardiaques. L'outil réalisé leur a semblé agréable, pertinent, pédagogique et ludique tant sur le fond que sur la forme. De plus, cet e-learning a visiblement permis aux étudiants testeurs d'améliorer leur niveau théorique à ce sujet d'après leurs notes d'auto-évaluation. Il reste en revanche, des points d'amélioration notamment sur la forme d'après ces mêmes étudiants notamment sur le support de type smartphone ou encore sur le fait de naviguer de Connect® à Rise®.

CONCLUSION

L'anesthésie d'un animal cardiaque est un thème qui n'est peu voire pas abordé dans les quelques heures d'anesthésiologie dispensées pendant le cursus vétérinaire théorique. En effet, les étudiants vétérinaires se retrouvent confrontés à cela tardivement en clinique au CHUV ou malheureusement une fois diplômés et en poste dans une clinique. Ainsi, l'idée de créer un outil pédagogique numérique sur ce sujet s'est finalement avérée être un réel besoin aux vues des lacunes décrites sur le terrain et de par les auto-évaluations des étudiants à ce sujet.

La création de l'outil s'est faite après l'étude d'un questionnaire à destination des étudiants afin de cerner l'envie et le besoin d'une telle formation. Il était important que la construction se fasse en accord avec les demandes des futurs utilisateurs et en synergie avec le travail des ingénieurs pédagogiques. Ainsi, le e-learning a été créé avec un accès possible par intermittence et sur des courts temps de 25 minutes au maximum. De plus, il a été créé de façon esthétique et ludique afin de motiver l'ensemble des étudiants à s'approprier ce thème. Il y décrit les rappels anatomiques cardiaques jusqu'à la simulation de cas cliniques réels en passant par toutes les étapes du diagnostic de la maladie ou encore les étapes de l'anesthésie et les molécules adéquates aux animaux souffrant d'une maladie cardiaque.

Ce travail n'étant qu'une phase de test de l'outil, une évaluation a été faite par les 44 étudiants l'ayant testé et cela semble globalement répondre aux attentes fixées par ces mêmes étudiants. En effet, ces-derniers soulignent la pédagogie et le visuel agréable du e-learning tout en précisant être nettement plus à l'aise sur les 4 maladies cardiaques évoquées et leur gestion anesthésique. Cependant, les étudiants volontaires sont majoritairement des étudiants préalablement intéressés par le sujet et donc pouvant créer un biais dans ces résultats. Il conviendrait d'étendre la cohorte de testeurs afin d'obtenir un avis plus représentatif bien qu'une tendance se soit dessinée.

Bien que cet outil numérique ait su satisfaire les étudiants qui ont pu le découvrir, il conviendrait d'y apporter des modifications qui ont été signalées dans l'analyse faite par les utilisateurs même si cela a déjà été partiellement réalisé. De plus, afin que cet outil soit pérenne dans le temps, il faudrait lui apporter les mises à jour nécessaires pour que les étudiants les plus motivés puissent s'entraîner sur les simulations de cas de façon régulière.

BIBLIOGRAPHIE

- Abbott, Jonathan A. 2010. « Feline Hypertrophic Cardiomyopathy: An Update ». *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 40 (4): 685-700. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.04.004>.
- Abbott, Jonathan A., Virginia Luis Fuentes, Larry P. Tilley, et Richard D. Kienle. 2008. *Manual of Canine and Feline Cardiology*. 4ème édition. <https://www.vitalsource.com/products/manual-of-canine-and-feline-cardiology-larry-p-tilley-v9781416023982>.
- Alkozei, Anna, Ryan Smith, Derek A. Pisner, John R. Vanuk, Sarah M. Berryhill, Andrew Fridman, Bradley R. Shane, Sara A. Knight, et William D.S. Killgore. « Exposure to Blue Light Increases Subsequent Functional Activation of the Prefrontal Cortex During Performance of a Working Memory Task ». *Sleep* 39, n° 9 (1 septembre 2016): 1671-80. <https://doi.org/10.5665/sleep.6090>.
- Borgarelli, Michele, et James W. Buchanan. 2012. « Historical Review, Epidemiology and Natural History of Degenerative Mitral Valve Disease ». *Journal of Veterinary Cardiology* 14 (1): 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2012.01.011>.
- Brodbelt, David C., Karen J. Blissitt, Richard A. Hammond, Prue J. Neath, Lestey E. Young, Dirk U. Pfeiffer, et James L. N. Wood. 2008. « The Risk of Death: The Confidential Enquiry into Perioperative Small Animal Fatalities ». *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 35 (5): 365-73. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2008.00397.x>.
- Bussadori, C., C. Amberger, G. Le Bobinnec, et C. W. Lombard. 2000. « Guidelines for the Echocardiographic Studies of Suspected Subaortic and Pulmonic Stenosis ». *Journal of Veterinary Cardiology* 2 (2): 15-22. [https://doi.org/10.1016/S1760-2734\(06\)70007-8](https://doi.org/10.1016/S1760-2734(06)70007-8).
- Chan, Edward D., Mallory M. Chan, et Michael M. Chan. 2013. « Pulse Oximetry: Understanding Its Basic Principles Facilitates Appreciation of Its Limitations ». *Respiratory Medicine* 107 (6): 789-99. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.02.004>.
- Chumley-Jones, Heidi S., Alison Dobbie, et Cynthia L. Alford. « Web-Based Learning: Sound Educational Method or Hype? A Review of the Evaluation Literature ». *Academic Medicine* 77, n° Supplement (octobre 2002): S86-93. <https://doi.org/10.1097/00001888-200210001-00028>.
- Commission de la Communauté européenne. 2000. « Communication de la Commission - eLearning - Penser l'éducation de demain ».
- Congdon, Jonathan M. 2022. « Cardiovascular Disease ». In *Canine and Feline Anesthesia and Co-Existing Disease*, 1-85. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119604075.ch1>.
- Cook, David A, et Denise M Dupras. 2004. « A Practical Guide To Developing Effective Web-based Learning ». *Journal of General Internal Medicine* 19 (6): 698-707. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2004.30029.x>.
- Ettinger, Stephen, J. 2017. *Textbook of Veterinary Internal Medicine. Diseases of the dog and the cat. Volume 2. Vol. 2.*
- Fletcher, Daniel J., Manuel Boller, Benjamin M. Brainard, Steven C. Haskins, Kate Hopper, Maureen A. McMichael, Elizabeth A. Rozanski, John E. Rush, et Sean D. Smarick. 2012. « RECOVER Evidence and Knowledge Gap Analysis on Veterinary CPR. Part


- 7: Clinical Guidelines ». *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 22 (s1): S102-31. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2012.00757.x>.
- Franks, N P, et W R Lieb. 1990. « Mechanisms of general anesthesia. » *Environmental Health Perspectives* 87 (juillet): 199-205.
- Gaudillere, P. 2000. « La sténose sous-aortique chez le boxer : étude et définition de critères épidémiologiques ». s.l.: sl.
- Ghirardini, Beatrice. 2011. *Méthologies pour le développement de cours e-learning: Un guide pour concevoir et élaborer des cours d'apprentissage numérique*. <http://www.fao.org/docrep/015/i2516f/i2516f.pdf>.
- Golchai, Behrooz, Nima Nazari, Fereshteh Hassani, et Mohamad Hadi Bahadori. « Computer-Based E-Teaching (Virtual Medical Teaching) or Traditional Teaching: A Comparison Between Medical and Dentistry Students ». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 47 (2012): 2080-83. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.952>.
- Grimm, Kurt A., Leigh A. Lamont, William J. Tranquilli, Stephen A. Greene, et Sheilah A. Robertson, éd. 2015. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Fifth edition. Ames, Iowa: Wiley Blackwell.
- Haute Autorité de Santé. « E-learning. Guide de conception de formation ouverte et à distance (FOAD) dans le monde de la santé ». En ligne, 2015. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-09/guide_e-learning_rapport_complet.pdf.
- Hoehne, Sabrina N., Steven E. Epstein, et Kate Hopper. 2019. « Prospective Evaluation of Cardiopulmonary Resuscitation Performed in Dogs and Cats According to the RECOVER Guidelines. Part 1: Prognostic Factors According to Utstein-Style Reporting ». *Frontiers in Veterinary Science* 6 (novembre): 384. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00384>.
- Höllmer, M., J. L. Willesen, A. T. Jensen, et J. Koch. 2008. « Aortic Stenosis in the Dogue de Bordeaux ». *Journal of Small Animal Practice* 49 (9): 432-37. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2008.00569.x>.
- Hopper, Kate, Steven E. Epstein, Daniel J. Fletcher, Manuel Boller, et the RECOVER Basic Life Support Domain Worksheet Authors. 2012. « RECOVER Evidence and Knowledge Gap Analysis on Veterinary CPR. Part 3: Basic Life Support: RECOVER Basic Life Support ». *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 22 (s1): S26-43. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2012.00753.x>.
- Junot, Stéphane, et Gwenola Touzot-Jourde. 2015. *Guide pratique d'anesthésie du chien et du chat*. Editions Med'com.
- Kienle, Richard D., William P. Thomas, et Paul D. Pion. 1994. « The Natural Clinical History of Canine Congenital Subaortic Stenosis ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 8 (6): 423-31. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1994.tb03262.x>.
- Lamont, Leigh A., Barret J. Bulmer, David D. Sisson, Kurt A. Grimm, et William J. Tranquilli. 2002. « Doppler Echocardiographic Effects of Medetomidine on Dynamic Left Ventricular Outflow Tract Obstruction in Cats ». *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221 (9): 1276-81. <https://doi.org/10.2460/javma.2002.221.1276>.
- Lubos, Lesley C. « The Role of Colors in Stress Reduction ». *Liceo Journal of Higher Education Research* 5, n° 2 (30 décembre 2008). <https://doi.org/10.7828/ljher.v5i2.39>.

- Luis Fuentes, Virginia, Jonathan Abbott, Valérie Chetboul, Etienne Côté, Philip R. Fox, Jens Häggström, Mark D. Kittleson, Karsten Schober, et Joshua A. Stern. 2020. « ACVIM Consensus Statement Guidelines for the Classification, Diagnosis, and Management of Cardiomyopathies in Cats ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34 (3): 1062-77. <https://doi.org/10.1111/jvim.15745>.
- Luis Fuentes, Virginia, et Lois J. Wilkie. 2017. « Asymptomatic Hypertrophic Cardiomyopathy ». *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 47 (5): 1041-54. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.05.002>.
- « Manuel MSD ». s. d. Édition professionnelle du Manuel MSD. Consulté le 17 novembre 2021. <https://www.msmanuals.com/fr/professional/SearchResults?query=+starling>.
- McKimm, J. « ABC of Learning and Teaching: Web Based Learning ». *BMJ* 326, n° 7394 (19 avril 2003): 870-73. <https://doi.org/10.1136/bmj.326.7394.870>.
- Miller, M. S. rft au. 1995. *Manual of canine and feline cardiology*. Saunders.
- Miller, M. S., et Larry P. Tilley. 1985. *Manual of Canine and Feline Cardiology*. Second Edition.
- Mohd Azmi, Nor Amira Syahira, Norsham Juliana, Sahar Azmani, Nadia Mohd Effendy, Izuddin Fahmy Abu, Nur Islami Mohd Fahmi Teng, et Srijit Das. 2021. « Cortisol on Circadian Rhythm and Its Effect on Cardiovascular System ». *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (2): 676. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020676>.
- Pagel, P. S., J. P. Kampine, W. T. Schmeling, et D. C. Warltier. 1992. « Ketamine Depresses Myocardial Contractility as Evaluated by the Preload Recrutable Stroke Work Relationship in Chronically Instrumented Dogs with Autonomic Nervous System Blockade ». *Anesthesiology* 76 (4): 564-72. <https://doi.org/10.1097/0000542-199204000-00013>.
- Pascoe, P. J., J. E. Ilkiw, S. C. Haskins, et J. D. Patz. 1992. « Cardiopulmonary Effects of Etomidate in Hypovolemic Dogs ». *American Journal of Veterinary Research* 53 (11): 2178-82.
- Patschke, D., J. B. Brückner, J. W. Gethmann, J. Tarnow, et A. Weymar. 1975. « [The effect of ketamine on haemodynamics and myocardial oxygen consumption in anaesthetized dogs (author's transl)] ». *Praktische Anasthesie, Wiederbelebung Und Intensivtherapie* 10 (6): 325-34.
- Payne, Jessie Rose, David Charles Brodbelt, et Virginia Luis Fuentes. 2015. « Cardiomyopathy Prevalence in 780 Apparently Healthy Cats in Rehoming Centres (the CatScan Study) ». *Journal of Veterinary Cardiology* 17 (décembre): S244-57. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.03.008>.
- Pedersen, H. D., null Kristensen Bø, B. Nørby, et K. A. Lorentzen. 1996. « Echocardiographic Study of Mitral Valve Prolapse in Dachshunds ». *Zentralblatt Fur Veterinarmedizin. Reihe A* 43 (2): 103-10. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1996.tb00433.x>.
- Ruiz, Jorge G., Michael J. Mintzer, et Rosanne M. Leipzig. « The Impact of E-Learning in Medical Education ». *Academic Medicine* 81, n° 3 (mars 2006): 207-12.
- Sassi, Roxane. 2020. « Etat actuel des connaissances et des pratiques de la réanimation cardiopulmonaire et cérébrale chez les carnivores domestiques: étude bibliographique et étude des cas d'arrêt cardiorespiratoire du centre d'urgence et de soins intensifs, le SIAMU, VetAgro Sup ». VETAGRO SUP, CAMPUS VETERINAIRE DE LYON.

