



HAL
open science

Influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic postopératoire du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales : une étude rétrospective et prospective des cas opérés à l'École nationale vétérinaire d'Alfort entre 2007 et 2023 : 71 cas

Camille Colson

► To cite this version:

Camille Colson. Influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic postopératoire du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales : une étude rétrospective et prospective des cas opérés à l'École nationale vétérinaire d'Alfort entre 2007 et 2023 : 71 cas. Médecine vétérinaire et santé animale. 2023. dumas-04415015

HAL Id: dumas-04415015

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04415015v1>

Submitted on 24 Jan 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année 2023

**INFLUENCE DU GRADE DE COLLAPSUS LARYNGÉ SUR
LE PRONOSTIC POSTOPÉRATOIRE DU SYNDROME
OBSTRUCTIF RESPIRATOIRE DES RACES
BRACHYCÉPHALES : UNE ÉTUDE RÉTROSPECTIVE ET
PROSPECTIVE DES CAS OPÉRÉS À L'ÉCOLE NATIONALE
VÉTÉRINAIRE D'ALFORT ENTRE 2007 ET 2023 : 71 CAS**

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)

le 23 novembre 2023

par

Camille, Geneviève, Marie COLSON

sous la direction de

Morgane CANONNE-GUIBERT

JURY

| | | |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Présidente du jury : | Mme Fanny PILOT-STORCK | Professeur à VetAgroSup |
| Directrice de thèse : | Mme Morgane CANONNE-GUIBERT | Maître de Conférences à l'EnvA |
| Examineur : | M. Mathieu MANASSERO | Professeur à l'EnvA |

Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire



Version juillet 2023

Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

| | | | | |
|-----|-------------------|------------|---------------------------|-------|
| M | Adjou | Karim | Professeur | DPASP |
| M | Audigjé | Fabrice | Professeur | DEPEC |
| M | Bellier | Sylvain | Professeur | DSBP |
| M | Blaga | Radu | Professeur | DSBP |
| M | Blot | Stéphane | Professeur | DEPEC |
| M | Boulouis | Henni-Jean | Professeur émérite | DSBP |
| Mme | Chahory | Sabine | Professeur | DEPEC |
| M | Chateau | Henry | Professeur | DSBP |
| Mme | Chetboul | Valerie | Professeur | DEPEC |
| Mme | Crevier-Dencio | Nathalie | Professeur | DSBP |
| M | Degueurce | Christophe | Professeur | DSBP |
| M | Denoux | Jean-Marie | Professeur | DEPEC |
| M | Desquilbet | Loïc | Professeur | DSBP |
| Mme | Dufour | Barbara | Professeur émérite | DPASP |
| M | Eloit | Marc | Professeur | DSBP |
| M | Fayolle | Pascal | Professeur émérite | DEPEC |
| M | Federighi | Michel | Professeur | DPASP |
| M | Fontbonne | Alain | Professeur | DEPEC |
| Mme | Gilbert | Caroline | Professeur | DSBP |
| M | Grandjean | Dominique | Professeur | DEPEC |
| Mme | Grimard-Ballif | Bénédictte | Professeur | DPASP |
| Mme | Haddad-Hoang Xuan | Nadia | Professeur | DPASP |
| M | Jouvion | Gregory | Professeur | DSBP |
| M | Kohlhauer | Matthias | Professeur | DSBP |
| Mme | Le Poder | Sophie | Professeur | DSBP |
| Mme | Le Roux | Delphine | Maître de conférences HDR | DSBP |
| M | Manassero | Mathieu | Professeur | DEPEC |
| Mme | Maurey-Guéneq | Christelle | Professeur | DEPEC |
| M | Millemann | Yves | Professeur | DPASP |
| Mme | Pilot-Storck | Fanny | Professeur | DSBP |
| M | Ponter | Andrew | Professeur | DPASP |
| Mme | Risco-Castillo | Véronica | Maître de conférences HDR | DSBP |
| Mme | Rivière | Julie | Maître de conférences HDR | DPASP |
| Mme | Robert | Céline | Professeur | DSBP |
| M | Tiret | Laurent | Professeur | DSBP |
| M | Tissier | Renaud | Professeur | DSBP |
| M | Verwaerde | Patrick | Professeur | DEPEC |
| Mme | Viateau | Véronique | Professeur | DEPEC |

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

| | | | | |
|-----|-------------------|-------------|-------------------------------|-------|
| M | Arné | Pascal | Maître de conférences | DPASP |
| Mme | Barassin | Isabelle | Maître de conférences | DPASP |
| Mme | Barbarino | Alix | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Benckekroun | Ghita | Maître de conférences | DEPEC |
| Mme | Bertoni | Lelia | Maître de conférences | DEPEC |
| M | Bolnot | Francois | Maître de conférences | DPASP |
| Mme | Canonne-Guibert | Morgane | Maître de conférences | DEPEC |
| Mme | Chevallier | Lucie | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Cochet-Faivre | Noëlle | Maître de conférences | DEPEC |
| Mme | Cordonnier-Lefort | Nathalie | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Coudry | Virginie | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Crepeaux | Guillemette | Maître de conférences | DSBP |
| M | Crozet | Guillaume | Maître de conférences | DPASP |
| Mme | De Paula Reis | Alline | Maître de conférences | DPASP |
| M | Delsart | Maxime | Maître de conférences | DPASP |
| Mme | Denis | Marine | Ingénieur de recherche (DMV) | DPASP |
| M | Deshuillers | Pierre | Maître de conférences | DSBP |
| M | Gauthier | Michel | Maître de conférences associé | DPASP |
| Mme | Guérin | Virginie | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Guétin-Poirier | Valentine | Maître de conférences | DPASP |
| Mme | Jacquet | Sandrine | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| M | Kurtz | Maxime | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Lagré | Anne-Claire | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Le Dudal | Marine | Ingénieur de recherche (DMV) | DSBP |
| Mme | Legrand | Chantal | Maître de conférences associé | DSBP |
| M | Mammeri | Mohamed | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Manguin | Estelle | Maître de conférences | DEPEC |
| Mme | Marignac | Genevieve | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Marotto | Stéphanie | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Maurice | Emeline | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Mespoules-Rivière | Céline | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Mtmet | Narjès | Maître de conférences | DPASP |
| M | Mortier | Jérémy | Maître de conférences associé | DEPEC |
| M | Nudelmann | Nicolas | Maître de conférences | DEPEC |
| M | Pignon | Charly | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| M | Polack | Bruno | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Quéré | Émilie | Ingénieur de recherche (DMV) | DEPEC |
| Mme | Ravary-Plumioën | Bérandère | Ingénieur de recherche (DMV) | DPASP |
| M | Reyes-Gomez | Edouard | Maître de conférences | DSBP |
| Mme | Rose | Hélène | Maître de conférences associé | DSBP |
| M | Tanquerel | Ludovic | Maître de conférences | DEPEC |

Remerciements

À la Présidente du Jury de cette thèse, Mme Fanny PILOT-STOCK, Professeur à VetAgroSup

De m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse. En témoignage de mon profond respect.

À Mme Morgane CANONNE-GUIBERT, Maître de conférences à l'EnvA,

Pour m'avoir encadrée au cours de ce travail, pour son accompagnement, ses conseils et sa disponibilité sans faille.

Très chaleureux remerciements.

À M. Mathieu MANASSERO, Professeur à l'EnvA,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de prendre part à ce jury de thèse, Hommages respectueux.