- Trehiou-Sechi, E., R. Tissier, V. Gouni, C. Misbach, A.M.P. Petit, D. Balouka, C. Carlos Sampedrano, M. Castagnet, J.-L. Pouchelon, et V. Chetboul. 2012. « Comparative Echocardiographic and Clinical Features of Hypertrophic Cardiomyopathy in 5 Breeds of Cats: A Retrospective Analysis of 344 Cases (2001-2011) ». *Journal of Veterinary Internal Medicine* 26 (3): 532-41. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00906.x>.
- Wess, G., O. Domenech, J. Dukes-McEwan, J. Häggström, et S. Gordon. 2017. « European Society of Veterinary Cardiology Screening Guidelines for Dilated Cardiomyopathy in Doberman Pinschers ». *Journal of Veterinary Cardiology* 19 (5): 405-15. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2017.08.006>.
- Whitney, J. G. 1974. « Observations on the Effect of Age on the Severity of Heart Valve Lesions in the Dog ». *Journal of Small Animal Practice* 15 (8): 511-22. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1974.tb06529.x>.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Grille d'évaluation de la douleur 4A VET

 ÉVALUATION CLINIQUE DE LA DOULEUR		Date et heure				
		h	h	h	h	
Identification : _____ _____						
Appréciation globale subjective	Pas de douleur	0	0	0	0	
		1	1	1	1	
		2	2	2	2	
	Douleur intolérable	3	3	3	3	
Attitude générale	Parmi les symptômes suivants : • présente des modifications respiratoires • gémir • vousse le dos • reste figé en position antalgique • s'agit ou est abattu • perd l'appétit • regarde, mordille ou lèche la zone opératoire • boite, se déplace difficilement ou est réticent à se déplacer - aucun signe présent - 1 seul présent - 2 à 4 présents - 5 à 8 présents	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 1 2 3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 1 2 3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 1 2 3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 1 2 3	
	Comportement interactif	Est attentif et répond aux caresses, à la voix	0	0	0	0
		Répond timidement	1	1	1	1
		Ne répond pas immédiatement	2	2	2	2
Ne répond pas ou répond de façon agressive		3	3	3	3	
Fréquence cardiaque valeur initiale <input type="text"/>	< 10% augmentation	0	0	0	0	
	11-30% augmentation	1	1	1	1	
	31-51% augmentation	2	2	2	2	
	> 50% augmentation	3	3	3	3	
Réaction à la manipulation de la zone opératoire	Pas de réaction visible ou audible	0	0	0	0	
	- après 4 manipulations					
	Réaction(s) visible(s) ou audible(s)	1	1	1	1	
	- à la 4 ^e manipulation	2	2	2	2	
- à la 2 ^e et 3 ^e manipulation	3	3	3	3		
- à la 1 ^e manipulation ou non évaluable						
Intensité de cette réaction	Aucune réponse	0	0	0	0	
	Répond faiblement, essaye de se soustraire	1	1	1	1	
	Tourne la tête ou vocalise	2	2	2	2	
	Tente de fuir ou d'agresser ou non évaluable	3	3	3	3	
SCORE TOTAL	1 à 5 : douleur légère					
	6 à 10 : douleur modérée 11 à 18 : douleur sévère					
TRAITEMENT						

Pétron-Bas Besseli Communication Santé - 015346 - Avril 2011

ANNEXE 2 : Aperçus divers de l'outil numérique

Anesthésie des animaux cardiaques

COMMENCER LE MODULE

Cet outil a pour but de venir compléter les cours d'anesthésie dispensés dans notre cursus. En effet, vous pourrez y retrouver des rappels de cours, des exercices simples et ludiques ainsi que des simulations tirés de cas cliniques réels rencontrés sur le plateau d'anesthésie du CHUV d'ONIRIS. Le but étant de développer un sens critique et une autonomie sur des anesthésies d'animaux cardiaques.

Les différents modules de ce e-learning peuvent être réalisés de façon indépendante, ou non, suivant le besoin. Chaque partie ne dépasse pas les 30 minutes comme cela avait été demandé lors du questionnaire sur l'analyse du besoin des étudiants.

RAPPELS

- Le cœur (Rappels (Temps: 30 minutes))
- 4 grandes affections cardiaques (Temps: 25 minutes)

EXAMENS EN ANESTHÉSIOLOGIE ET ANESTHÉSIE

- Examen pré-anesthésique (Temps: 30 minutes)
- Pré-médication (Temps: 10 minutes)
- Induction (Temps: 10 minutes)

le cœur : Rappels (Temps: 10 minutes)

Cœur normal

ET L'HEMODYNAMIQUE ALORS ?

Dynamique cardiaque

Afin de comprendre les effets anesthésiques sur le fonctionnement cardiaque, il est impératif d'en comprendre le fonctionnement physiologique. N'hésitez pas à revenir sur cette partie de rappel aussi souvent que nécessaire afin de bien cerner les objectifs anesthésiques par la suite.

CARDIAC CYCLE

Diastole et Systole

La diastole permet le remplissage des ventricules depuis les deux oreillettes par ouverture des valves atrio-ventriculaires et fermetures des sigmoïdes. La systole, permet quant à elle l'éjection du sang oxygéné dans le système artériel.

La pré-charge correspond au volume présent dans le ventricule à la fin de la diastole. Elle dépend des facteurs suivants :

- Retour veineux
 - Volume circulant
 - Compléance compartiment veineux
 - Pression intra-thoracique
 - Pression intra-abdominale
 - Débit cardiaque
- Compléance du ventricule et du péricarde

La post-charge correspond à la force s'opposant à l'éjection du ventricule en systole. Elle dépend des facteurs suivants :

Circulation du sang durant la diastole / Circulation du sang durant la systole

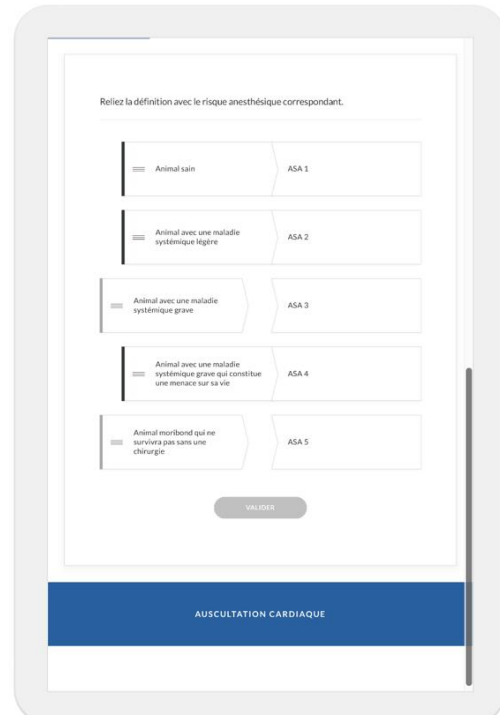
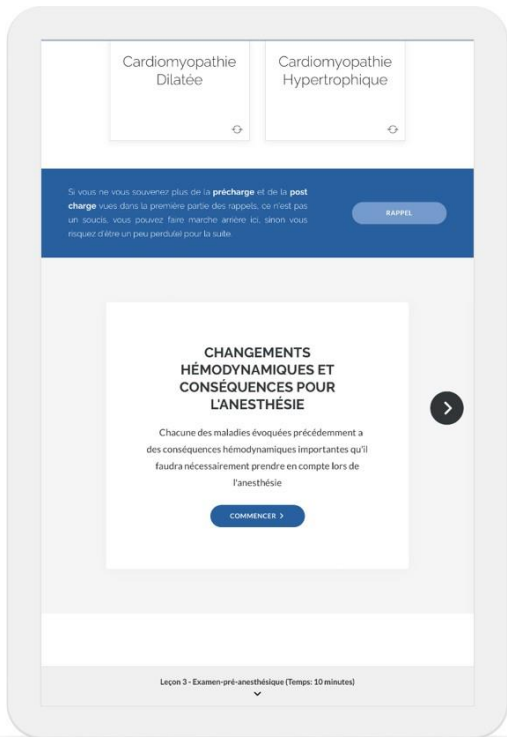
Afin d'y voir plus clair, classez chaque maladie dans la catégorie correspondante. Effectuez un glisser/déposer pour déplacer les étiquettes

Sténose aortique

Cardiomyopathie Hypertrophique

Cardiomyopathies / Valvulopathies

ACQUIS OU CONGÉNITAL ?



Présence d'un thrill
 Présence d'un souffle

VALIDER

MVDM

Clapet pour retourner

Gauche
Basal
Systolique
Crescendo-
Decrescendo

Gauche
Apexien
Systolique

CMD

CONTINUER

L'un des principaux examens complémentaires dans le diagnostic ou le suivi d'une maladie cardiaque est l'échocardiographie. Voici quelques images, à vous de retrouver de quelle maladie il s'agit.

Source des images échocardiographiques: Fox, Philip R. 1988. Canine and feline cardiology. CHURCHILL LIVINGSTONE INC.

MVDM

Vue grand axe parasternale droite d'une hypertrophie auriculaire gauche suivie chez un chien atteint d'une maladie valvulaire mitrale. La flèche met en évidence le prolapsus du feuillet antérieur de la valve mitrale.



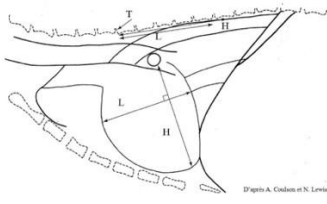


Sténose sous aortique

Sténose sous aortique suivie chez un Golden Retriever de 4 ans. Deux critères de tissu hyperéchogène sont présentes à la base de la valve aortique (flèches). Le VG est hypertrophié, avec une surtension endocardique hyperéchogène.

ET MAINTENANT... LA RADIOGRAPHIE

La radiographie peut également servir d'examen complémentaire, notamment afin d'avoir un aperçu de la taille du coeur ou de ses vaisseaux. En effet, l'indice de ... permet d'objectiver la taille du coeur sur une radiographie de thorax.



D'après A. Caduac et N. Lévêq

Tapez votre réponse ici

VALIDER

FILE **Arbre décisionnel à l'anesthésie des animaux cardiaques.png** 3739 KB

Leçon 4 - Prémédication (Temps : 10 minutes)

Leçon 4 sur 15

Prémédication (Temps : 10 minutes)

D'après vous quels sont les différents objectifs d'une prémédication ? (Plusieurs réponses possibles)

- Gérer le stress de l'animal
- Réduire les doses d'anesthésiques généraux
- Réaliser un examen clinique
- Gérer l'analgésie précocement
- Réaliser des mesures de réanimation
 - Préoxygénation
 - Fluidothérapie
- Obtenir une perte de conscience de l'animal

VALIDER

VALIDER

Diminuer le stress de l'animal

Réduire doses anesthésiques généraux

Mettre en place analgésie préventive

Initier mesures de réanimation simple

Schéma physiopathologique du stress

Afin d'éviter des variations des constantes cardiopulmonaires, il est donc important de gérer précocement et convenablement le stress des animaux cardiaques qui vont subir une anesthésie.

Cela passe notamment par une attitude "pet friendly" ou par l'administration de molécules relaxantes comme les benzodiazépines ou l'acépromazine.

CONTINUER

Schéma physiopathologique du stress

cardiopulmonaires, il est donc important de gérer précocement et convenablement le stress des animaux cardiaques qui vont subir une anesthésie.

Cela passe notamment par une attitude "pet friendly" ou par l'administration de molécules relaxantes comme les benzodiazépines ou l'acépromazine.

Schéma physiopathologique de la douleur

Lors de douleur que ce soit sur un animal vigile ou anesthésié, on note une stimulation du système nerveux sympathique pouvant entraîner une augmentation de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire ainsi qu'une hypertension artérielle. Ainsi il est important de gérer la douleur précocement et même de façon préventive afin de limiter toute perturbation du système cardiorespiratoire.

LES MOLECULES

Schéma physiopathologique de la douleur

important de gérer la douleur précocement et même de façon préventive afin de limiter toute perturbation du système cardiorespiratoire.

Cliquez sur les molécules que vous pensez pouvoir utiliser pour un animal cardiaque lors d'une prémédication et découvrez leurs effets sur le système cardiovasculaire.