À toute ma famille,

Pour m'avoir épaulée tout au long de ma vie et de mes études, et de m'avoir soutenue au cours de la rédaction de ce travail. Affectueux remerciements.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Liste des figures..... | 5 |
| Liste des tableaux | 7 |
| Liste des abréviations..... | 9 |
| Introduction | 11 |
| Première partie : Syndrome obstructif des races brachycéphales, synthèse des connaissances actuelles | 13 |
| 1. Anomalies anatomiques et physiopathologiques des races brachycéphales..... | 13 |
| 1.1. <i>Manifestations anatomiques primaires</i> | 13 |
| 1.1.1. <i>Anomalies de conformation du crâne</i> | 13 |
| 1.1.2. <i>Modifications des tissus mous</i> | 14 |
| 1.1.2.1. <i>Sténose des narines</i> | 14 |
| 1.1.2.2. <i>Allongement et hyperplasie du palais mou</i> | 17 |
| 1.1.2.3. <i>Macroglossie</i> | 18 |
| 1.1.3. <i>Cornets nasaux aberrants</i> | 19 |
| 1.1.4. <i>Hypoplasie trachéale</i> | 21 |
| 1.1.5. <i>Conclusion</i> | 22 |
| 1.2. <i>Manifestations anatomiques secondaires</i> | 23 |
| 1.2.1. <i>Anomalies laryngées</i> | 23 |
| 1.2.1.1. <i>Rappels anatomiques</i> | 23 |
| 1.2.1.2. <i>Remaniements laryngés secondaires</i> | 24 |
| 1.2.2. <i>Inflammation nasopharyngée</i> | 26 |
| 1.2.3. <i>Collapsus bronchique</i> | 27 |
| 1.2.4. <i>Éversion des amygdales</i> | 28 |
| 1.2.5. <i>Anomalies œsophago-gastriques</i> | 28 |
| 1.2.6. <i>Conclusion</i> | 29 |
| 1.3. <i>Autres anomalies</i> | 30 |
| 1.3.1. <i>Anomalies dermatologiques</i> | 30 |
| 1.3.2. <i>Anomalies ophtalmologiques</i> | 30 |
| 1.3.3. <i>Anomalies stomatologiques</i> | 31 |
| 1.4. <i>Conclusion générale</i> | 31 |
| 2. Diagnostic clinique | 32 |
| 2.1. <i>Présentation clinique</i> | 32 |
| 2.1.1. <i>Troubles respiratoires</i> | 32 |
| 2.1.2. <i>Troubles digestifs</i> | 32 |
| 2.1.3. <i>Autres signes cliniques</i> | 33 |
| 2.1.3.1. <i>Hyperthermie</i> | 33 |
| 2.1.3.2. <i>Hypoxie</i> | 33 |
| 2.1.3.3. <i>Anomalies sanguines</i> | 34 |
| 2.1.4. <i>Conséquences de ces troubles</i> | 35 |
| 2.1.4.1. <i>Syndrome de détresse respiratoire aiguë</i> | 35 |
| 2.1.4.2. <i>Coup de chaleur</i> | 36 |
| 2.1.4.3. <i>Bronchopneumonie par aspiration / fausse déglutition</i> | 36 |
| 2.1.4.4. <i>Conséquences cardio-vasculaires</i> | 37 |
| 2.1.5. <i>Conclusion</i> | 38 |
| 2.2. <i>Examens complémentaires</i> | 38 |
| 2.2.1. <i>Imagerie</i> | 38 |
| 2.2.1.1. <i>Radiographies thoraciques</i> | 38 |
| 2.2.1.2. <i>Tomodensitométrie cervico-thoracique</i> | 39 |
| 2.2.2. <i>Endoscopie</i> | 39 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.2.2.1. | <i>Endoscopie des voies respiratoires</i> | 39 |
| 2.2.2.2. | <i>Endoscopie des voies digestives</i> | 40 |
| 2.2.3. | <i>Pléthysmographie</i> | 40 |
| 2.2.4. | <i>Gaz artériels</i> | 43 |
| 2.3. | <i>Conclusion générale</i> | 43 |
| 3. | <i>Prise en charge thérapeutique</i> | 44 |
| 3.1. | <i>Prise en charge par le propriétaire</i> | 44 |
| 3.2. | <i>Prise en charge médicale</i> | 44 |
| 3.3. | <i>Prise en charge chirurgicale</i> | 45 |
| 3.3.1. | <i>Anesthésie des chiens brachycéphales</i> | 45 |
| 3.3.2. | <i>Rhinoplastie</i> | 46 |
| 3.3.3. | <i>Chirurgies du palais mou</i> | 48 |
| 3.3.4. | <i>Traitements des affections laryngées</i> | 49 |
| 3.3.4.1. | <i>Sacculéctomie laryngée</i> | 49 |
| 3.3.4.2. | <i>Gestion des collapsus de stades II et III</i> | 50 |
| 3.3.5. | <i>Amygdalectomie</i> | 51 |
| 3.3.6. | <i>Turbinectomie</i> | 51 |
| 3.4. | <i>Pronostic : résultats, complications</i> | 52 |
| 3.4.1. | <i>Complications à court terme</i> | 52 |
| 3.4.2. | <i>Résultats à long terme</i> | 52 |
| 3.4.3. | <i>Bilan sur les données pronostiques actuelles en fonction du grade de collapsus laryngé</i> | 53 |
| 4. | <i>Conclusion</i> | 54 |
| Deuxième partie : étude expérimentale | | 55 |
| 1. | <i>Introduction</i> | 55 |
| 2. | <i>Matériels et méthodes</i> | 56 |
| 2.1. | <i>Critères d'inclusion dans l'étude</i> | 56 |
| 2.2. | <i>Recueil des cas</i> | 56 |
| 2.3. | <i>Recueil des données</i> | 57 |
| 2.3.1. | <i>Évaluation du collapsus laryngé</i> | 57 |
| 2.3.2. | <i>Évaluation clinique</i> | 57 |
| 2.3.3. | <i>Évaluation de la survie postopératoire</i> | 57 |
| 2.4. | <i>Analyses statistiques</i> | 58 |
| 2.4.1. | <i>Test de Student ou de Mann-Whitney pour l'étude du grade clinique pré chirurgical et de la réponse clinique à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé</i> | 58 |
| 2.4.2. | <i>Méthode de Kaplan-Meier pour l'estimation de la courbe de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé</i> | 59 |
| 2.4.3. | <i>Test du LogRank pour l'analyse de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé</i> | 59 |
| 2.4.4. | <i>Risque relatif (RR) et modèle de régression multivarié de Cox à risque proportionnel pour l'évaluation du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales lors de collapsus laryngé de grade III</i> | 60 |
| 3. | <i>Résultats de l'étude</i> | 61 |
| 3.1. | <i>Description de l'échantillon</i> | 61 |
| 3.2. | <i>Étude des grades cliniques préopératoires</i> | 62 |
| 3.2.1. | <i>Caractéristiques cliniques des individus composant les groupes collapsus laryngé grade II et III</i> | 62 |
| 3.2.2. | <i>Test de Mann-Whitney pour l'étude du grade respiratoire préopératoire selon le grade de collapsus laryngé</i> | 63 |
| 3.2.3. | <i>Test de Mann-Whitney pour l'étude de la tolérance à l'effort préopératoire selon le grade de collapsus laryngé</i> | 64 |
| 3.2.4. | <i>Test de Mann-Whitney pour l'étude de la tolérance à la chaleur préopératoire selon le grade de collapsus laryngé</i> | 65 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.2.5. | Test de Mann-Whitney pour l'étude de la tolérance à l'excitation préopératoire selon le grade de collapsus laryngé..... | 66 |
| 3.2.6. | Test de Mann-Whitney pour l'étude des troubles digestifs préopératoires selon le grade de collapsus laryngé..... | 67 |
| 3.3. | Étude de la réponse à la chirurgie en fonction du grade de collapsus laryngé | 68 |
| 3.3.1. | Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la fonction respiratoire suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé..... | 68 |
| 3.3.2. | Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la tolérance à l'effort suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé..... | 70 |
| 3.3.3. | Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la tolérance à la chaleur suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé..... | 72 |
| 3.3.4. | Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la tolérance à l'excitation suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé..... | 74 |
| 3.3.5. | Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la fonction digestive suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé..... | 76 |
| 3.4. | Méthode de Kaplan-Meier et test du LogRank pour l'analyse de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé | 78 |
| 3.5. | Évaluation du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales selon le grade de collapsus laryngé..... | 81 |
| 4. | Discussion..... | 83 |
| 4.1. | Analyse critique des résultats et biais de notre étude | 83 |
| 4.1.1. | Résultats de l'évaluation préopératoire et de la réponse à la chirurgie et limites | 83 |
| 4.1.1.1. | Interprétation des stadifications préopératoires et de la réponse à la chirurgie des chiens atteints de syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales avec collapsus laryngé de grade III comparativement à ceux atteints de collapsus de grade II..... | 83 |
| 4.1.1.2. | Réflexion sur le biais de classement différentiel dans notre étude | 83 |
| 4.1.1.3. | Réflexion sur le biais de classement non différentiel dans notre étude | 84 |
| 4.1.1.4. | Réflexion sur le biais de sélection dans notre étude | 85 |
| 4.1.1.5. | Présence de facteurs de confusion potentiels..... | 85 |
| 4.1.1.6. | Interprétation des observations préopératoires et mise en relation avec les connaissances actuelles | 86 |
| 4.1.1.7. | Interprétation de la réponse à la chirurgie et mise en relation avec les connaissances actuelles | 88 |
| 4.1.2. | Résultats de l'analyse de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé | 90 |
| 4.1.2.1. | Réflexion sur les biais de classement dans l'analyse de survie | 90 |
| 4.1.2.2. | Réflexion sur le biais de sélection dans notre étude | 90 |
| 4.1.2.3. | Présence de facteurs de confusion potentiels..... | 91 |
| 4.1.2.4. | Interprétation de la fonction de survie et du test du LogRank..... | 91 |
| 4.1.3. | Résultats de l'évaluation du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales en fonction du grade de collapsus laryngé | 92 |
| 4.1.3.1. | Réflexion sur les biais de classement lors du calcul du risque relatif..... | 92 |
| 4.1.3.2. | Présence de facteurs de confusion potentiels..... | 92 |
| 4.1.3.3. | Réflexion sur la taille de l'échantillon | 93 |
| 4.1.3.4. | Interprétation du risque relatif..... | 93 |
| 4.2. | Limites de notre étude | 95 |
| 4.2.1. | Discussion sur la taille des échantillons | 95 |
| 4.2.2. | Discussion sur l'évaluation clinique | 95 |
| | Conclusion..... | 97 |
| | Liste des références bibliographiques | 99 |
| | Annexe 1 | 105 |
| | Annexe 2 | 108 |
| | Annexe 3..... | 109 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Les différents phénotypes crâniens canins. | 13 |
| Figure 2 : Mesure de l'angle crâniofacial (α) entre la base du crâne et l'axe facial (Meola, 2013).. | 14 |
| Figure 3 : Anatomie du nez du chien, comparaison de narines ouvertes et sténosées (Stieglitz et Rivière, 2014)..... | 15 |
| Figure 4 : Palais mou allongé (tiré par un fil) chez un carlin de 6 mois pris en charge chirurgicalement pour syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (Iconographie personnelle, service de chirurgie du CHUVA) | 17 |
| Figure 5 : Image tomodensitométrique en coupe sagittale d'un épaissement du palais mou (flèche) chez un bouledogue Français de 2 ans (Dupré et Heidenreich, 2016)..... | 17 |
| Figure 6 : Coupes transversales du palais mou central provenant (a) d'un chien mésocéphale et (b) d'un chien atteint d'un syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales sévère, démontrant une réduction massive de la masse musculaire, en particulier dans les muscles palatins appariés (flèches noires) (microscope optique, coloration à l'hématoxyline et éosine, bar = 2000 μ m) (Crosse <i>et al.</i> , 2015)..... | 18 |
| Figure 7 : Image tomodensitométrique en coupe transversale sagittale de crâne : A) mésocéphale, B) brachycéphale. Augmentation du tissu de la langue et diminution marquée de l'aire oropharyngée du brachycéphale par rapport au mésocéphale (Jones <i>et al.</i> , 2020)..... | 19 |
| Figure 8 : Rhinoscopies antérieures de chien..... | 20 |
| Figure 9 : Rhinoscopies rétrogrades montrant la vue des choanes (optique rigide à 120°)..... | 20 |
| Figure 10 : Comparaison des images tomodensitométriques en coupe transversale sagittale d'un berger allemand (A) et d'un carlin (B). | 20 |
| Figure 11 : Radiographie latérale permettant l'établissement du rapport lumière trachéale / distance d'entrée thoracique (Lodato et Hedlund, 2012a)..... | 21 |
| Figure 12 : Bilan des principaux changements anatomiques primaires ayant un retentissement clinique majeur sur la sévérité du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (Buzek <i>et al.</i> , 2022) | 22 |
| Figure 13 : Vue rostrale du larynx. L'espace au centre correspond à la fente de la glotte (Bergeaud, 2010)..... | 24 |
| Figure 14 : Les grades de collapsus laryngés : schématisés (Source : Melbourne Bulldog Clinic) et associés à leur images endoscopiques (Source : Service de médecine du CHUVA)..... | 26 |
| Figure 15 : Image endoscopique des bronches sous-segmentaire ventrale crâniale gauche présentant un collapsus de grade 1 (flèche noire) et sous-segmentaire dorsale crâniale gauche présentant un collapsus de grade 3 (flèche blanche) chez un chien (Lorenzi <i>et al.</i> , 2009)..... | 27 |
| Figure 16 : Illustrations d'examen endoscopiques œsophagiens et gastroduodénaux. | 29 |

| | |
|---|----|
| Figure 17 : Carlin de mâle de 2 ans diagnostiqué et sous traitement pour un ulcère cornéen à l'œil gauche (Packer <i>et al.</i> , 2015)..... | 30 |
| Figure 18 : Radiographies thoraciques caractéristiques de lésions de bronchopneumonie par fausse déglutition (Centre d'imagerie du CHUVA) | 37 |
| Figure 19 : Radiographies thoraciques d'un œdème non cardiogénique chez un staffordshire terrier anglais de 5 mois avec syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales sévère. | 39 |
| Figure 20 : Photographie d'un test par pléthysmographie barométrique du corps entier sur un bouledogue français (Liu <i>et al.</i> , 2015)..... | 41 |
| Figure 21 : Définition des termes de pléthysmographie | 41 |
| Figure 22 : Exemples de tracés de flux respiratoires obtenus par PBCE (Liu <i>et al.</i> , 2016)..... | 42 |
| Figure 23 : Chirurgie d'alaplastie sur un carlin de 6 mois, par incision horizontale, narine droite opérée, narine gauche avant prise en charge encore sténosée (Source : photographie personnelle au service de chirurgie du CHUVA) | 47 |
| Figure 24 : Illustration de la procédure d'alapexie..... | 47 |
| Figure 25 : Vue schématique de palatoplastie à lambeau plié. | 49 |
| Figure 26 : Schéma d'une sacculéctomie laryngée gauche aux ciseaux de Metzemaum (Lodato et Hedlund, 2012b)..... | 50 |
| Figure 27 : Récapitulatif des dates importantes du protocole d'étude (production personnelle) | 58 |
| Figure 28 : Répartition raciale des individus inclus dans l'étude | 61 |
| Figure 29 : Courbes de survie (en jours) selon le grade de collapsus laryngé (rouge : collapsus de grade III, bleu : collapsus de grade II, trait vertical : individu censuré) d'après la méthode de Kaplan-Meier, obtenue à l'aide du logiciel SAS® Studio | 80 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Angle crâniofacial des différents phénotypes (Meola, 2013) | 14 |
| Tableau 2 : Classification des degrés de sténose des narines basée sur le degré de déplacement axial du cartilage nasal dorsolatéral et la réponse à l'effort (Liu et al., 2017) | 16 |
| Tableau 3 : Synthèse des résultats postopératoires du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales de différents articles..... | 52 |
| Tableau 4 : Synthèse des différentes données actuelles de l'influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic postopératoire | 53 |
| Tableau 5 : Récapitulatif des données recueillies pour le calcul du risque relatif | 60 |
| Tableau 6 : Caractéristiques cliniques des deux groupes étudiés dans le cadre de l'établissement des grades cliniques préopératoires et des deltas (collapsus laryngés de stades II et III)..... | 62 |
| Tableau 7 : Grades respiratoires avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires. Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 63 |
| Tableau 8 : Grades de tolérance à l'effort avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires. Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®..... | 64 |
| Tableau 9 : Grades de tolérance à la chaleur avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires. Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®..... | 65 |
| Tableau 10 : Grades de tolérance à l'excitation avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires. Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 66 |
| Tableau 11 : Grades de troubles digestifs avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires. Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®..... | 67 |
| Tableau 12 : Grades respiratoires avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du Δ_{respi} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires | 69 |
| Tableau 13 : Valeurs des médianes des Δ_{respi} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 70 |
| Tableau 14 : Grades de tolérance à l'effort avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du Δ_{effort} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires..... | 71 |
| Tableau 15 : Valeurs des médianes des Δ_{effort} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 72 |

| | |
|--|----|
| Tableau 16 : Grades de tolérance à la chaleur avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du Δ_{chaleur} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires..... | 73 |
| Tableau 17 : Valeurs des médianes des Δ_{chaleur} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 74 |
| Tableau 18 : Grades de tolérance à l'excitation avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du $\Delta_{\text{excitation}}$ selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires..... | 75 |
| Tableau 19 : Valeurs des médianes des $\Delta_{\text{excitation}}$ selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 76 |
| Tableau 20 : Grades digestifs avant et après chirurgie, traitement à long terme (pansements digestifs ou antiacides) et calcul du Δ_{dig} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires..... | 77 |
| Tableau 21 : Valeurs des médianes des Δ_{dig} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV® | 78 |
| Tableau 22 : Caractéristiques cliniques des deux groupes étudiés dans le cadre de la fonction de survie (collapsus laryngés de stades II et III) | 79 |
| Tableau 23 : Caractéristiques cliniques des deux groupes étudiés dans le cadre du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (collapsus laryngés de stades II et III)..... | 81 |
| Tableau 24 : Récapitulatif des données recueillies pour le calcul du risque relatif | 81 |

Liste des abréviations

CAC : Cornets Aberrant Caudaux

CAR : Cornets Aberrants Rostraux

CHUVA : Centre Hospitalier Vétérinaire d'Alfort

CKCS : Cavalier King Charles Spaniel

ETT : Test de Tolérance à l'Effort

PBCE : Pléthysmographie Barométrique du Corps Entier

RR : Risque Relatif

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë

SORB : Syndrome Obstructif Respiratoire des races Brachycéphales

TID : Distance d'entrée du Thorax

TD : Diamètre de la lumière Trachéale

3R : Largeur du tiers proximal de la troisième côte

Introduction

Les races canines brachycéphales ou races « à crâne court » sont des races que l'on retrouve assez communément dans notre société. On compte parmi elles le bulldog anglais, le bouledogue français, le carlin, le boston terrier mais aussi le pékinois, le shih tzu, le cavalier king charles spaniel (CKCS), le chihuahua, ou le boxer. Cette liste est cependant non exhaustive car la définition du terme brachycéphale varie selon les auteurs.

D'après la Société Centrale Canine, en 2021 on retrouvait au palmarès des vingt races les plus inscrites au Livre des Origines Français quatre de ces races : le CKCS (huitième), le bouledogue français (douzième), le chihuahua (seizième) et le shih tzu (dix-neuvième), témoignant de leur popularité (Société Centrale Canine, 2022).

Ces races sont régulièrement sujettes au syndrome obstructif respiratoire spécifique des chiens brachycéphales (SORB). Il se traduit notamment par un stertor, des difficultés respiratoires, une fatigabilité à l'effort, une intolérance à la chaleur, ainsi que des troubles digestifs (régurgitations, vomissements, aérophagie). Des situations potentiellement graves peuvent survenir : syncope, cyanose, coup de chaleur. Leur bien-être est donc questionnable, d'autant plus que la longévité de ces races est de 3 ans inférieure aux autres morphotypes (Michell, 1999).

Cette question a mené à réfléchir sur le long terme à des méthodes de sélection différentes des critères de race (allonger la face notamment), mais à plus court terme à rechercher des moyens efficaces d'améliorer les conditions de vie de ces animaux. C'est ainsi que des méthodes chirurgicales ont été développées, dans le but de faciliter la respiration de ces chiens par élargissement des voies aériennes supérieures.

Il a déjà été montré que la chirurgie permet une amélioration des conditions de vie des chiens présentant un SORB. Certaines études décrivent jusqu'à 90% d'amélioration des manifestations cliniques (Dupré et Heidenreich, 2016). D'autres se sont penchées sur l'utilité d'une intervention précoce (dès l'âge de trois à quatre mois) qui permettrait une amélioration du pronostic à long terme (Meola, 2013).

Quelques études se sont intéressées au moins partiellement à l'influence d'un collapsus laryngé sévère sur le pronostic de récupération de l'animal. Une étude rétrospective de 2006 réalisée sur 64 chiens dont 34 présentaient un collapsus laryngé tend à démontrer de bons résultats à long terme y compris pour les animaux avec collapsus laryngé sévère (Torrez et Hunt, 2006). Cependant des études rétrospectives plus anciennes tendaient à démontrer un pronostic à long terme moins optimiste : l'une d'entre elle menée sur 10 ans aurait considéré une amélioration à long terme chez 71% des chiens avec une différence statistiquement significative de la représentation des chiens avec faible grade de collapsus laryngé (81,5%) contre seulement 17% d'animaux avec collapsus laryngé sévère (Harvey, 1983).

Au cours d'une étude menée sur sept chiots brachycéphales avec collapsus laryngé de grade I à III, deux chiots sont décédés ayant respectivement un collapsus de grade II et III (Pink *et al.*, 2006). Cette étude bien que menée sur un faible nombre d'individus semble quant à elle annoncer les prémices d'une influence du grade sur le résultat post-opératoire. Il ressort de ces différentes études une hétérogénéité des résultats publiés jusqu'à présent motivant notre intérêt pour ce sujet. Cette

thèse cherche à évaluer si l'existence préopératoire d'un collapsus laryngé de grade avancé (grade III) modifie le pronostic de la prise en charge chirurgicale à court et long terme.

Notre hypothèse est qu'un collapsus laryngé de grade plus élevé (III) serait associé à un assombrissement du pronostic de récupération voire du pronostic vital de l'animal opéré.

La première partie de ce travail est une synthèse bibliographique des connaissances actuelles sur le SORB (anomalies anatomiques, manifestations cliniques, prises en charge). La seconde partie présente les résultats de notre étude rétrospective et prospective. La sélection des cas a porté sur les chiens brachycéphales admis au Centre Hospitalier Vétérinaire d'Alfort (CHUVA) entre octobre 2007 et mars 2023, sur lesquels un SORB a été diagnostiqué et pris en charge chirurgicalement et sur lesquels le grade du collapsus laryngé avait été préalablement gradé II ou III. Les grades I n'ont pas été inclus dans l'étude. Nous avons pu établir les scores cliniques pré- et postopératoires des individus sélectionnés, nous permettant d'évaluer l'atteinte clinique initiale ainsi que la réponse à la chirurgie selon le grade II ou III de collapsus laryngé. Nous nous sommes ensuite intéressés à la survie après chirurgie selon le grade de collapsus, ainsi qu'aux causes de décès afin de démontrer si les individus atteints de collapsus laryngé de grade III étaient plus susceptibles de décéder du SORB que ceux atteints de collapsus de grade II.

Première partie : Syndrome obstructif des races brachycéphales, synthèse des connaissances actuelles

1. Anomalies anatomiques et physiopathologiques des races brachycéphales

Les races brachycéphales possèdent de nombreuses particularités anatomiques propres. Ces particularités anatomiques peuvent être distingués en deux catégories : les signes dits « primaires » présents dès la naissance et les signes dits « secondaires » consécutifs aux modifications physiologiques entraînées par les signes primaires (Trostel et Frankel, 2010).

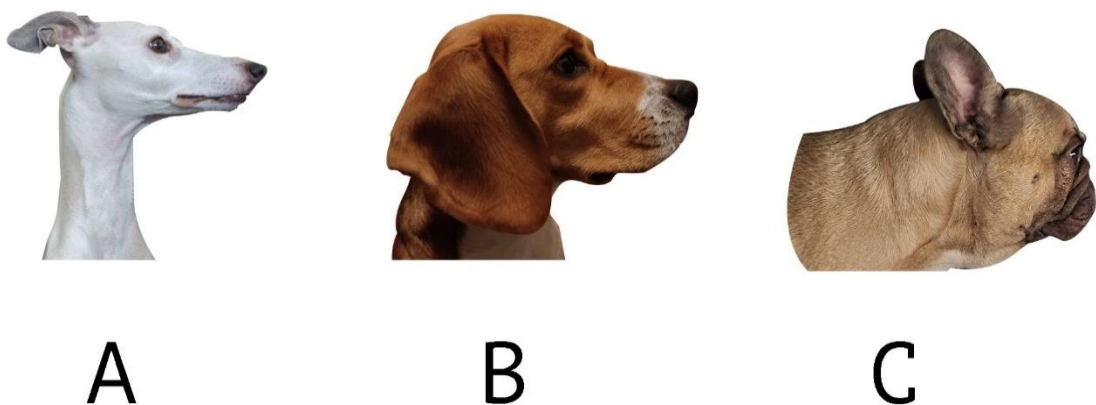
1.1. Manifestations anatomiques primaires

1.1.1. Anomalies de conformation du crâne

Le terme brachycéphale vient du grec ancien *brakus* (court) et *kephalê* (tête) et signifie étymologiquement « qui a le crâne court ». Il s'oppose en termes de phénotype crânien à son extrême opposé les dolichocéphales ayant un museau long et un crâne étroit (tels que les lévriers ou les colleys). Le phénotype intermédiaire correspond aux mésocéphales dont la longueur de museau et les proportions crâniennes sont moyennes (tels que les beagles ou les golden retrievers) (Figure 1) (Ekenstedt *et al.*, 2020). Les dolichocéphales et mésocéphales seront par la suite regroupés sous l'appellation « normocéphales » par opposition aux « brachycéphales ».

Figure 1 : Les différents phénotypes crâniens canins.