PRÉMÉDICATION

Acépromazine

Midéтомidine

Midazolam

Dexmédétomidine

Diazépam

ANALGÉSIE

Morphine

Buprénorphine

Fentanyl

Méthadone

Butorphanol

PDF
FICHE PRÉMÉDICATION DE L'ANIMAL CARDIAQUE.pdf
54.2 KB
↓

Leçon 5 - Induction (Temps: 10 minutes)

Leçon 5 sur 15

Induction (Temps: 10 minutes)

D'après vous, quels sont les principaux objectifs de l'induction ? (Plusieurs réponses possibles)

- Poser un cathéter veineux
- obtenir une perte de conscience
- Prodiger une analgésie correcte
- Intuber l'animal

VALIDER

MAIS AVEC QUELLES MOLECULES ?

Leçon 5 - Induction (Temps: 10 minutes)

Leçon 6 sur 15

Relai (Temps: 5 minutes)

Interêt

L'entretien lors d'une anesthésie permet de **maintenir une myorelaxation, une perte de conscience** ainsi qu'une **analésie** tout au long de l'acte chirurgical ou du soin. Il peut se faire dans la continuité de l'induction, par **voie injectable** ou bien, par **voie gazeuse**. Cette dernière alternative est à privilégier lorsque l'acte médical à dispenser dépasse une heure ou lorsque l'état général de l'animal l'impose.

En effet, l'inconvénient majeur de la voie injectable étant son effet "en dent de scie" et le risque d'**effet cumulatif** de certaines molécules. Dans le cas des animaux cardiaques, il est vivement conseillé d'utiliser un entretien/relai gazeux.

Molécules

Les molécules permettant l'entretien d'une anesthésie sont essentiellement des gaz halogénés. Les plus courants sont l'isoflurane et le sévoflurane. Ces deux gaz bien que très similaires présentent quelques différences présentées dans le tableau suivant

	Indications	Effets cliniques	Effets secondaires
		<ul style="list-style-type: none"> • Perte de conscience • Faible myorelaxation 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de conscience
		<ul style="list-style-type: none"> • Dépression, vasodilatation et 	


CONTINUER

Leçon 7 sur 15

Surveillance d'anesthésie (10 minutes)

Le monitoring

Le monitoring durant une anesthésie est primordial d'autant plus quand il s'agit d'animaux potentiellement à risque. Un monitoring complet comprend : un **électrocardiogramme permanent**, un **tensiomètre (Doppler, oscillomètre)**, un **capnographe** ainsi que des **examens cliniques fréquents** afin d'observer des potentiels signes cliniques de réveil ou de douleur.



CONTINUE

Il convient donc de les **retirer de façon progressive** afin d'**accompagner au mieux l'animal** dans sa phase de réveil. Le réveil comprend donc plusieurs étapes étalées dans le temps. La première étape étant celle de **diminuer la quantité de gaz anesthésiques volatils** distribués une fois la partie la plus douloureuse de la chirurgie passée. Une fois la chirurgie réellement terminée, il convient d'**arrêter les gaz anesthésiques** et de **laisser quelques minutes l'oxygène** afin d'éviter une hypoxémie au réveil. Les différentes étapes du réveil sont ensuite à réaliser toujours dans le même ordre et de façon protocolaire suivant la figure qui suit.

Les différentes étapes de réveil

- Couper gaz anesthésique
- Vérifier constantes de l'animal
- Vider le ballon
- Débrancher l'animal

VALIDER

CONTINUER

Un peu de devinette...

Devinez les différents paramètres auxquels il faut veiller lors de la phase de réveil d'autant plus chez des animaux cardiaques dont la fonction cardiovasculaire doit rester la plus stable possible.

Si j'augmente, je vais favoriser des décharges des catécholamines et donc faire augmenter la FC, la PA ainsi que les RPT. Je disparaîs quand je suis dans un endroit calme. Qui suis-je ?

2 sur 3

Leçon 9 - Réanimations simple et cardio-pulmonaire (Temps 10 minutes)

Leçon 9 sur 15

Réanimations simple et cardio-pulmonaire (Temps 10 minutes)

Réanimation simple et préventive

Afin d'éviter la réanimation cardio-pulmonaire au sens propre, plusieurs aspects préventifs permettent de diminuer le risque d'y parvenir.

- Une **bonne pré-oxygénation**, celle-ci peut même débuter avant la prémédication
- Une **fluidothérapie** adaptée au besoin de l'animal cardiaque
- Un **protocole anesthésique adapté** à la fonction cardiaque déjà défaillante
- Une **bonne analgésie** afin de ne pas solliciter le cœur et provoquer des variations brutales de son activité
- Un **support médicamenteux préalable** suivant la maladie cardiaque
- Une **bonne gestion de la température corporelle**
- Des **procédures chirurgicales raffinées**

REANIMATION CARDIO-PULMONAIRE

D'après vous, quel est le taux de réussite d'une réanimation cardio-pulmonaire lorsqu'elle suit une anesthésie ?

3%


5%

10%

15%

VALIDER

La réanimation cardio-pulmonaire en 6 étapes



➔

VALIDER

Étape 2

B: Breathing

Cette étape passe par deux mécanismes de supplémentation qui sont l'apport d'air saturé en oxygène (si possible 100%) ainsi que par des mouvements respiratoires réguliers et suffisants pour fournir une oxygénation suffisante aux organes. On considère qu'il faut 10 mouvements respiratoires par minute pour un animal de compagnie (chien ou chat). Il faut cependant veiller à ne pas dépasser les 20 cm de H₂O. En effet, une pression supérieure à celle-ci sur des animaux de compagnie, provoque une augmentation de la pression intra-thoracique ce qui comprime les veines caves et engendre donc une diminution de la précharge et par conséquent du débit cardiaque.

1 2 3 4 5 6 ✓

Leçon 10 - Présentation des cas cliniques

Leçon 10 sur 15

Présentation des cas cliniques

Présentation des simulations de cas cliniques

Les 4 exercices qui vont suivre, sont des simulation de cas cliniques dans lesquels vous allez réfléchir depuis la réception de l'animal en pré-consultation jusqu'à son réveil sur le plateau d'anesthésie, tout cela en passant par la salle d'examen complémentaires. Cela vous permettra d'avoir une vision d'ensemble de la gestion de l'anesthésie d'un animal cardiaque. Pour vous aider, vous aurez accès à une plateforme sur laquelle se situe les dossiers des différents animaux et des documents vous permettant de gérer seul et en autonomie ces cas parfois un peu compliqués. En espérant que cela vous serve dans vos vies futures de vétérinaires et d'anesthésistes.

Lien de la plateforme: [ici](#)

Vous aurez également accès au lien dès que le besoin de regarder un dossier se présente. Etant restreinte par un nombre de caractère limité dans les scénario, beaucoup d'abréviations y figurent. Vous retrouverez une liste des abréviations sur cette plateforme également.

N'hésitez pas à prendre des notes sur certaines informations du scénario car vous ne pourrez pas faire marche arrière au cours de la simulation.

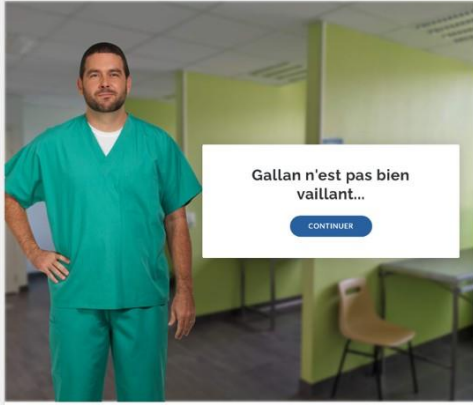
A la fin de ces simulations, vous devriez pouvoir anesthésier tout animal présentant une des maladies cardiaques étudiées avant. Ainsi, des fiches récapitulatives sont téléchargeables à la fin de chaque simulation.

A vous de jouer Docteur !

Cas clinique 1 (Temps : 25 minutes)

Cas clinique n°1

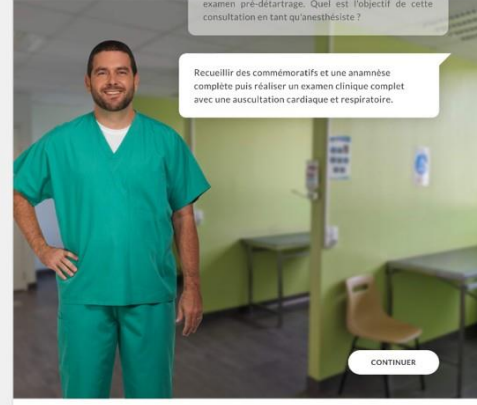
Dans cette simulation de cas clinique, vous aurez à faire à un cas réellement rencontré sur le plateau d'anesthésie du CHUV Oniris, le temps de simulation étant estimé à 30 minutes environ, il n'était pas possible d'y inclure des éléments théoriques. Vous retrouverez donc ces éléments dans le fichier téléchargeable en dessous de la simulation. Ainsi vous pourrez garder cette "Fiche rappel sur l'anesthésie d'un animal atteint de..."



Cas clinique 1 (Temps : 25 minutes)

Cas clinique n°1

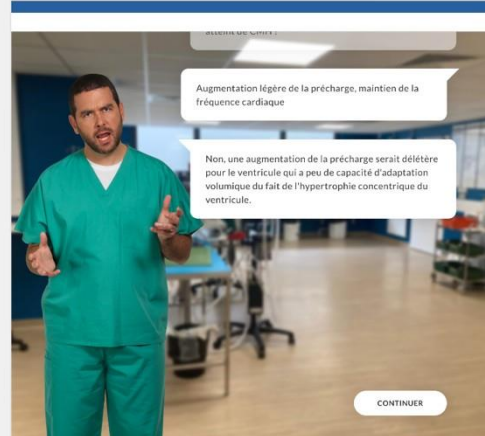
Dans cette simulation de cas clinique, vous aurez à faire à un cas réellement rencontré sur le plateau d'anesthésie du CHUV Oniris, le temps de simulation étant estimé à 30 minutes environ, il n'était pas possible d'y inclure des éléments théoriques. Vous retrouverez donc ces éléments dans le fichier téléchargeable en dessous de la simulation. Ainsi vous pourrez garder cette "Fiche rappel sur l'anesthésie d'un animal atteint de..."



Cas clinique 1 (Temps : 25 minutes)

Cas clinique n°1

Dans cette simulation de cas clinique, vous aurez à faire à un cas réellement rencontré sur le plateau d'anesthésie du CHUV Oniris, le temps de simulation étant estimé à 30 minutes environ, il n'était pas possible d'y inclure des éléments théoriques. Vous retrouverez donc ces éléments dans le fichier téléchargeable en dessous de la simulation. Ainsi vous pourrez garder cette "Fiche rappel sur l'anesthésie d'un animal atteint de..."



PROTOCOLE N°1	+
PROTOCOLE N°2	+
PROTOCOLE N°3	+

Cas clinique n°3

Dans cette simulation de cas clinique, vous aurez à faire à un cas réellement rencontré sur le plateau d'anesthésie du CHUV Oniris, le temps de simulation étant estimé à 30 minutes environ, il n'était pas possible d'y inclure des éléments théoriques. Vous retrouverez donc ces éléments dans le fichier téléchargeable en dessous de la simulation. Ainsi vous pourrez garder cette "Fiche rappel sur l'anesthésie d'un animal atteint de..."

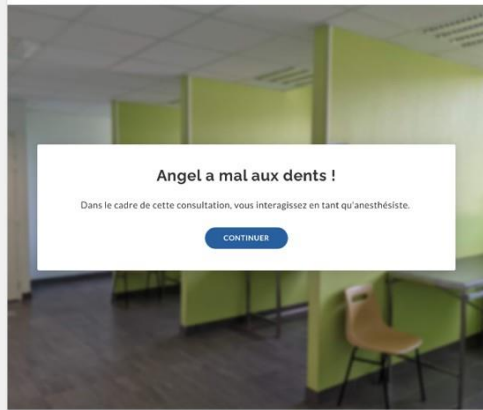


PDF Fiche anesthésie CMD.pdf
728,5 KB



Cas clinique n°4

Dans cette simulation de cas clinique, vous aurez à faire à un cas réellement rencontré sur le plateau d'anesthésie du CHUV Oniris, le temps de simulation étant estimé à 30 minutes environ, il n'était pas possible d'y inclure des éléments théoriques. Vous retrouverez donc ces éléments dans le fichier téléchargeable en dessous de la simulation. Ainsi vous pourrez garder cette "Fiche rappel sur l'anesthésie d'un animal atteint de..."



PDF Fiche anesthésie sténose aortique.pdf
727,6 KB



Leçon 15 sur 15

Fin du e-learning

Merci à tous d'être arrivés au bout de cet outil.

Afin de m'aider au mieux, merci de remplir l'évaluation de l'e-learning sur la page

Connect.

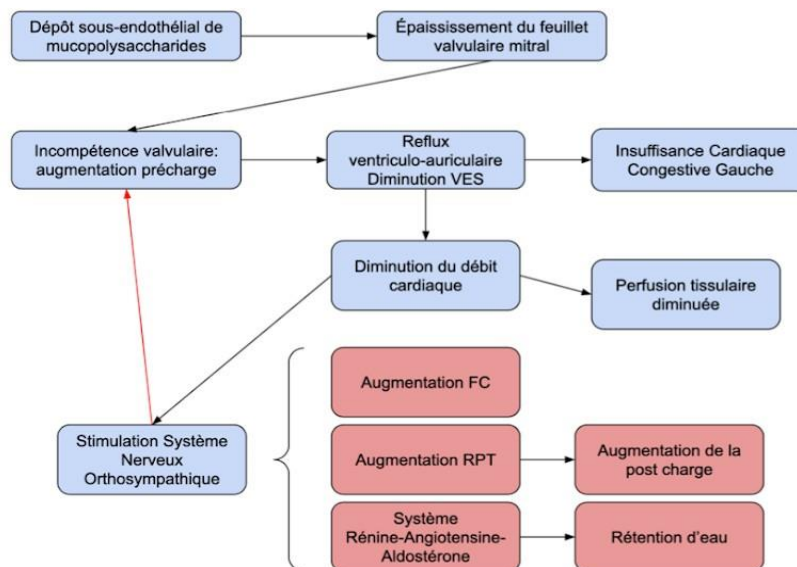
Cela ne prendra que quelques minutes (☺).



ANNEXE 3 : Fiche anesthésie d'un animal atteint de MVDM

ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL SOUFFRANT DE MVDM

1. Physiopathologie de la maladie



2. Objectifs d'anesthésie

- Maintenir une précharge stable. Une légère diminution peut même être bénéfique, évitant une dilatation de l'anneau mitral et donc des régurgitations plus importantes.
- Éviter toute hausse de la postcharge, le DC étant déjà diminué. Une légère diminution de la post charge peut même être favorable et permettre une augmentation du DC.
- La FC doit être maintenue stable à légèrement augmentée, permettant une diminution légère de la précharge. bradycardie serait à l'inverse délétère car la diminution de la FC contribue à augmenter la portion régurgitée du VES.

3. Effets des principaux traitements sur le système cardiovasculaire

Classe de molécules	Molécule	Effets sur le système cardiorespiratoire
Diurétiques	Furosémide	<ul style="list-style-type: none">• Hypokaliémie → Tachyarythmies• Prédispose à la toxicité de la digoxine• Déshydratation• Hypotension• Diminution de l'hypertension pulmonaire
Inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	Enalapril	<ul style="list-style-type: none">• Vasodilatation artérielle pouvant être accentuée par l'utilisation d'acépromazine, d'isoflurane ou de sévoflurane → Hypotension
	Benazepril	
Sensibilisateurs calciques	Pimobendane	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation de la contractilité myocardique• Puissant vasodilatateur

4. Anesthésie et molécules

- prémédication

- Neuroleptanalgesie (association morphinique et benzodiazépine). Peu d'effet sur le système cardiovasculaire sauf effet bradycardisant des morphiniques. Il peut être anticipé ou géré par des anticholinergiques.

- Les alpha2-agonistes sont à utiliser avec précaution voire à éviter du fait de leur effet vasoconstricteur en premier lieu donnant lieu à une augmentation de la postcharge, à une bradycardie réflexe suivie d'une diminution du débit cardiaque aggravant les régurgitations mitrales.

- Induction:

- Etomidate et benzodiazépines en co-inducteur

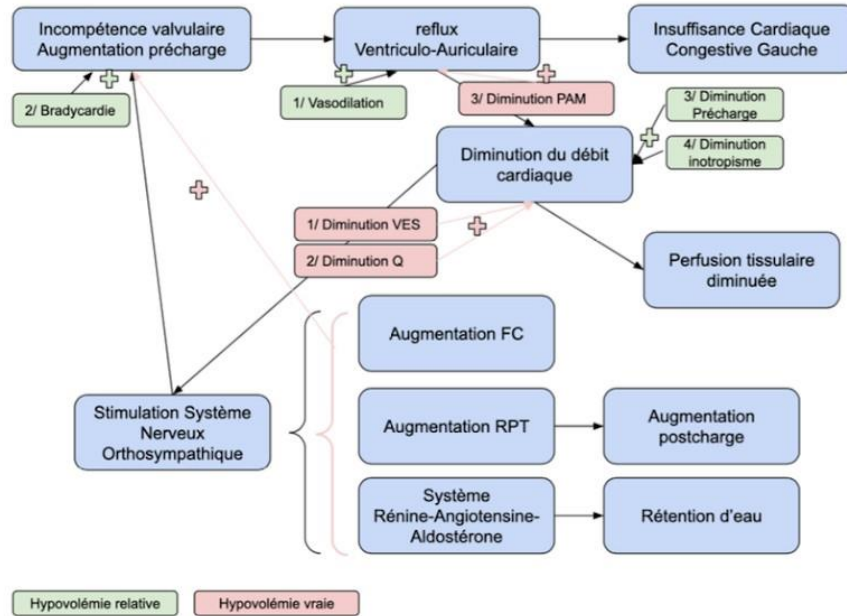
- L'alfaxolone peut être utilisé en veillant à son effet vasodilatateur dose-dépendante et donc aux potentielles hypotensions. Afin de diminuer la dose de ce-dernier, il doit être couplé à des benzodiazépines ou bien à des opioïdes.

- Relai/Entretien:

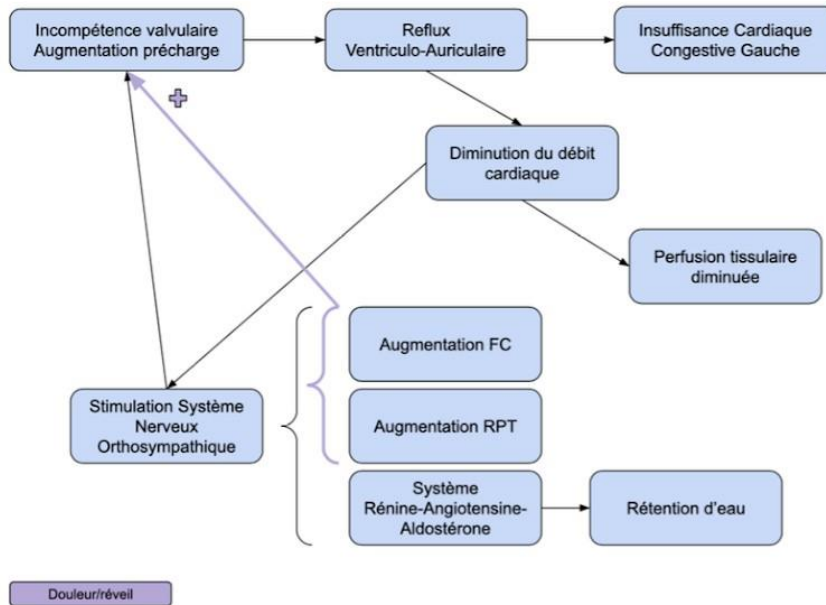
- Un anesthésique volatil peut être envisagé bien qu'il ait des effets inotrope négatif et vasodilatateur. Afin de réduire les quantités administrées, il est important de l'associer à une anesthésie systémique convenable ainsi qu'à des anesthésies locales si nécessaire.

5. Schémas physiopathologiques des principaux incidents anesthésiques

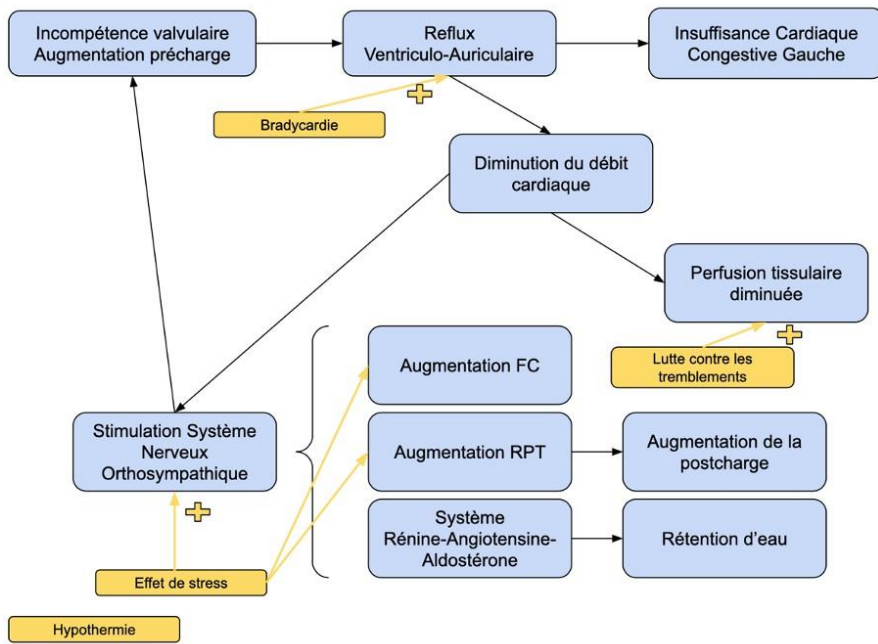
a. Hypovolémies vraie et relative



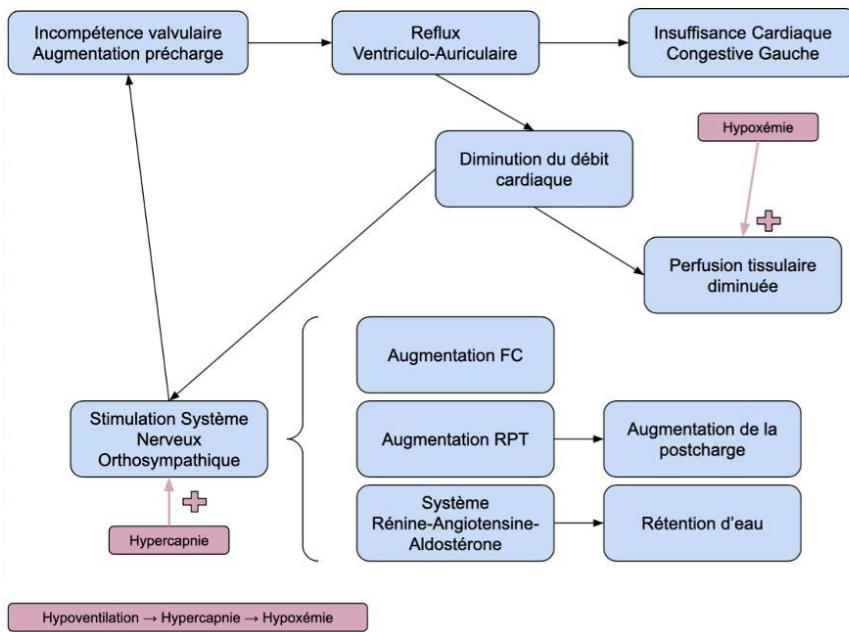
b. Réveil/Douleur



c. Hypothermie

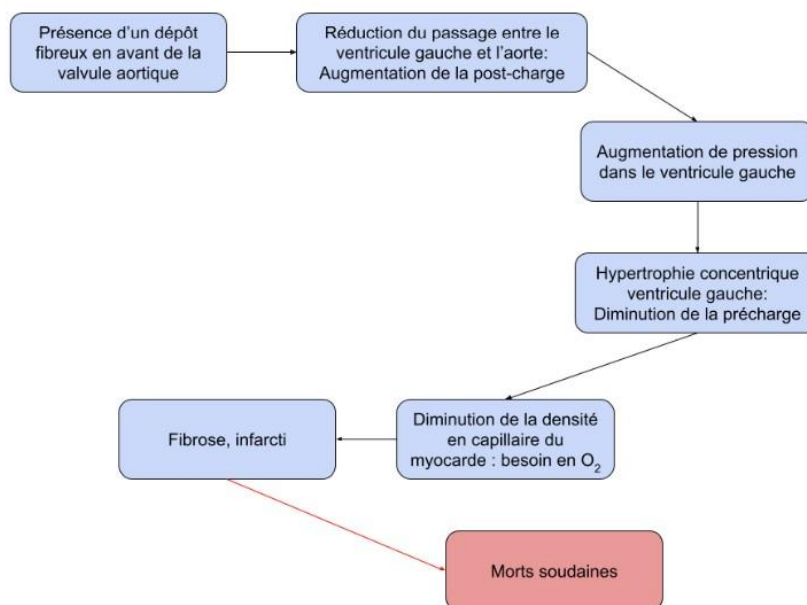


d. Hypercapnie



ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL SOUFFRANT DE STÉNOSE AORTIQUE

1. Physiopathologie de la maladie



2. Objectifs d'anesthésie

- La précharge doit être maintenue stable tout comme
- La post charge ne doit pas être diminuée. Cela pourrait entraîner une hypotension qui ne pourra être compensée par une augmentation du VES. Cela favoriserait donc une diminution du DC et amplifierait le risque d'ischémie du myocarde par défaut de perfusion des coronaires.
- Si FC et inotropisme augmentent, cela accentue l'obstruction de la chambre de chasse du VG est amplifiée. A maintenir stables