A : Dolichocéphale (lévrier), B : Mésocéphale (beagle), C : Brachycéphale (bouledogue français). (Iconographie personnelle)



Des mesures précises de l'angle crâniofacial (Figure 2) situé entre la base du crâne et l'axe facial permettent de déterminer les intervalles définissant l'appartenance à l'un des trois phénotypes (Meola, 2013) (Tableau 1). D'autres éléments morphologiques du crâne peuvent également être pris en compte, notamment le rapport largeur / longueur du crâne qui chez les brachycéphales est supérieur ou égal à 0,81 (Meola, 2013).

Figure 2 : Mesure de l'angle crâniofacial (α) entre la base du crâne et l'axe facial (Meola, 2013)

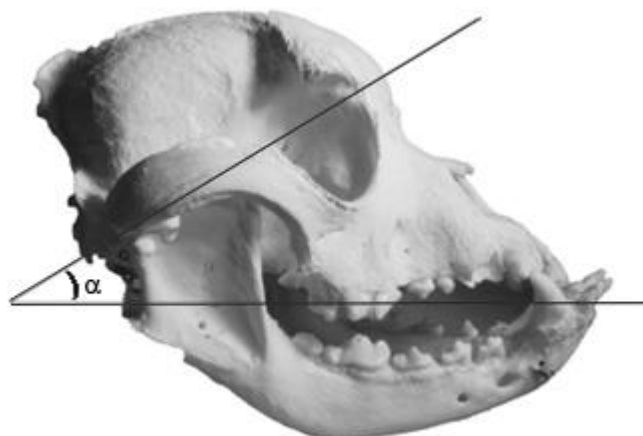


Tableau 1 : Angle crâniofacial des différents phénotypes (Meola, 2013)

| Phénotype | Dolichocéphale | Mésocéphale | Brachycéphale |
|------------------------|----------------|-------------|---------------|
| Angle crâniofacial (°) | 25-26 | 19-21 | 9-14 |

La morphologie brachycéphale est issue d'une sélection artificielle sur plusieurs décennies ayant recherché des individus présentant une ankylose précoce du cartilage épiphysaire basique du crâne, entraînant une chondrodysplasie de l'axe longitudinal du crâne (Meola, 2013). Une étude américaine de 2010 soupçonne l'intervention du gène THSB2 codant la thrombospondine 2 (Bannasch *et al.*, 2010). Cette recherche de crâne plus court et plus massif s'est traduite anatomiquement par un raccourcissement rostro-caudal du museau, lui-même nécessitant un raccourcissement des os profonds à savoir prémaxillaires et maxillaires. Ces modifications squelettiques sont elles-mêmes parfois assorties d'anomalies notamment au niveau de la mâchoire (apparition de prognathisme) mais également au niveau des sinus frontaux diminués à absents, ou des cornets nasaux qui peuvent être aberrants chez ces races. Cela conduit également à une compression du passage nasal et à une altération de l'anatomie pharyngée et des tissus mous associés qui seront développées ci-après (1.1.2.) (Dupré et Heidenreich, 2016).

1.1.2. Modifications des tissus mous

1.1.2.1. Sténose des narines

Les narines constituent la porte d'entrée des voies respiratoires. Elles appartiennent au « nez externe ». Ce dernier est divisé intérieurement en deux cavités, les vestibules nasaux, dont l'entrée de chacun est définie par une narine (recouverte d'un épiderme kératinisé épais) et mène, après une région de constriction, à la cavité nasale beaucoup plus grande placée au-delà.

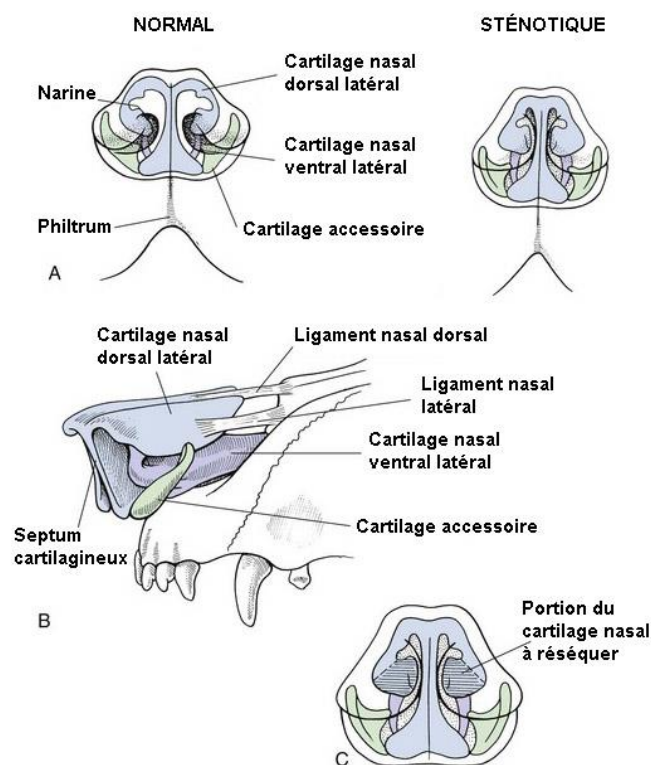
La Figure 3 détaille l'anatomie du nez du chien, notamment les différents cartilages soutenant sa structure, ainsi que les ligaments permettant la mobilité de la partie dorsolatérale de la narine. Physiologiquement, les narines des chiens ont une forme de virgule, avec la queue courbant

latéralement sous l'aile, pouvant être modifiée activement par action des muscles faciaux sur l'aile latérale ou passivement par l'augmentation du débit d'air (Dyce *et al.*, 2017).

La sténose des narines est l'une des anomalies primaires les plus répandues au sein des populations brachycéphales. Selon les études sa prévalence est évaluée entre 40% et 85,1% des chiens présentant un SORB (Torrez et Hunt, 2006 ; Riecks *et al.*, 2007 ; Fasanella *et al.*, 2010). Elle est due à une malformation congénitale du plan nasal : le cartilage supportant les narines est trop faible, de trop petite taille et d'inclinaison médiale, entraînant l'affaissement des ailes qui rétrécit les narines, surtout durant l'inspiration. Cela provoque une pression négative trop importante au niveau des voies respiratoires supérieures lors de l'inspiration, à l'origine de remaniement des tissus mous qui constitueront les anomalies secondaires (Trostel et Frankel, 2010 ; Dyce *et al.*, 2017).


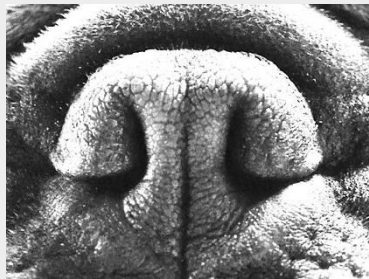
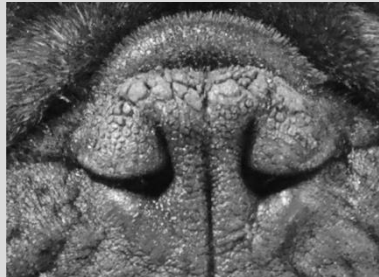

Une étude de 2017 a démontré que les narines sténosées étaient un très bon facteur prédictif positif du risque de développer un SORB (Liu *et al.*, 2017a).

Figure 3 : Anatomie du nez du chien, comparaison de narines ouvertes et sténosées (Stieglitz et Rivière, 2014)



Il existe différents stades de sténoses des narines de la discrète réduction de diamètre (narines sténosées légères), à la persistance d'une mince fente (narines sévèrement sténosées). Cependant, comme nous l'avons évoqué ci-dessus, le diamètre des narines est dynamique, variant notamment avec l'activité. Nous présentons ci-après la classification proposée en 2017 par Liu et al. définissant les degrés de sténose en prenant en compte à la fois le déplacement axial du cartilage nasal dorsolatéral et la réponse à l'effort (Liu *et al.*, 2017b) (Tableau 2).

Tableau 2 : Classification des degrés de sténose des narines basée sur le degré de déplacement axial du cartilage nasal dorsolatéral et la réponse à l'effort (Liu et al., 2017)

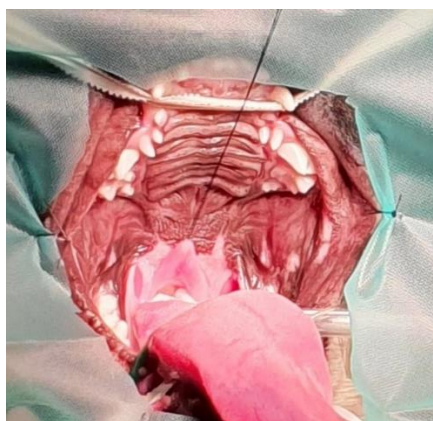
| Degré de sténose | Caractérisation | Illustration (représentatives de bouledogues français) |
|-------------------------------------|--|---|
| Narines ouvertes | Narines grandes ouvertes |  |
| Narines sténotiques légères | <p>Narines légèrement rétrécies mais la paroi latérale des narines ne touche pas la paroi nasale médiale.</p> <p>Immédiatement après le test de tolérance à l'effort (ETT), les ailes des narines doivent se déplacer dorso latéralement pour s'ouvrir sur l'inspiration.</p> |  |
| Narines modérément sténosées | <p>La paroi latérale des narines touche la paroi nasale médiale de la partie dorsale des narines et les narines ne sont ouvertes qu'en bas. Immédiatement après l'ETT, les ailes des narines ne peuvent pas bouger dorso latéralement et il peut y avoir un évasement nasal (c.-à-d. une contraction musculaire autour du nez essayant d'agrandir les narines)</p> |  |
| Narines sévèrement sténosées | <p>Les narines sont presque fermées. Le chien peut passer de la respiration nasale à la respiration orale lors de stress ou d'exercice très doux comme jouer.</p> |  |

1.1.2.2. Allongement et hyperplasie du palais mou

Le palais est anatomiquement constitué de deux parties : l'une osseuse et rostrale (palais dur) et l'autre membraneuse et caudale (palais mou) en continuité. Il constitue la frontière entre les voies respiratoires (nasopharynx) et digestives (oropharynx) en avant du larynx.

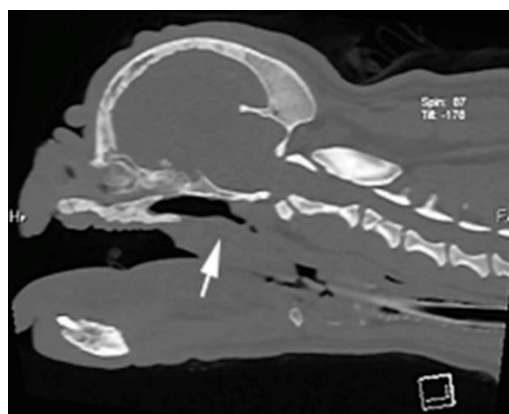
Chez les normocéphales, le palais mou s'étend en arrière de la dernière molaire supérieure. Chez les brachycéphales en revanche, le raccourcissement facial n'est pas assorti d'une réduction proportionnelle des tissus mous des voies aériennes supérieures. On observe alors un palais mou pouvant s'étendre jusqu'au-delà de l'extrémité de l'épiglotte, le rendant flottant et pouvant obstruer la *rima glottidis* lors de l'inspiration (Ekenstedt et al., 2020 ; Evans and de Lahunta, 2013) (Figure 4). Selon les études l'allongement du palais mou touche la quasi-totalité voire la totalité des animaux atteints d'un SORB (Fasanella *et al.*, 2010 ; Grand et Bureau, 2011).