3. Effets des principaux traitements sur le système cardiovasculaire

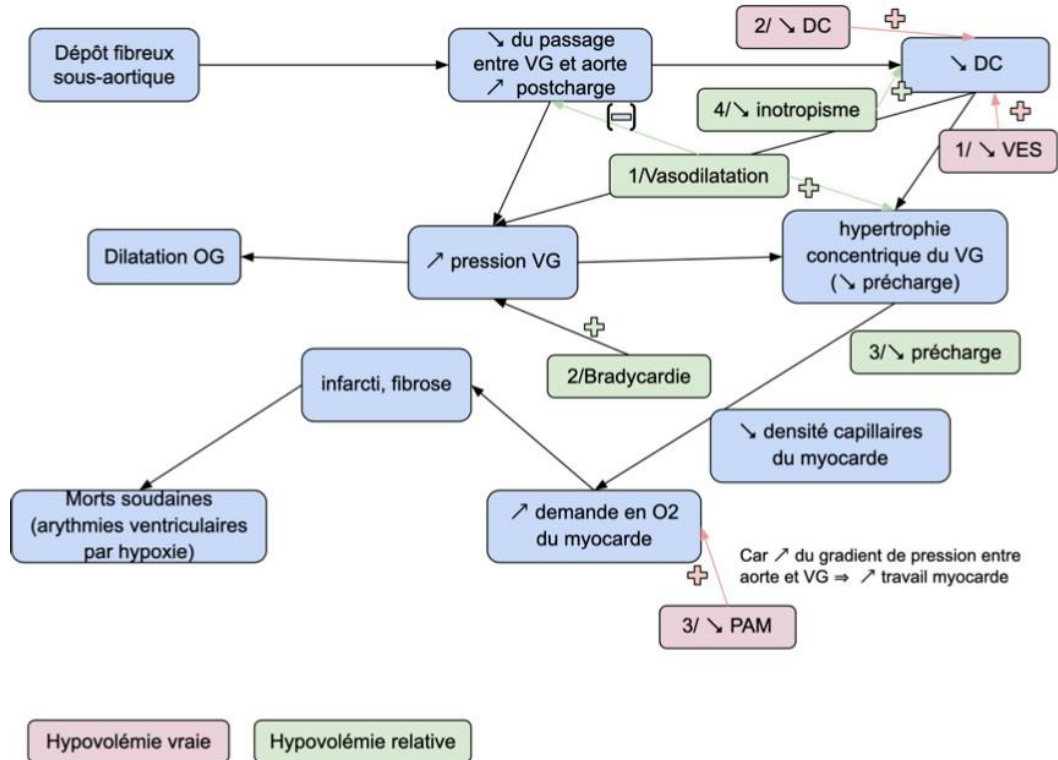
Classe de molécules	Molécule	Effets sur le système cardiorespiratoire
Diurétiques	Furosémide	<ul style="list-style-type: none"> • Hypokaliémie → Tachyarythmies • Prédipose à la toxicité de la digoxine • Déshydratation • Hypotension • Diminution de l'hypertension pulmonaire
	Spironolactone	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkaliémie → Arythmies • Tachyarythmies ou Bradyarythmies
	Chlorothiazide	<ul style="list-style-type: none"> • Hypokaliémie • Hypomagnésémie • Prédipose aux tachyarythmies
Inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	Enalapril	<ul style="list-style-type: none"> • Vasodilatation artérielle pouvant être accentuée par l'utilisation d'acépromazine, d'isoflurane ou de sévoflurane → Hypotension
	Benazepril	

4. Anesthésie et molécules

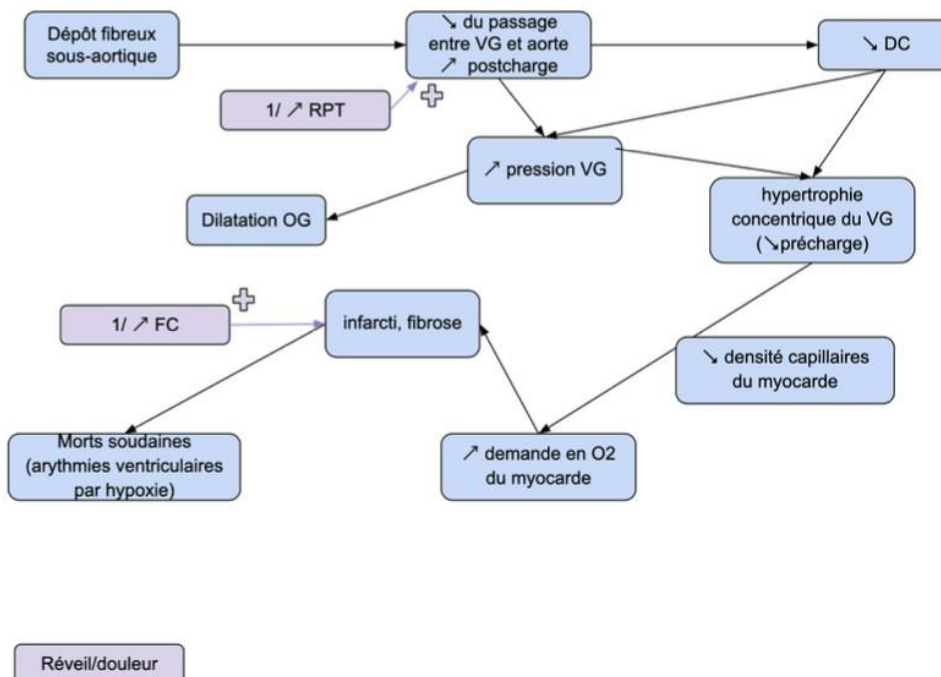
- prémédication:
 - Une association opioïdes et benzodiazépines peut être utilisée dans le cadre de la prémédication.
 - L'acépromazine peut être utilisée chez des animaux stables et très stressés mais son utilisation doit être exceptionnelle du fait de ses effets hypotenseurs
 - Les alpha2-agonistes, les dissociatifs ainsi que les anticholinergiques à forte dose, sont à éviter pour leurs effets cardiovasculaires déjà mentionnés.
- Induction:
 - Association benzodiazépines et propofol, alfaxalone ou encore etomidate. Les deux premières molécules étant des dépresseurs de la fonction cardiovasculaire, elles sont à utiliser à effet et à potentialiser par d'autres molécules. L'avantage de l'étomidate étant qu'il ne modifiera pas la précharge.
- Relai/Entretien:
 - Un anesthésique volatil peut être envisagé bien qu'il ait des effets inotrope négatif et vasodilatateur.

5. Schémas physiopathologiques des principaux incidents anesthésiques

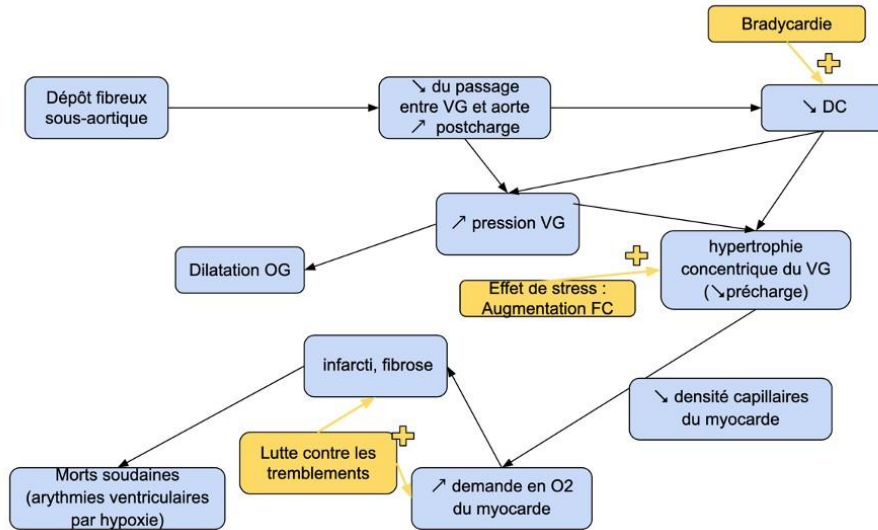
a. Hypovolémies vraie et relative



b. Réveil/Douleur

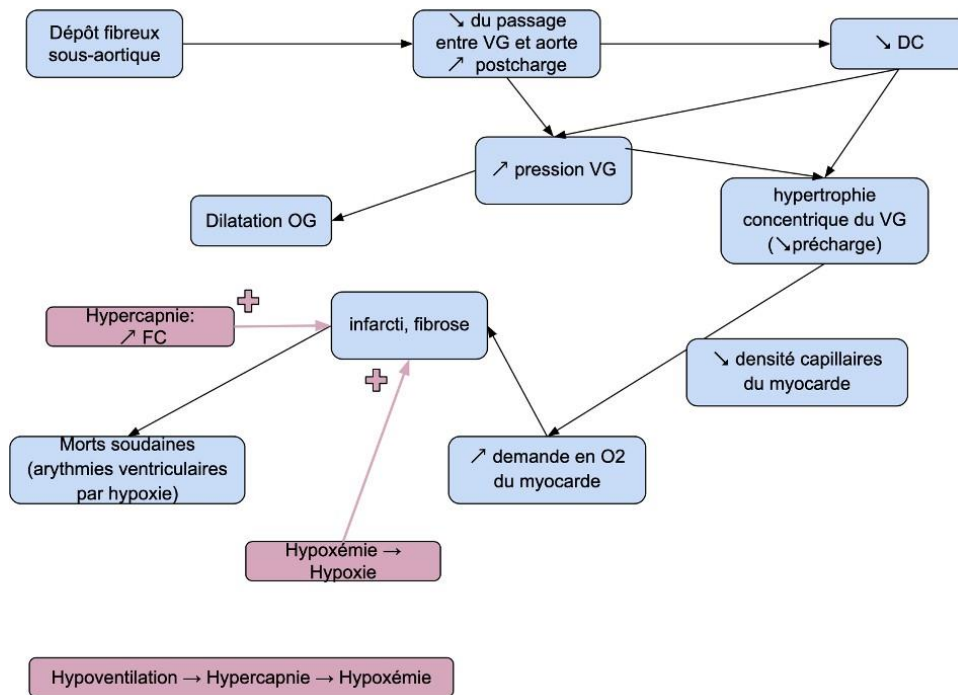


c. Hypothermie



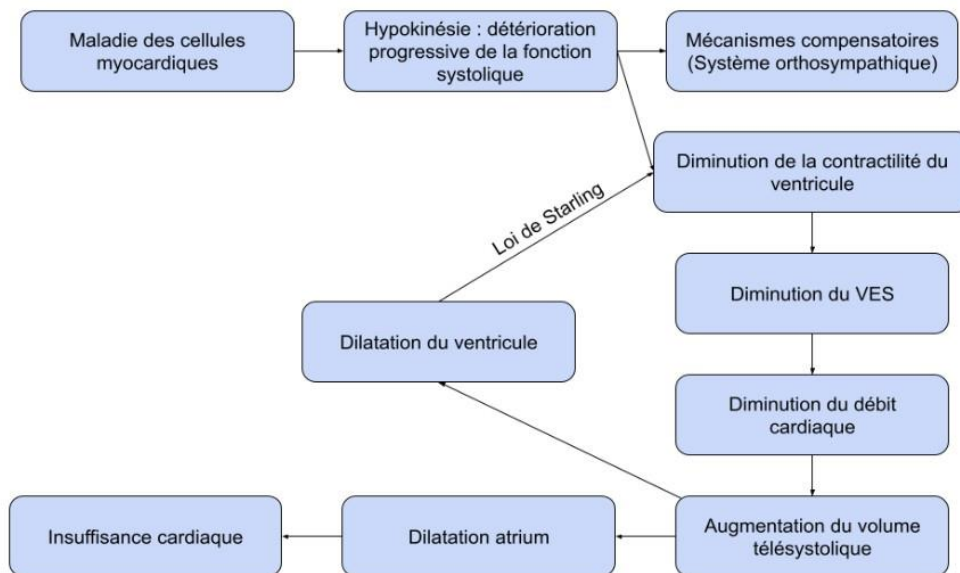
Hypothermie

d. Hypercapnie



ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL SOUFFRANT DE CMD

1. Physiopathologie de la maladie



2. Objectifs d'anesthésie

- Précharge stable (peu de capacités d'adaptation du VG)
- Postcharge stable à légèrement diminuée pour optimiser le VES et le DC
- Inotropisme maintenu et non diminué car peu de contractilité du VG

3. Effets des principaux traitements sur le système cardiovasculaire

Inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	Enalapril	<ul style="list-style-type: none"> Vasodilatation artérielle pouvant être accentuée par l'utilisation d'acépromazine, d'isoflurane ou de sévoflurane → Hypotension
	Benazepril	
Glycosides digitaliques	Digoxine	<ul style="list-style-type: none"> Arythmies ventriculaires → possibilité d'augmenter la genèse en association avec des sympathomimétiques (dopamine, épinéphrine, dobutamine..) Effet inotrope positif Bradycardie hypokaliémie + hyperventilation (hypocapnie et alcalose respiratoire concomitante) → Augmente l'hypokaliémie préexistante
Sensibilisateurs calciques	Pimobendane	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la contractilité myocardique Puissant vasodilatateur

4. Anesthésie et molécules

- prémédication

- L'association morphinique/ benzodiazépine

--> La potentielle bradycardie provoquée par les opioïdes pourra être gérée par des anticholinergiques.

- L'acépromazine est intéressante pour ses propriétés anti-arythmogène et anxiolytique mais molécule à action longue et donc à utiliser avec précaution. De plus, son action vasodilatatrice périphérique ne peut être compensée, ce qui favorise les hypotensions.

- Les alpha2-agonistes sont contre-indiqués car ils augmentent sévèrement la post-charge et donc le débit cardiaque déjà diminué dans le cas de CMD.

- Induction:

- Chez des patients stables ou à des stades peu avancés, on pourra utiliser avec beaucoup de précaution des associations propofol ou alfaxalone et benzodiazépines.

- Maladies plus avancées: étomidate malgré sa plus faible disponibilité et son coût plus important. L'avantage de l'étomidate dans ce cas est qu'il n'aura pas d'effet négatif sur l'inotropisme.

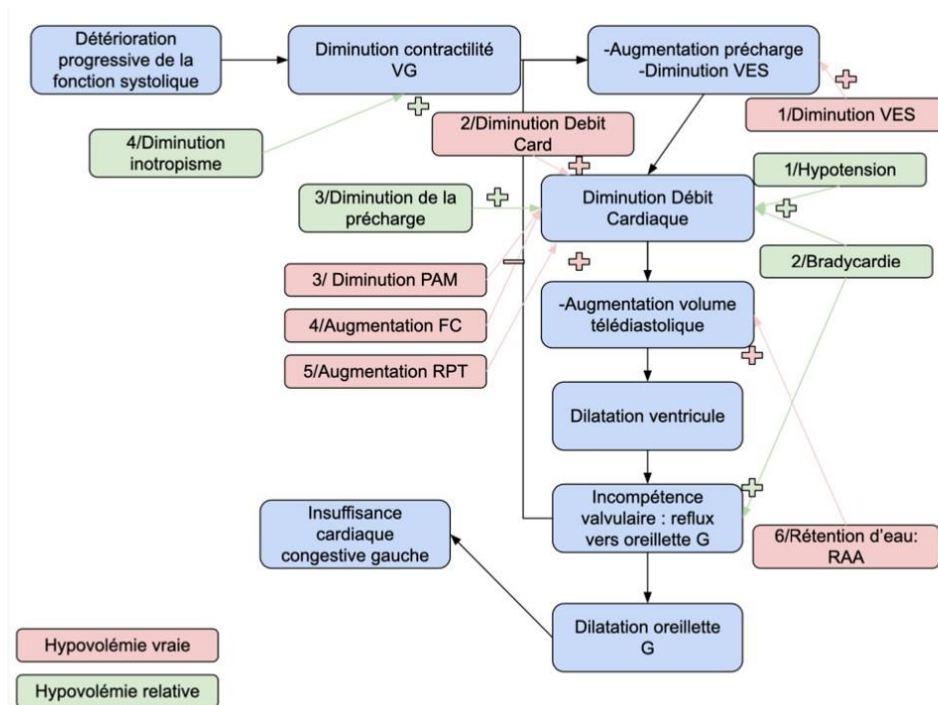
- La kétamine est contre-indiquée, comme dans beaucoup de pathologies cardiaques de stades avancés. En effet, bien que ses effets sympathomimétiques augmentent la FC, l'inotropisme et le donc le débit cardiaque, la kétamine a un effet inotrope négatif direct d'après plusieurs études. De ce fait, une induction par d'autres molécules est vivement conseillée.

- Relai/Entretien:

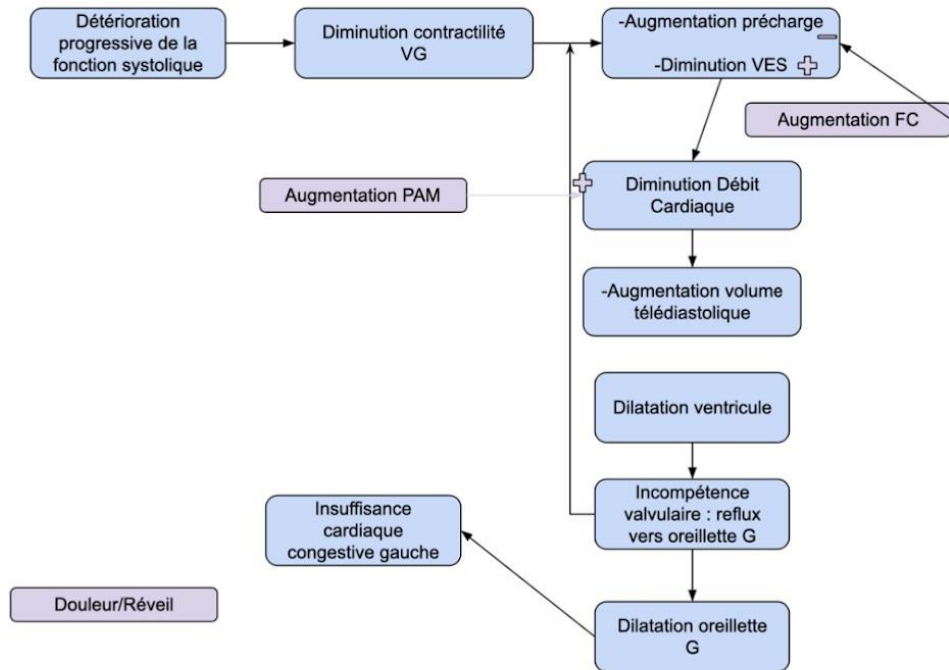
- Il est préférable de réaliser l'entretien avec un gaz halogéné tel que l'isoflurane ou le sévoflurane bien que ces deux anesthésiques volatils aient des propriétés vasodilatatrices.

5. Schémas physiopathologiques des principaux incidents anesthésiques

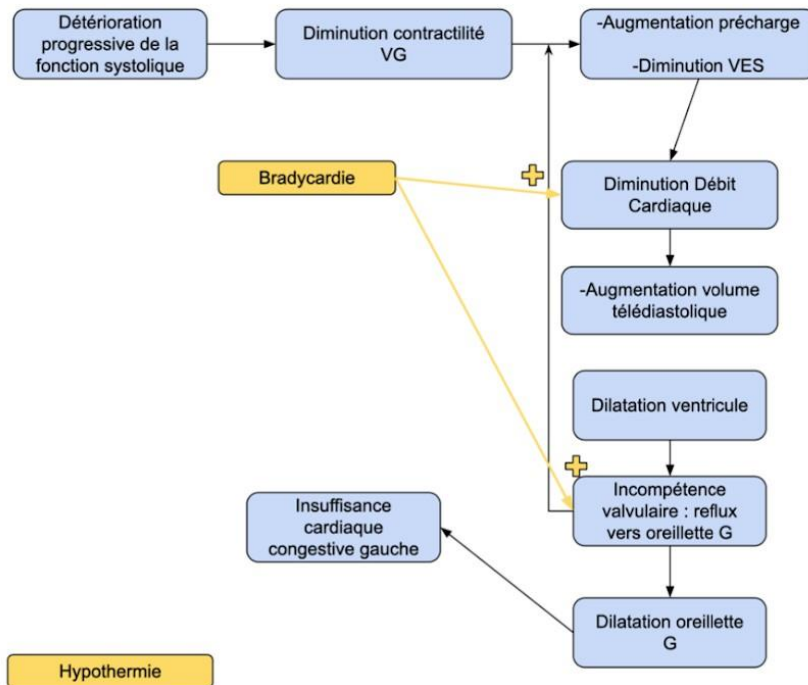
a. Hypovolémies vraie et relative



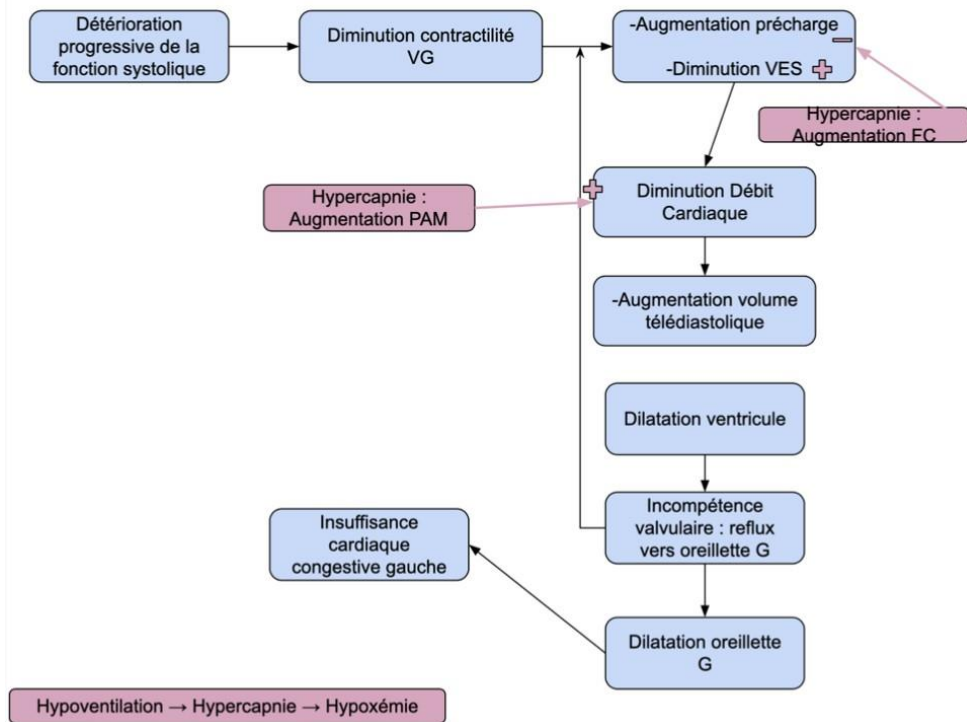
b. Réveil/Douleur



c. Hypothermie

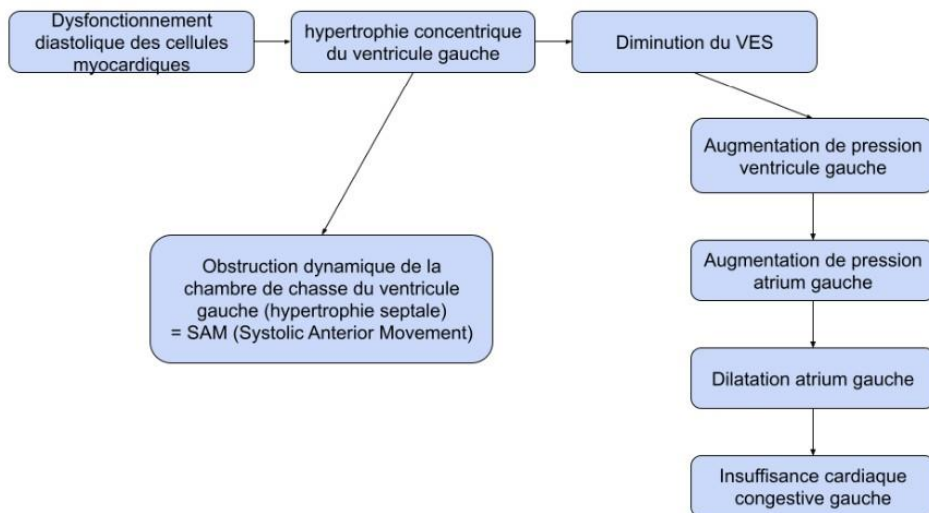


d. Hypercapnie



ANESTHÉSIE D'UN ANIMAL SOUFFRANT DE CMH

1. Physiopathologie de la maladie



2. Objectifs d'anesthésie

- La précharge doit être maintenue stable car le ventricule du fait de son hypertrophie concentrique a peu de capacités d'adaptation à des augmentations de volume.
- La post charge ne doit pas être diminuée voire légèrement augmentée afin de conserver une perfusion myocardique suffisante et de ne pas favoriser les hypotensions.
- Une augmentation de la fréquence cardiaque ou de l'inotropisme augmenterait le travail du myocarde et sa consommation en O₂ et est donc déconseillée.