Figure 4 : Palais mou allongé (tiré par un fil) chez un carlin de 6 mois pris en charge chirurgicalement pour syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (Iconographie personnelle, service de chirurgie du CHUVA)



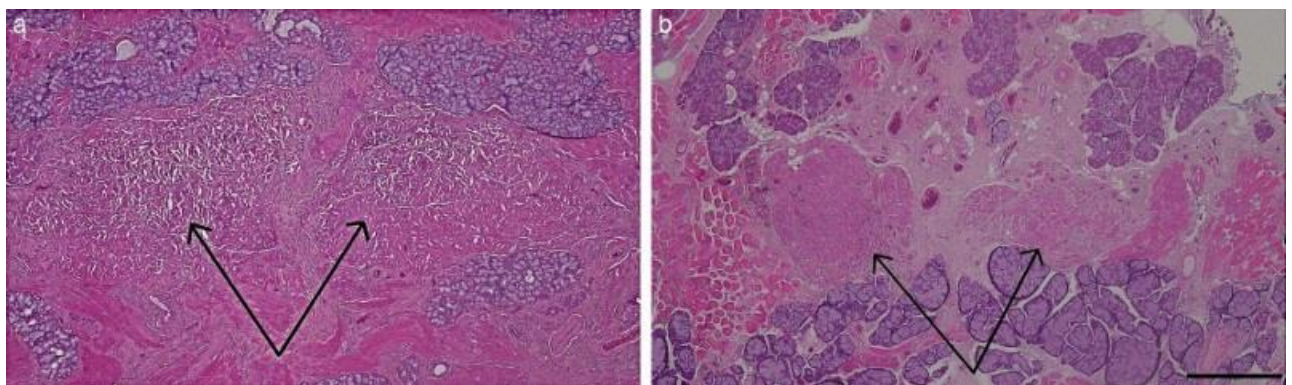
À la longueur excessive s'ajoute l'augmentation d'épaisseur -notamment rostrale- du palais mou (Figure 5). Longtemps considérée comme mineure, une étude de 2011 s'est penchée à l'aide de la tomodensitométrie sur les variations d'épaisseur et de longueur du palais mou en fonction de la gravité clinique du SORB. Deux groupes ont été constitués en fonction du degré clinique (pas ou faiblement atteint versus modérément à gravement atteint). Il en est ressorti que l'épaississement du palais mou constituait une composante majeure de la sévérité du SORB tandis que la longueur du palais était commune aux deux groupes (Grand et Bureau, 2011).

Figure 5 : Image tomodensitométrique en coupe sagittale d'un épaississement du palais mou (flèche) chez un bouledogue Français de 2 ans (Dupré et Heidenreich, 2016)



Anatomiquement, le palais mou est composé de tissu musculaire et glandulaire délimité par la muqueuse oro- et nasopharyngée (Evans et de Lahunta, 2013). Auparavant attribuée à une hypertrophie musculaire, des études récentes basées sur l'examen histologique des tissus tendent à associer l'hyperplasie du palais mou des races brachycéphales à une dégénérescence musculaire aiguë et chronique ainsi qu'à de la nécrose des muscles du palais (Figure 6). Cela serait également assorti d'une hyperplasie et d'un œdème des glandes muqueuses de la *lamina propria*, ainsi que d'une augmentation des proportions de tissus salivaires responsables du volume plus important (Crosse *et al.*, 2015).

Figure 6 : Coupes transversales du palais mou central provenant (a) d'un chien mésocéphale et (b) d'un chien atteint d'un syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales sévère, démontrant une réduction massive de la masse musculaire, en particulier dans les muscles palatins appariés (flèches noires) (microscope optique, coloration à l'hématoxyline et éosine, bar = 2000 µm) (Crosse *et al.*, 2015)

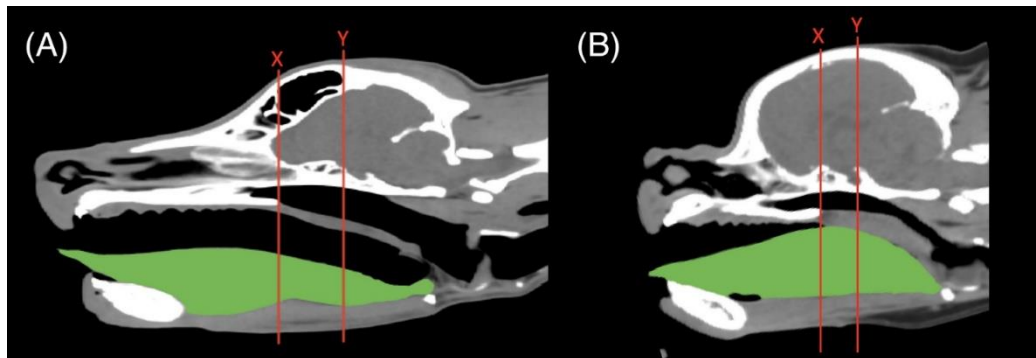


L'élongation et l'épaississement du palais mou participent à l'apparition d'une pression négative dans les voies respiratoires du fait de l'effort respiratoire accru, et conduisent à des composantes secondaires supplémentaires qui seront évoquées ci-après (1.2) (Fasanella *et al.*, 2010).

1.1.2.3. Macroglossie

Comme mentionné précédemment, le raccourcissement du crâne des races brachycéphales n'est pas assorti d'une suppression de la croissance des tissus mous. Par conséquent, cela entraîne des dimensions incongrues et une réduction de la lumière des voies respiratoires supérieures par cet excès de tissus mous qui bloque le flux d'air. Ainsi, le palais se retrouve de taille relativement augmentée, mais la langue également (Figure 7). Celle-ci se trouve être trop épaisse et trop longue, contribuant ainsi au déplacement dorsal du palais mou (Ekenstedt *et al.*, 2020).

Figure 7 : Image tomodensitométrique en coupe transversale sagittale de crâne : A) mésocéphale, B) brachycéphale. Augmentation du tissu de la langue et diminution marquée de l'aire oropharyngée du brachycéphale par rapport au mésocéphale (Jones *et al.*, 2020)



Cependant, il est important de noter que le volume de la langue n'est excessif que lorsqu'il est rapporté au poids corporel. En effet, une étude par tomodensitométrie en 2020 a démontré que le volume absolu de la langue n'était pas significativement plus élevé chez les brachycéphales que chez les mésocéphales. On parle de macroglossie relative (Jones *et al.*, 2020).

L'importance de la macroglossie relative diffère d'une race brachycéphale à l'autre. Dans une étude portant sur trois races brachycéphales, il a été démontré que le volume de la langue était moins important chez les carlins que chez les bouledogues anglais et français. Ainsi, la macroglossie n'est pas systématiquement présente chez tous les brachycéphales (Siedenbourg et Dupré, 2021).

1.1.3. Cornets nasaux aberrants

Chez le chien, seules les parties caudale et dorsale du septum séparant les deux cavités nasales s'ossifient. Les cavités nasales sont étroitement remplies de conques nasales et ethmoïdales. La moitié rostrale loge les conques dorsale et ventrale. Ces conques envahissent également la partie inférieure du sinus frontal. (Dyce *et al.*, 2017).

Initialement peu prise en compte, l'existence chez les chiens de race brachycéphale de cornets nasaux aberrants est prouvée. Au moins 21% des animaux atteints de SORB en présentent (Ginn *et al.*, 2008).

Le raccourcissement extrême du crâne facial des brachycéphales conduit à une configuration anormale des conques dû à un espace insuffisant pour leur développement. Ainsi, le tissu conchal aberrant et malformé obstrue les voies respiratoires nasales des chiens brachycéphales à des degrés divers et avec des anomalies variables. Cela se manifeste par un contact direct non physiologique multiple de la surface muqueuse (Figure 8). Les conques ont tendance à faire saillie dans les voies respiratoires intranasales en direction caudale (cornets aberrants caudaux : CAC) - passant ventralement à l'aile du vomer et se propageant caudalement dans le méat nasopharyngé – et en direction rostrale (cornets aberrants rostraux : CAR) (Figure 9, Figure 10) (Oechtering *et al.*, 2007).

Figure 8 : Rhinoscopies antérieures de chien

A) normocéphale et B) brachycéphale. Vue endoscopique du vestibulum nasi dans la cavité nasale gauche : corps de houle septale ventrale (CHSV), corps de houle septale dorsale (CHSD), pli droit (PLD), pli alaire (PLA), pli basal (PLB) et cornet aberrant rostral (CAR) provenant de la conque nasale obstruée (**Oechtering et al., 2016a**)

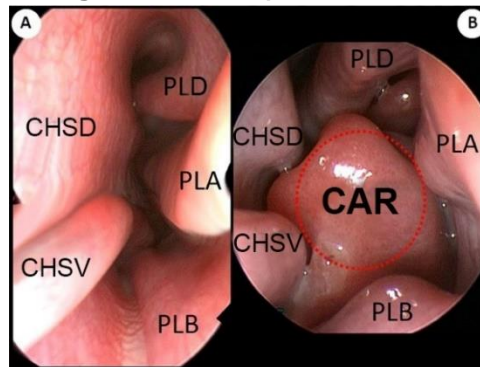


Figure 9 : Rhinoscopies rétrogrades montrant la vue des choanes (optique rigide à 120°).

A) normocéphale : les deux méats nasopharyngés (MNP gauche : LMNP et droit : RMNP) séparés par la cloison nasale caudale visibles **B) Brachycéphale** : vue des MNP bloquée par un volumineux cornet aberrant caudal (CAC) (**Oechtering et al., 2016a**)

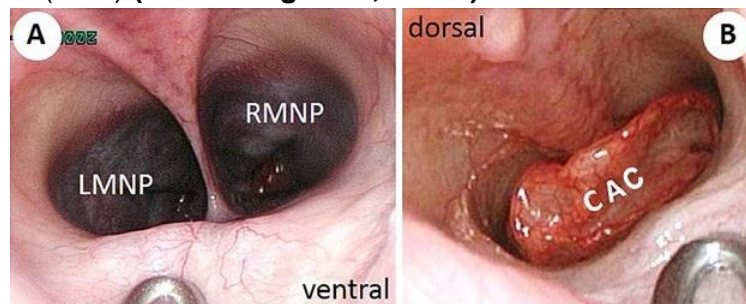
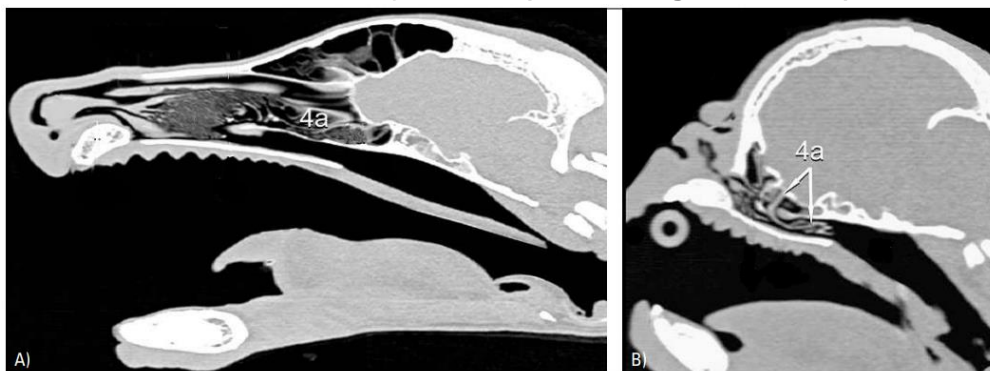


Figure 10 : Comparaison des images tomодensitométriques en coupe transversale sagittale d'un berger allemand (A) et d'un carlin (B).