3. Effets des principaux traitements sur le système cardiovasculaire

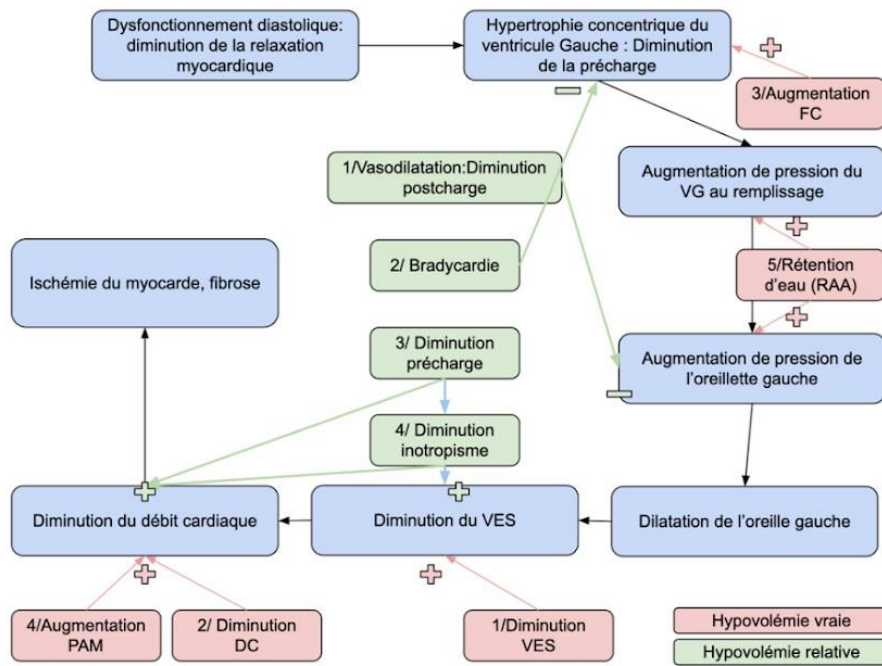
Classe de molécules	Molécule	Effets sur le système cardiorespiratoire
Diurétiques	Furosémide	<ul style="list-style-type: none"> • Hypokaliémie → Tachyarythmies • Prédipose à la toxicité de la digoxine • Déshydratation • Hypotension • Diminution de l'hypertension pulmonaire
	Spironolactone	<ul style="list-style-type: none"> • Hyperkaliémie → Arythmies • Tachyarythmies ou Bradycardies
Inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	Enalapril	<ul style="list-style-type: none"> • Vasodilatation artérielle pouvant être accentuée par l'utilisation d'acépromazine, d'isoflurane ou de sévoflurane → Hypotension
	Benazepril	
Bloqueurs des canaux calciques	Diltiazem	<ul style="list-style-type: none"> • Vasodilatation • Bradycardie • Diminution de la contractilité myocardique ⇒ Association avec acepromazine, isoflurane, sevoflurane exacerbe l'hypotension ⇒ Association avec opioïdes et anesthésiques volatils exacerbent la bradycardie ⇒ Association avec propofol exacerbe la diminution de contractilité du myocarde
Agents anti-arythmiques	Atenolol	<ul style="list-style-type: none"> • Bradycardie • Diminution de la contractilité myocardique ⇒ Hypotension moins réactive aux sympathomimétiques (dopamine et dobutamine) • Bronchoconstriction : dyspnée ⇒ Association avec opioïdes ou anesthésique volatil peut exacerber la bradycardie ⇒ Association avec propofol peut exacerber la diminution de contractilité du myocarde.
AINS	Aspirine	<ul style="list-style-type: none"> • Altération de la fonction plaquettaire ⇒ Association avec acépromazine exacerbe l'effet car cette dernière impacte aussi la fonction plaquettaire

4. Anesthésie et molécules

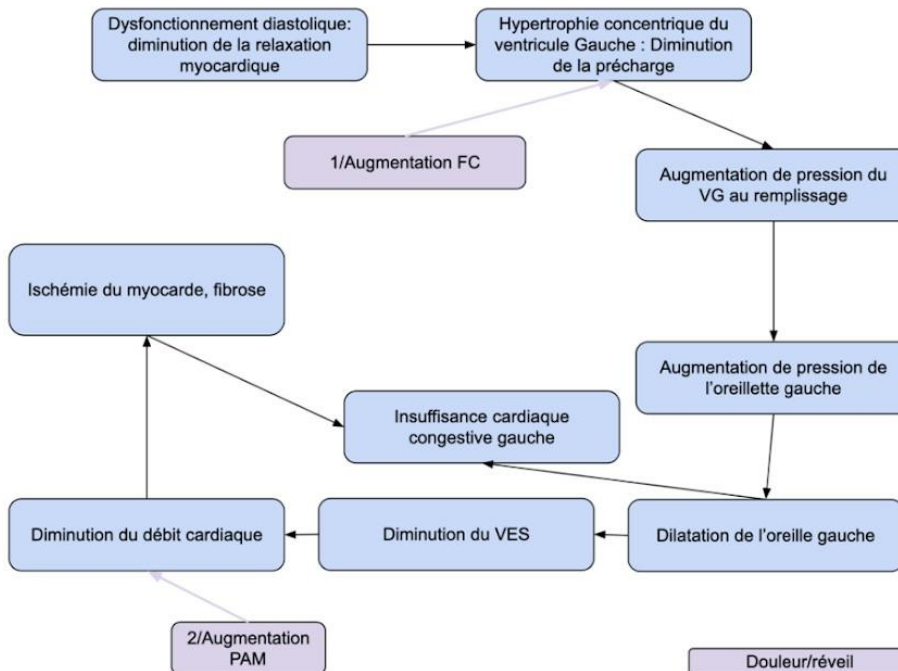
- prémédication
 - Le choix d'une neuroleptanalgesie (morphinique + benzodiazépine) est une nouvelle fois privilégié.
 - La kétamine est contre-indiquée du fait de ses effets sympathomimétiques pouvant augmenter la PA ainsi que la postcharge chez des animaux ayant déjà un VES diminué. De plus, elle a tendance à augmenter le travail du myocarde au travers de l'augmentation de la FC, cela augmente donc les besoins en O₂ du myocarde et se traduit par l'apparition ou l'aggravation de tachyarythmies.
 - Dans ce cas, l'alfaxalone par voie intramusculaire en association avec un morphinique ou une benzodiazépine peut être tout à fait satisfaisante du fait de leurs faibles effets cardiovasculaire.
 - Les alpha2-agonistes sont controversés mais indiqués par certains auteurs du fait de leur potentiel pouvoir à réduire l'obstruction de la voie d'éjection du ventricule gauche lors de SAM en abaissant le gradient de pression au niveau de la chambre de chasse du ventricule.
- Induction:
 - Animal stabilisé avec une maladie encore peu avancée pourra être induit avec un mélange propofol ou alfaxalone avec une benzodiazépine afin de limiter les effets dépresseurs cardio-vasculaires du propofol et de l'alfaxalone.
 - Stades plus prononcés, favoriser un mélange Etomidate et benzodiazépine. Même si l'étomidate n'a pas encore d'AMM en médecine vétérinaire, il a été prouvé que cette molécule avait peu d'effet sur le système cardiovasculaire chez des animaux en hypovolémie. L'association avec les benzodiazépines se fait pour en limiter les doses.
 - L'induction aux gaz anesthésiques doit être évitée du fait de leur effet dépresseur sur le système cardiovasculaire.
- Relai/Entretien:
 - Il est préférable de réaliser l'entretien avec un gaz halogéné tel que l'isoflurane ou le sévoflurane bien que ces deux anesthésiques volatils aient des propriétés vasodilatatrices.

5. Schémas physiopathologiques des principaux incidents anesthésiques

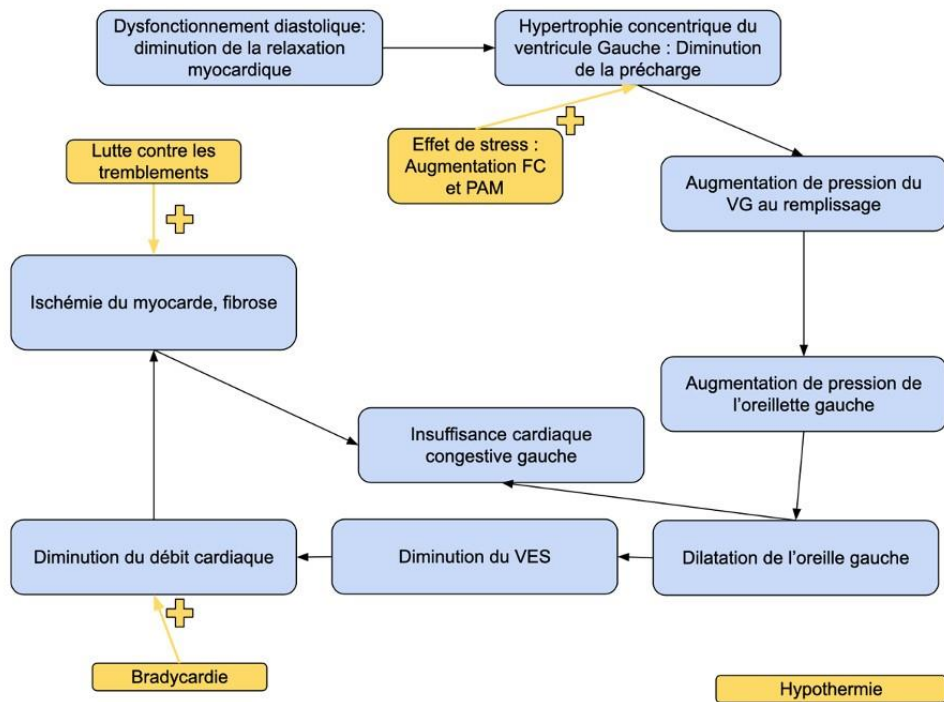
a. Hypovolémies vraie et relative



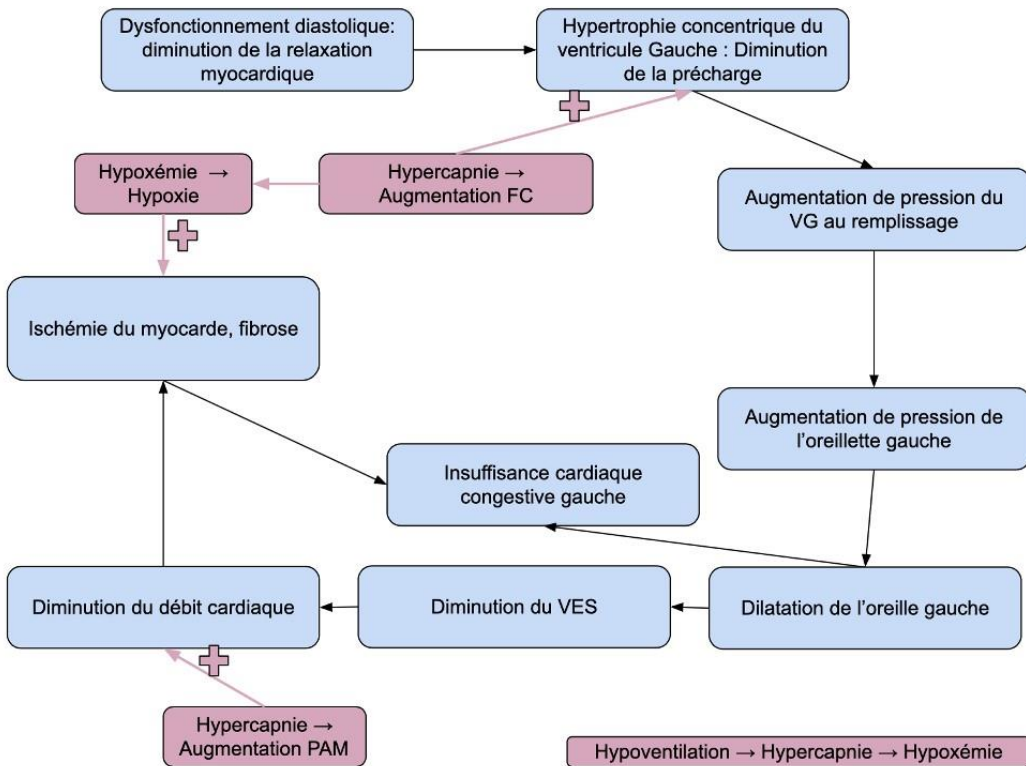
b. Réveil/Douleur



c. Hypothermie



d. Hypercapnie

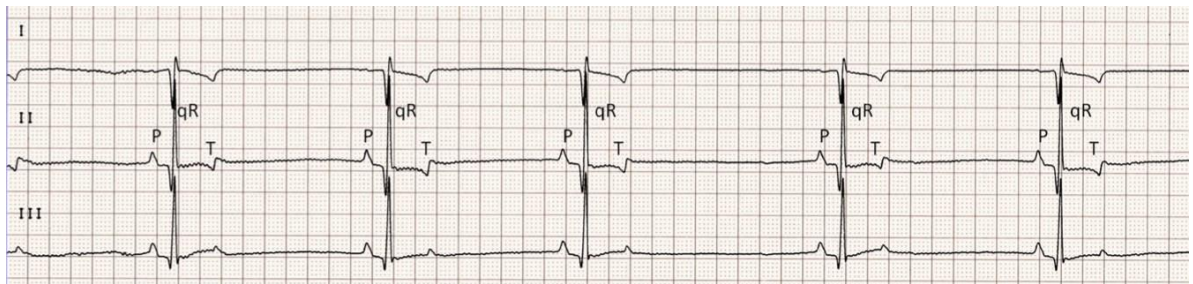


ANNEXE 7 : Tracé ECG des différentes arythmies possibles.