Depuis le cornet moyen (4a), les cornets aberrants se propagent caudalement chez les carlins. Le cornet aberrant obstrue la choane correspondante (**Oechtering et al., 2007**)



D'un point de vue physiopathologique, jusqu'en 2016, la présence de narines sténosées et l'obstruction causée par le palais mou (longueur et épaisseur excessives) étaient considérées comme déterminante dans l'augmentation pathologique de la résistance des voies respiratoires. L'obstruction prononcée par les cornets nasaux aberrants aurait la même importance clinique que

les narines sténotiques de haut grade. La question de la prise en charge chirurgicale se pose lorsqu'ils sont objectivés à l'endoscopie (Oechtering *et al.*, 2016a).

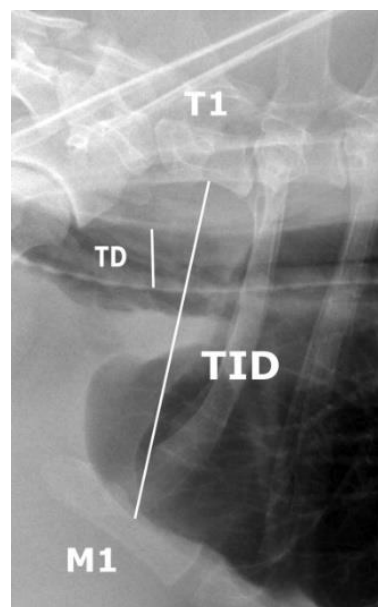
1.1.4. Hypoplasie trachéale

L'hypoplasie trachéale est une anomalie congénitale que l'on peut retrouver chez les chiens brachycéphales, bien que moins fréquente que les anomalies précédemment citées. Elle est rapportée dans une étude comme affectant 13% des chiens atteints de SORB (Dupré et Heidenreich, 2016).

L'hypoplasie trachéale correspond à une diminution du diamètre trachéal sur toute sa longueur caractérisée par une lumière trachéale uniformément rétrécie. Les chiens touchés ont de petits anneaux de cartilage trachéal avec chevauchement des extrémités et une membrane trachéale dorsale étroite ou absente. Régulièrement diagnostiquée par radiographie, elle peut être mise en évidence après estimation du diamètre trachéal selon deux méthodes possibles (Meola, 2013 ; Ingman *et al.*, 2014 ; Regier *et al.*, 2020) :

- Le rapport du diamètre de la lumière trachéale à la distance d'entrée thoracique (TD/TID). Le diamètre de la lumière trachéale (TD) est la mesure de la lumière réalisée perpendiculairement à l'axe long de la trachée, où le TID coupe le point médian de la trachée. La distance d'entrée du thorax (TID) correspond sur un cliché radiographique latéral à la distance séparant la face ventrale de T1 et la face dorsale du manubrium à son point le plus étroit (Figure 11).

Figure 11 : Radiographie latérale permettant l'établissement du rapport lumière trachéale / distance d'entrée thoracique (Lodato et Hedlund, 2012a)



Un chien normocéphale est défini comme ayant une hypoplasie trachéale pour un rapport TD/TID inférieur à 0,2. Cette norme est abaissée à 0,16 pour les brachycéphales, traduisant l'existence d'une tolérance permanente à une hypoplasie discrète dans ces races. Chez le bouledogue anglais

(race brachycéphale ayant la plus forte incidence d'hypoplasie trachéale) la norme est même de 0,12 (Dupré et Heidenreich, 2016)

- Le rapport entre le diamètre luminal trachéal thoracique et la largeur du tiers proximal de la troisième côte (TD/3R).

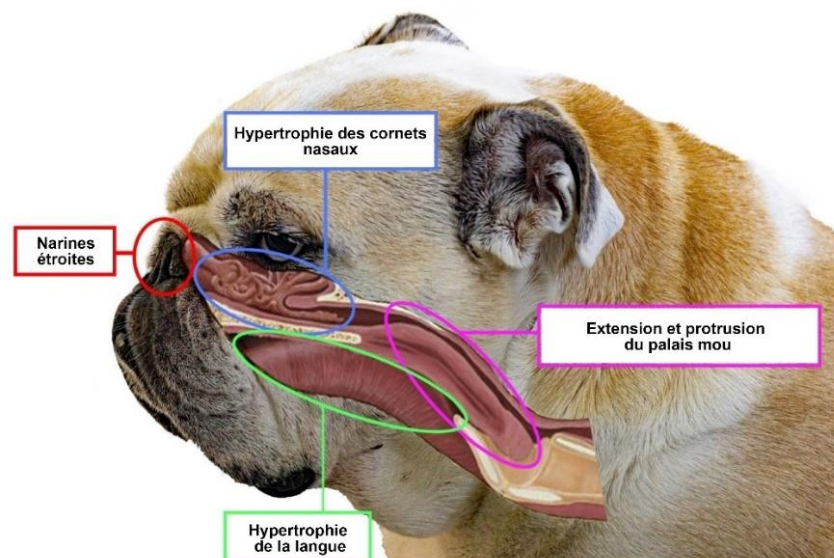
Une trachée est considérée hypoplasique lorsque le rapport TD/3R est inférieur à 2.

Bien que l'hypoplasie trachéale augmente la résistance des voies respiratoires, sa contribution au syndrome serait d'après Dupré et Heidenreich minime (Dupré et Heidenreich, 2016). Cela est à relativiser du fait que certaines études ont montré une relative mauvaise concordance d'interprétation des images dépendant à la fois de la méthode et de l'interprète, et remettant en question à la fois la valeur diagnostique mais aussi l'impact sur l'évaluation clinique et/ou le dépistage médical. De plus, les méthodes de mesures ne sont applicables que sur un animal ayant terminé sa croissance (Ingman *et al.*, 2014).

1.1.5. Conclusion

Les brachycéphales possèdent à des degrés divers des modifications morphologiques primaires dues à leur raccourcissement facial, à savoir des anomalies de conformations du crâne, des narines sténosées, un allongement et une hyperplasie du palais mou, une macroglossie, des cornets nasaux aberrants, et une hypoplasie trachéale. Ces différentes anomalies primaires contribuent à une augmentation de la résistance des voies respiratoires entraînant des modifications dites secondaires sur les voies respiratoires et le tractus digestif (Figure 12).

Figure 12 : Bilan des principaux changements anatomiques primaires ayant un retentissement clinique majeur sur la sévérité du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (Buzek *et al.*, 2022)



1.2. Manifestations anatomiques secondaires

Comme nous l'avons vu précédemment, les changements anatomiques primaires sont à l'origine d'une augmentation de la résistance des voies respiratoires, notamment par diminution de leur diamètre, comme l'explique la loi de Poiseuille :

$$\textit{Résistance} = \frac{8 \times \textit{viscosité du fluide} \times \textit{longueur tuyau}}{\pi \times \textit{rayon interne du tuyau}^4}.$$

Ces modifications sont également à l'origine d'une augmentation de la dépression dans les voies respiratoires supérieures. Pour rappel, l'inspiration est un phénomène actif nécessitant l'action de différents muscles (diaphragme, muscles intercostaux externes) entraînant une augmentation du volume de la cage thoracique et ainsi un abaissement de la pression y régnant (loi des gaz parfaits $PV = nRT$). Les flux d'air s'effectuant des hautes vers les basses pressions, il en résulte une entrée d'air dans les poumons. À l'inverse, l'expiration est un processus passif (Pilot-Storck, 2022). Ainsi, chez les brachycéphales, lors de l'inspiration, le gradient de pression se trouve augmenté, et l'expiration est forcée, induisant des modifications pathologiques dans les structures environnantes, ce sont les anomalies secondaires.

1.2.1. Anomalies laryngées

1.2.1.1. Rappels anatomiques

Le larynx est une formation tubulaire cartilagineuse et membraneuse constituant le segment initial de l'arbre aérophore. Il permet la connexion entre le pharynx et l'arbre trachéobronchique, situé sous le pharynx et à l'arrière de la bouche, et est suspendu à la boîte crânienne par l'appareil hyoïdien (Dyce *et al.*, 2017).

Il possède un rôle dans la régulation des flux d'air dans les voies respiratoires, un rôle de phonation, et un rôle de protection physique des voies respiratoires (obstacle aux corps étrangers par divers processus) (Unité pédagogique d'anatomie de l'ENVA, 2022).

Il est composé de cinq cartilages : l'épiglotte (impaire), les cartilages aryénoïdes (pairs), le cartilage thyroïde (impair) et le cartilage cricoïde (impair) (Evans et de Lahunta, 2013 ; Dyce *et al.*, 2017 ; Unité pédagogique d'anatomie de l'ENVA, 2022).

- Le cartilage épiglottique : le plus rostral. Losangique et saillant, il est en forme de feuille. Il circonscrit ventralement l'entrée du larynx et peut l'obstruer en se rabattant du fait de son apex libre et mobile. Au repos (i.e. hors déglutition), la lame du cartilage épiglottique s'incline dorso caudalement au palais mou.
- Les cartilages aryénoïdes : en grande partie masqués par le cartilage thyroïde, ils s'articulent au bord de la lame du cricoïde et sont les cartilages principaux dans l'appréciation endoscopique du larynx évoquée ci-après. De forme grossièrement pyramidale, on peut distinguer sur la facette caudale s'articulant avec la marge rostrale du cricoïde trois reliefs d'intérêt rayonnant de cette articulation :
 - Un processus vocal : ventral à chaque cartilage aryénoïde et sur lequel s'attache la corde vocale. Il se projette ventralement dans la lumière laryngée.
 - Un processus musculaire : situé dorso-latéralement et relié au cartilage cricoïde.

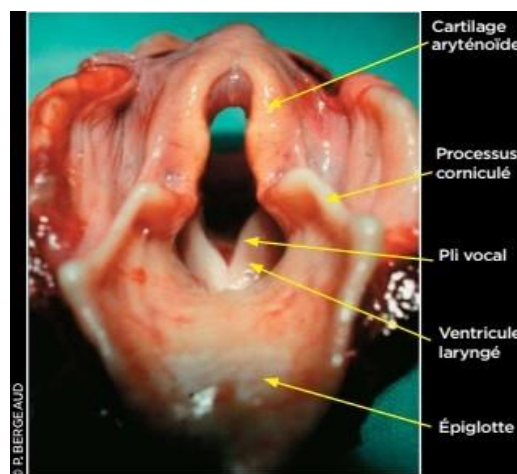
- Un processus corniculé : plus crânial, relief saillant surplombant l'entrée du larynx et recourbé caudo-dorsalement. Il s'adosse au cartilage opposé, formant ainsi la marge caudale de l'entrée du larynx.
- Le cartilage thyroïde : le plus grand des cartilages du larynx. Il est constitué de deux lames latérales fusionnant ventralement et constituant la majeure partie du plancher laryngé.
- Le cartilage cricoïde : en forme d'anneau, il constitue la base du larynx. Rostralement, il s'articule avec le cartilage thyroïde et les cartilages aryténoïdes. Caudalement, il s'emboîte dans le premier anneau trachéal.

La conformation intérieure du larynx est constituée de trois parties. Une région centrale : la glotte, une région supraglottique : le vestibule du larynx, et une région infraglottique : la cavité infraglottique.

- La glotte correspond au rétrécissement du larynx. De forme losangique, elle est délimitée ventralement par les cordes vocales et dorsalement par la base des cartilages aryténoïdes, constituant ainsi la fente de la glotte, dont l'ouverture est modulable. Entre le cartilage aryténoïde et le corps du cartilage thyroïde est tendu le pli vocal, constitué médialement du ligament vocal, doublé latéralement par le muscle vocal (Figure 13).
- Le vestibule du larynx correspond à la zone de contact avec le pharynx. Il est constitué de trois récessus : le récessus médian du larynx (à la base de l'épiglotte) et les ventricules latéraux du larynx (« les caisses de résonances des cordes vocales », encore appelés ventricules laryngés) dont l'entrée est délimitée caudalement par le pli vocal et rostralement par le pli vestibulaire.
- La cavité infraglottique correspond à la zone de transition vers la trachée.

L'ensemble des cinq cartilages évoqués ci-dessus sont reliés entre eux afin de former un tout à l'aide de ligaments et des muscles intrinsèques (Unité pédagogique d'anatomie de l'ENVA, 2022).

Figure 13 : Vue rostrale du larynx. L'espace au centre correspond à la fente de la glotte (Bergeaud, 2010)



1.2.1.2. Remaniements laryngés secondaires

Suite à l'augmentation de la dépression dans les voies aériennes supérieures, les tissus de l'arbre respiratoire et notamment du larynx se trouvent confrontés à des pressions négatives très importantes, pouvant dépasser les résistances des tissus et provoquer ainsi œdème et inflammation

des muqueuses et collapsus des structures cartilagineuses (Koch *et al.*, 2003). Si nous nous référons à la loi de Poiseuille mentionnée en introduction, on comprend qu'une réduction de moitié du diamètre des narines entraîne pour les voies respiratoires une résistance seize fois plus importante que pour les normocéphales.

On constate donc une inflammation marquée des tissus mous, une éversion des ventricules laryngés voire le collapsus du larynx dans les cas plus avancés (jusqu'à 53% des brachycéphales atteints de SORB dans certaines études (Torrez et Hunt, 2006)). Ces modifications seront d'autant plus marquées que les résistances se manifestent tôt dans la vie de l'animal, les cartilages des jeunes chiots étant plus souples, une étude rapporte en effet la présence de collapsus laryngé chez des chiots âgés de 4,5 à 6 mois (Pink *et al.*, 2006 ; Meola, 2013).

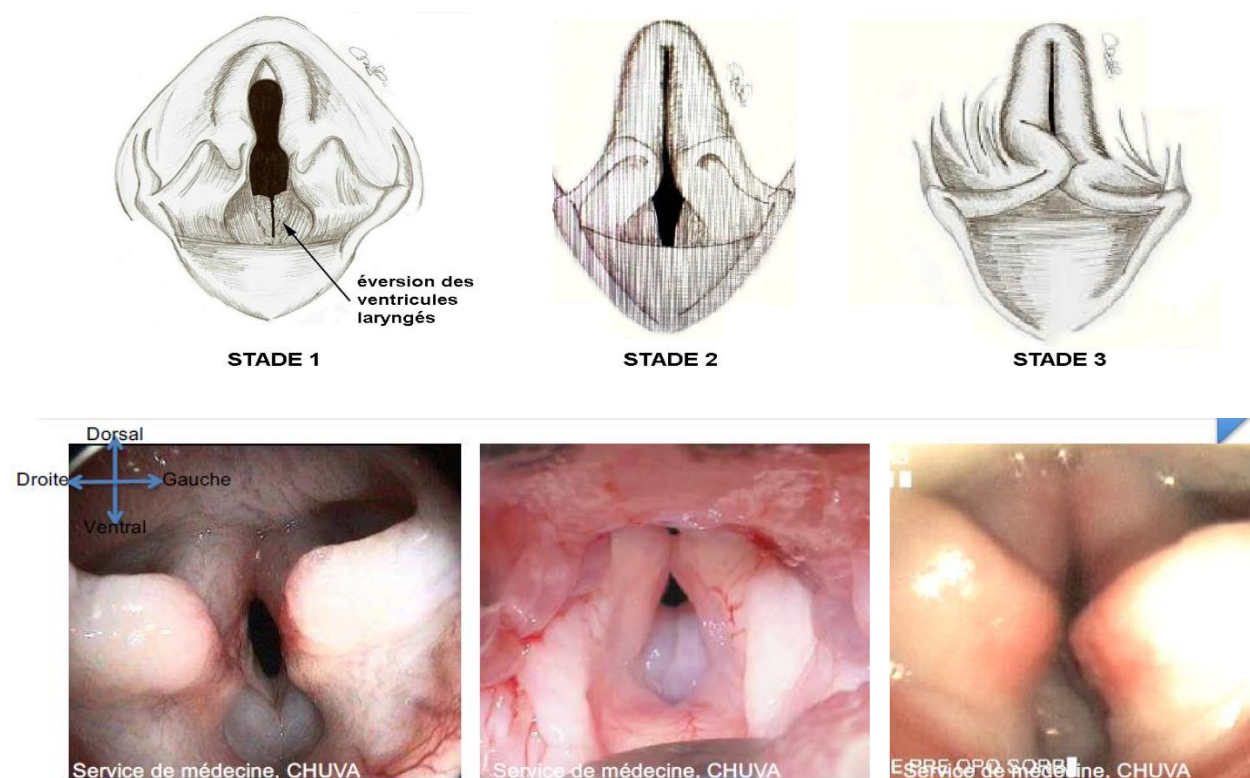
Afin d'évaluer la présence ou non de collapsus, l'examen du larynx s'effectue sur animal inconscient non intubé (sédation profonde ou anesthésie générale sans intubation). Il peut être effectué au laryngoscope ou pour plus de précision au cours d'une endoscopie. On distingue trois stades de collapsus laryngé (MacPhail, 2014) (Figure 14) :

- Stade 1 : Éversion des ventricules laryngés dans la glotte. Les efforts inspiratoires prononcés provoquent l'apparition d'un vide entraînant le prolapsus de la muqueuse des ventricules laryngés. Selon les études, la prévalence de l'éversion des ventricules laryngés chez les chiens atteints de SORB varie de 50 à 66% (Poncet *et al.*, 2005 ; Torrez et Hunt, 2006 ; Riecks *et al.*, 2007 ; Fasanella *et al.*, 2010). Cela entraîne une augmentation de l'obstruction et donc de la résistance au passage de l'air dans les voies respiratoires.
- Stade 2 : Perte de rigidité des processus cunéiformes des cartilages aryénoïdes et collapsus avec adduction vers la lumière laryngée. Affaissement ventro-médial des plis aryépiglottiques augmentant encore davantage l'obstruction des voies aériennes supérieures.
- Stade 3 : Affaissement marqué du cartilage aryénoïde des processus corniculés.

On comprend alors que le phénomène de collapsus laryngé est un cercle vicieux auto-aggravant : il est dû à l'obstruction chronique des voies respiratoires et participe lui-même par sa mise en place à l'amplification de ces phénomènes obstructifs.

La prise en charge chirurgicale de ces anomalies sera discutée ci-après.

Figure 14 : Les grades de collapsus laryngés : schématisés (Source : (Melbourne Bulldog Clinic, 2022)2) et associés à leur images endoscopiques (Source : Service de médecine du CHUVA)



1.2.2. Inflammation nasopharyngée

Nous l'avons évoqué en partie 1.1.2.2., l'hyperplasie du palais mou des races brachycéphales serait due à une dégénérescence musculaire aiguë et chronique ainsi qu'à de la nécrose des muscles du palais, à une hyperplasie, à un œdème des glandes muqueuses de la *lamina propria*, et à une augmentation des proportions de tissus salivaires (Crosse *et al.*, 2015).

À l'heure actuelle, plusieurs hypothèses concernant la dégénérescence myofibreuse sont envisagées : traumatismes répétitifs, hypoxie, ou surutilisation chronique (contractions musculaires plus importantes pour permettre le dégagement de la glotte au cours du cycle respiratoire et nécessité de produire des pressions négatives très importantes au cours de l'inspiration). Cette situation participe à nouveau au cercle vicieux du SORB.

L'œdème de la *lamina propria*, serait dû aux reflux digestifs et/ou à un traumatisme chronique dû au passage d'air turbulent dans les voies aériennes.

Enfin, pour ce qui est de la proportion augmentée de glandes salivaires palatines, il est possible que l'augmentation du flux d'air buccal dû à l'obstruction nasopharyngée ait un effet desséchant qui stimulerait l'activité du tissu salivaire.

L'ensemble de ces hypothèses n'exclut cependant pas la possibilité d'une composante génétique à toutes ces anomalies.

Ainsi, bien que l'étiologie réelle des altérations du palais mou des brachycéphales souffrant de SORB ne soit encore qu'hypothétique, il semble certain que l'inflammation nasopharyngée prend part intégrante au cercle vicieux du SORB et est une conséquence directe de l'obstruction chronique

des voies aériennes supérieures (l'examen de palais mou chez des brachycéphales néonataux ne montre aucune altération histopathologique confirmant l'apparition de changements consécutifs aux turbulences chroniques des voies respiratoires) (Crosse *et al.*, 2015 ; Ekenstedt *et al.*, 2020).

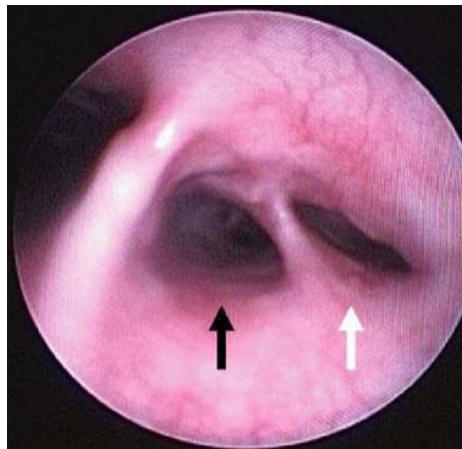
1.2.3. Collapsus bronchique

La réalisation d'endoscopie respiratoire chez les chiens brachycéphales souffrant de SORB a permis la mise en évidence d'anomalies bronchiques relativement fréquentes. En effet, en 2009, une étude recrutant 40 chiens atteints du SORB a révélé la présence d'un collapsus bronchique sur 35 d'entre eux (soit 87,5%). Les bronches souches du poumon gauche étaient significativement plus fréquemment touchées (52,2%) et plus particulièrement la bronche sous-segmentaire dorsale crâniale gauche (27,7%) (Lorenzi *et al.*, 2009).

Comme pour le collapsus laryngé, il existe une classification du collapsus bronchique :

- Grade 1 : Réduction du diamètre inférieure à 30%.
- Grade 2 : Réduction du diamètre comprise entre 30 et 60%.
- Grade 3 : Réduction du diamètre supérieure à 60%, jusqu'au collapsus complet à 100%.

Figure 15 : Image endoscopique des bronches sous-segmentaire ventrale crâniale gauche présentant un collapsus de grade 1 (flèche noire) et sous-segmentaire dorsale crâniale gauche présentant un collapsus de grade 3 (flèche blanche) chez un chien (Lorenzi *et al.*, 2009)



Lorenzi suggère dans sa publication que le collapsus bronchique résulterait lui aussi de l'obstruction chronique des voies respiratoires supérieures. Les modifications barométriques à l'expiration et à l'inspiration engendreraient des gradients de pression importants à travers les parois des voies respiratoires modifiant le diamètre des parties repliables de ces voies et donc leur résistance. Ce collapsus est lui-même auto-aggravant de par l'accélération du flux d'air qui en résulte (effet Venturi), provoquant une diminution de la pression supplémentaire participant à son tour au collapsus.