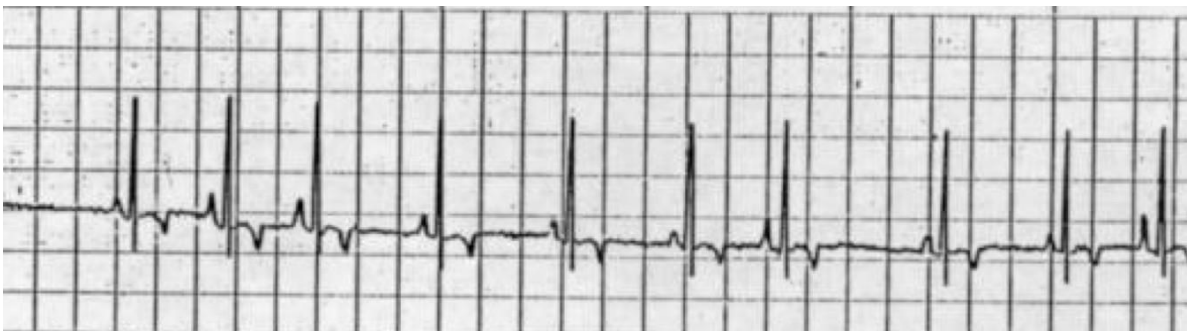
- Tachycardie sinusale



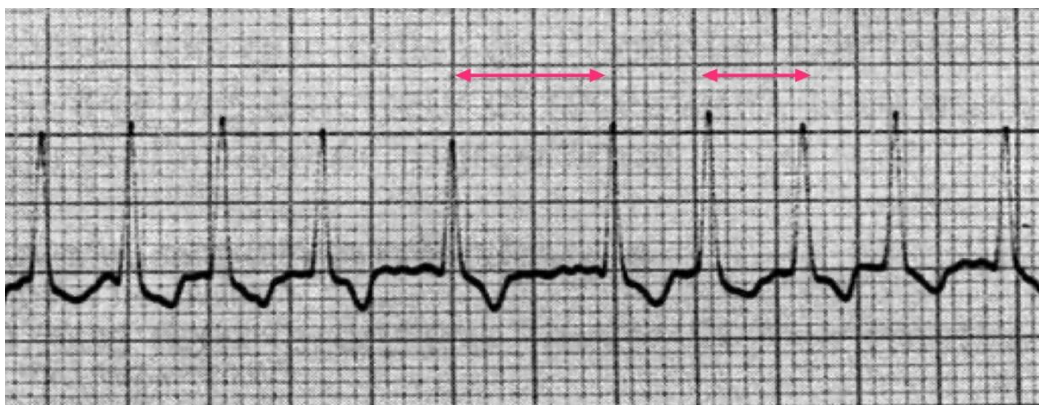
- Bradycardie sinusale



- Arythmie sinusale respiratoire



- Fibrillation atriale



- Extrasystole ventriculaire



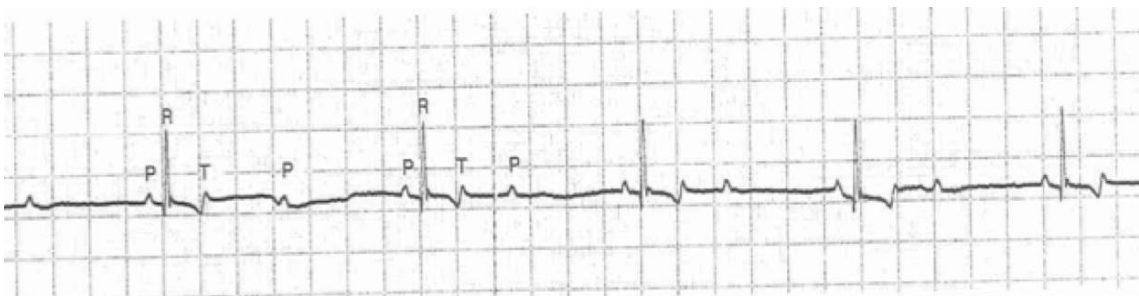
- Extrasystole supra-ventriculaire



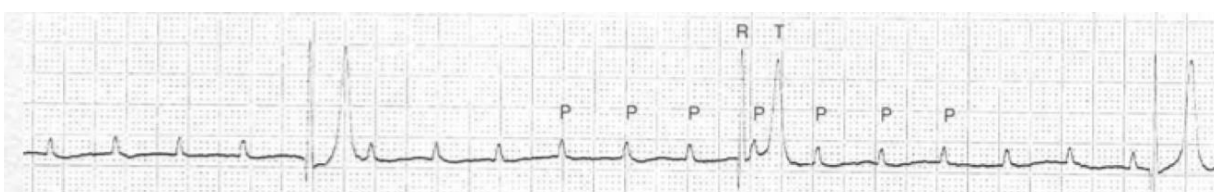
- Bloc auriculo-ventriculaire de degré 1



- Bloc auriculo-ventriculaire de degré 2



- Bloc auriculo-ventriculaire de degré 3



ANNEXE 8 : Questionnaire du besoin à destination des étudiants

Questionnaire à destination des étudiants afin de cerner le besoin quant à un e-learning sur l'anesthésie des animaux cardiaques

Bonjour,

Dans le cadre de ma thèse, je souhaite créer un support multimédia complémentaire à notre formation dans le cadre de l'anesthésie des animaux de compagnie cardiaques. J'ai pensé à la création d'un e-learning (points théoriques, quizz, cas cliniques, vidéos..) mais j'aurais besoin de connaître le besoin et l'avis global des étudiants sur ce projet. Merci de prendre quelques minutes afin de m'aider au mieux.

Merci à vous

Ema CHALLENGE, VET6

*Obligatoire

1. Adresse e-mail *

Section sans titre

2. En quelle année êtes vous ? *

Une seule réponse possible.

- VET4
- VET5
- VET6
- Interne

3. Si vous avez vécu les enseignements à distance (pour cause de COVID), y avez-vous vu des avantages ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Je n'ai pas vécu cette période

4. Si vous avez vécu les enseignements à distance, quels avantages avez vous trouvé à ces enseignements de type e-Learning ? *

Plusieurs réponses possibles.

- Pas de plages horaires imposées
- Chacun son rythme, pas de temps limité
- Possibilité de faire des pauses
- Possibilité de refaire certains modules
- Auto-évaluation moins stressante qu'une évaluation classique
- Je n'ai pas vécu cette période

5. A quel niveau estimez vous votre niveau en anesthésie des animaux cardiaques ? *

Une seule réponse possible.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1: Je n'y connais rien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Je suis très à l'aise et sait adapter mes protocoles à chaque maladie cardiaque

6. Cela vous intéresserait il d'avoir un outil en ligne pour étudier l'anesthésie des animaux cardiaques ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Peut-être

7. Pensez vous que cet outil pédagogique puisse vous aider à mieux assimiler certaines notions ? *

Plusieurs réponses possibles.

- Oui c'est certain
- je ne suis pas sûre car en clinique, les protocoles anesthésiques sont peu souvent adaptés à l'animal, mais pourquoi pas tester !
- Non cela ne me servira pas

8. Pensez vous qu'un e-learning soit approprié pour évoquer ce sujet ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

9. Vous pensez que vous suivrez le module d'e-learning... *

Une seule réponse possible.

- quoi qu'il arrive parce que cela m'intéresse
- uniquement si j'ai à anesthésier un animal cardiaque pendant mes rotations cliniques
- si le module est inscrit dans les heures de cours et que la note d'auto-évaluation rentre dans la note totale de l'UE ou de la rotation clinique

10. Avez vous une autre proposition de support multimédia ? (non obligatoire)

11. Combien de temps souhaiteriez vous que l'activité dure ? *

Une seule réponse possible.

- 30 min
- 1h
- Peu importe tant que c'est intéressant
- Plusieurs modules courts (quelques dizaines de minutes) accessibles indépendamment

12. Pensez-vous que des simulations de cas cliniques sur différentes maladies cardiaques puissent-être pertinentes ? *

Une seule réponse possible.

- oui
- Non
- Je ne sais pas

13. Pensez-vous que des fiches pratiques (en soutien au e-learning) disponibles sur le plateau d'anesthésie du CHUV pourraient aider ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

14. Si vous êtes d'accord, merci de me donner votre nom et prénom afin de pouvoir par la suite vous recontacter au besoin (non obligatoire)

ANNEXE 9 : Questionnaire d'évaluation de l'outil numérique

Evaluation outil numérique

Bonjour à tous,

Si vous êtes dans cette partie évaluation, c'est que vous avez découvert mon outil numérique sur l'anesthésie des animaux cardiaques et je vous en remercie.

Afin que cela soit le plus utile possible pour ma thèse, je vous demanderais un dernier effort d'évaluation de cet outil.

Soyez honnête, le but étant que nous puissions l'améliorer et qu'il vous serve au mieux.

Promis, cela ne durera pas longtemps

1  En quelle année êtes-vous ?

2  Avez-vous réalisé le **e-learning** dans son intégralité ?

- Oui
 Non

3  Avez-vous réalisé les modules à la suite en une seule fois ou de façon indépendante suivant votre temps et vos envies ?

- J'ai tout réalisé à la suite
 J'ai réalisé les modules de façon indépendante suivant mon temps et mes envies

4 Si vous avez tout réalisé à la suite, combien de temps cela vous a pris ? (répondre en minutes)

Ne pas utiliser de séparateur des milliers.

5 Si vous avez réalisé les modules indépendamment, combien de temps y avez vous passé à chaque fois ? (Répondre en minutes)

Ne pas utiliser de séparateur des milliers.

6 Si vous n'avez pas réalisé le **e-learning** dans son intégralité, pourquoi et quelle(s) partie(s) avez-vous réalisée(s) ?

7  Avez-vous trouvé l'outil numérique agréable au visuel, esthétique et facile à prendre en main ?

- Oui Non

8 Si vous avez répondu non à la précédente question, dites moi pourquoi

9  Après avoir fait ce **e-learning**, vous sentez vous plus à l'aise sur les 4 maladies cardiaques évoquées et sur leur gestion anesthésique ?

- Oui Non

10  Si vous deviez vous noter de 0 à 10 sur votre capacité à gérer une anesthésie d'un animal cardiaque, combien aviez vous **avant de faire ce e-learning** ?

Ne pas utiliser de séparateur des milliers.

11 **1** Et combien avez vous maintenant, après avoir réalisé ce e-learning ?

Ne pas utiliser de séparateur des milliers.

12 **1** En quelques mots, qu'avez-vous pensé de l'outil numérique ?

13 **1** Avez-vous des propositions à faire pour améliorer cet outil ?
Y a-t-il des choses que vous auriez aimé que l'on aborde ?



14 **1** Si vous deviez noter cet outil sur 20 pour sa prise en main, quelle note attribueriez-vous ?

Ne pas utiliser de séparateur des milliers.

15 **1** Si vous deviez noter cet outil sur 20 pour sa pédagogie, quelle note attribueriez-vous ?

Ne pas utiliser de séparateur des milliers.

16 **1** Pensez-vous que si cet outil était mis à jour (notamment pour les simulations de cas cliniques) avec de nouveaux cas publiés régulièrement, vous seriez intéressé pour les réaliser ?

Oui Non

17 **1** Trouvez-vous que cet outil est intéressant du fait que le format s'adapte au matériel de l'apprenant (Ordinateur, téléphone portable, tablette) ?

Oui Non

18 **1** Y at-il des supports que vous avez trouvé originaux et adaptés à l'apprentissage dans cet outil ?

Fermer cette fenêtre

Ema CHALLENGE

Création d'un outil pédagogique numérique à destination des étudiants portant sur l'anesthésie des animaux cardiaques / Creation of a digital educational tool for students on the anesthesia of cardiac animals

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Nantes, le 27 Septembre 2022

RESUME en français (1700 caractères)

Création d'un outil numérique pédagogique afin d'initier les étudiants vétérinaires à l'anesthésie des animaux atteints de maladies cardiaques dans la continuité de l'enseignement dispensé à l'école et en réponse à un besoin. Création de fiches protocolaires insérées à cet e-learning afin de les mettre à disposition des étudiants.

MOTS CLES :

- Outil pédagogique
- Informatique
- Anesthésie
- Cardiologie
- Pédagogie
- Étudiant vétérinaire
- Carnivores
- Maladie Valvulaire Dégénérative Mitrale
- Cardiomyopathie hypertrophique
- Cardiomyopathie Dilatée
- Sténose Aortique

DATE DE SOUTENANCE : 27 Septembre 2022