Par ailleurs, une fois de plus, si ce phénomène se produit chez le chiot, il est d'autant plus rapide à se mettre en place, les cartilages étant plus souples et malléables.

Cette étude a également démontré une association significative entre la gravité du collapsus bronchique et celle du collapsus laryngé qui pourrait être liée au fait que la gravité de chacun d'entre

eux est étroitement liée à l'importance des anomalies primaires obstruant l'arbre respiratoire supérieur (Lorenzi *et al.*, 2009).

1.2.4. Éversion des amygdales

L'obstruction chronique des voies respiratoires supérieures est à l'origine de remaniements de nombreux organes sur le trajet du flux d'air. Les amygdales sont également concernées par ce processus. Ainsi, une éversion des amygdales, c'est-à-dire des amygdales sortant de leurs cryptes secondaires peut être rencontrée suite à l'augmentation de la pression négative (Ekenstedt *et al.*, 2020). Selon les études désormais anciennes, elle était rapportée chez 9 à 56% des chiens présentés pour SORB, elle serait estimée aujourd'hui à plus de 50% des cas (Wykes, 1991 ; Fasanella *et al.*, 2010).

Par ailleurs, d'après l'étude de 2010 qui se penchait sur les composantes anatomiques individuelles du SORB, les animaux en souffrant présentent le plus souvent trois à quatre composantes du SORB. La combinaison la plus fréquemment rencontrée était les narines sténosées, l'élongation du palais mou, les ventricules laryngés éversés et les amygdales éversées. De plus, les chiens présentant des ventricules laryngés éversés étaient significativement plus susceptibles d'avoir les amygdales éversées (39 sur 59 des animaux étudiés) (Fasanella *et al.*, 2010).

Là encore, l'éversion des amygdales contribue à l'augmentation de la masse tissulaire en région pharyngée, participant à l'aggravation des difficultés respiratoires (Meola, 2013).

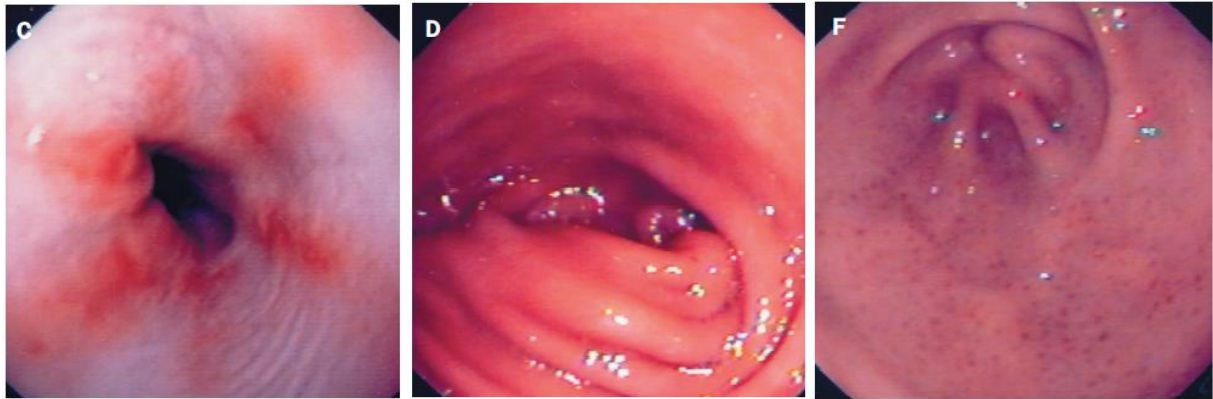
1.2.5. Anomalies œsophago-gastriques

Longtemps ignorées dans le tableau lésionnel du SORB, les lésions digestives en font aujourd'hui partie intégrante, bien que leur étiologie demeure encore incertaine.

On observe particulièrement la sténose du pylore et la hernie hiatale. À cela s'ajoute des modifications parfois plus insidieuses visualisables par endoscopie voire à l'échelle histologique (Meola, 2013). En effet, une étude de 2005 a mis en évidence sur 73 chiens atteints de SORB une prévalence de 97,3% d'anomalies digestives, incluant des anomalies œsophagiennes, gastriques ou duodénales, endoscopiques ou histologiques. Parmi les anomalies relevées on comptait, par ordre de fréquence décroissante : une inflammation gastrique diffuse (89%), une inflammation duodénale diffuse (53%) et une œsophagite distale (37%) (Figure 16). L'examen histologique révélait quant à lui la présence d'une gastrite diffuse ou folliculaire chronique dans 98% des cas et une duodénite lymphocytaire dans 97,7% des cas. Par ailleurs, l'étude soulevait une possible corrélation entre la gravité des signes respiratoires et celle des signes digestifs mais manquait de puissance statistique ($p=0,065$) hormis pour les bouledogues français atteints de SORB pour qui l'association était significative. En revanche, l'amélioration des signes digestifs suite à la prise en charge chirurgicale du SORB a été prouvée (Poncet *et al.*, 2005 ; Poncet *et al.*, 2006).

Figure 16 : Illustrations d'examens endoscopiques œsophagiens et gastroduodénaux.

C : Anomalies gastro-œsophagiennes : lésions érosives de la muqueuse œsophagienne distale avec incontinence cardiaque, D : Hyperplasie muqueuse du pylore : la lumière pylorique est cachée dans de multiples plis muqueux, F : Inflammation gastrique : multiples lésions punctiformes et violacées de la muqueuse gastrique, suggérant une gastrite folliculaire (Poncet *et al.*, 2005)



Les hypothèses étiologiques retenues à l'heure actuelle sont que l'effort inspiratoire augmenté dû aux pressions intrathoraciques négatives serait une cause majeure de reflux gastro-œsophagiens, lesquels (associés aux vomissements et régurgitations) participent à l'inflammation œsophagienne supérieure, pharyngée et laryngée (Dupré et Heidenreich, 2016). Concernant l'hypertrophie de la couche musculaire pylorique, elle serait responsable de la stase gastrique et l'hyperplasie muqueuse se produirait secondairement à l'inflammation. Une hypothèse est que la détresse respiratoire stimulerait le système nerveux sympathique autonome, ce qui ralentirait la motilité gastrique et augmenterait le temps de vidange gastrique. De plus, l'antré dilaté stimulerait les cellules productrices de gastrine responsables d'hyperplasie muqueuse. Cependant, il est toujours difficile de distinguer une origine congénitale de l'hyperplasie de la muqueuse pylorique d'une origine secondaire à l'inflammation et à la dépression respiratoire, les cas présentés étant certes jeunes (entre 6 et 8 mois dans l'étude), mais présentant des atteintes respiratoires déjà marquées (Poncet *et al.*, 2005).

Ainsi, les anomalies œsophago-gastriques participant à l'inflammation des voies aériennes supérieures, elles entrent dans le cercle vicieux du SORB.

1.2.6. Conclusion

Nous avons passé en revue dans cette partie les modifications secondaires consécutives aux anomalies morphologiques primaires des races brachycéphales : le collapsus laryngé, l'inflammation nasopharyngée, le collapsus bronchique, l'éversion des amygdales et les anomalies œsophago-gastriques. La présentation de ces anomalies nous a permis de mettre en évidence qu'elles sont à la fois conséquence et source de l'obstruction chronique des voies aériennes supérieures. Il est donc essentiel d'interrompre ce cycle délétère en intervenant chirurgicalement.

1.3. Autres anomalies

1.3.1. Anomalies dermatologiques

Comme évoqué précédemment, les races brachycéphales présentent par définition un raccourcissement facial. Ce dernier occasionne par excès de peau la présence de plis faciaux, en particulier autour du museau, des yeux et des oreilles. Ces plis favorisent l'accumulation de résidus propices au développement de bactéries. Ainsi, ces plis prédisposent les brachycéphales à l'intertrigo (dermatite des plis) et aux infections (pyodermites) (Ekenstedt *et al.*, 2020).

1.3.2. Anomalies ophtalmologiques

Le raccourcissement du crâne entraîne également une réduction de la profondeur de l'orbite et donc un surdimensionnement relatif du globe oculaire provoquant une exophtalmie permanente. Celle-ci prédispose à de nombreux troubles oculaires notamment les infections, les ulcères cornéens (Figure 17), la lagophtalmie (fermeture palpébrale incomplète), ainsi qu'à une augmentation du risque de prolapsus du globe (notamment lors de contentions excessives ou de traumatismes légers). Une étude a démontré que les chiens avec des plis nasaux étaient près de cinq fois plus susceptibles d'être affectés par des ulcères cornéens que ceux n'en présentant pas, et les chiens brachycéphales étaient vingt fois plus susceptibles d'être affectés que les chiens non brachycéphales. De plus, une augmentation de 10% de la largeur relative de la fente palpébrale multiplie par plus de trois le risque d'ulcère. Le blanc oculaire exposé est associé à un risque presque trois fois plus élevé. L'ensemble des caractéristiques morphologiques des SORB constituent des facteurs de risque d'ulcères (Packer *et al.*, 2015). La kératite pigmentaire se retrouve fréquemment dans ces races avec une prédisposition raciale chez les pékinois et les carlins (Meola, 2013 ; Ekenstedt *et al.*, 2020).

Figure 17 : Carlin de mâle de 2 ans diagnostiqué et sous traitement pour un ulcère cornéen à l'œil gauche (Packer *et al.*, 2015).



En conséquence du pli d'épicanthus, les brachycéphales présentent également un risque accru de trichiasis (cils prenant une mauvaise direction et frottant sur la cornée) (Ekenstedt *et al.*, 2020). De plus, la fermentation dans les plis de l'épicanthus (majorée par une très fréquente obstruction des canaux lacrymaux) contamine régulièrement la conjonctive par voisinage.

Les brachycéphales présentent donc un risque accru de lésions oculaires voire de cécité.

1.3.3. Anomalies stomatologiques

Le raccourcissement a également une incidence sur l'anatomie buccale. Le nombre de dents demeurant identique pour une cavité buccale réduite entraîne de nombreux troubles dentaires notamment la malocclusion, la rotation des prémolaires et l'encombrement sévère des dents. Bien souvent, ces anomalies se soldent de soins dentaires et particulièrement d'extractions.

De plus, la profondeur des rugosités du palais dur est régulièrement excessive, créant ainsi une loge où peuvent se nicher de nombreuses impuretés alimentaires. Cela prédispose aux palatites ou aux ulcères chroniques (Ekenstedt *et al.*, 2020).

1.4. Conclusion générale

Cette première partie concernant les modifications anatomiques et physiopathologiques des chiens brachycéphales et plus particulièrement ceux souffrant de SORB a souligné les conséquences du raccourcissement excessif du crâne chez ces animaux. L'essentiel de ces modifications primaires comme secondaires converge vers une amplification de l'obstruction des voies aériennes supérieures. Le SORB constitue donc un cercle vicieux qu'il est important de rompre une fois ses composantes identifiées.

2. Diagnostic clinique

2.1. Présentation clinique

2.1.1. Troubles respiratoires

L'ensemble des modifications anatomo-physiologiques précédemment décrites ne sont pas sans conséquences cliniques. À l'examen d'un chien souffrant de SORB on rencontre fréquemment du stertor (bruit grossier et sonore audible sans stéthoscope parfois appelé cornage) ou du stridor (sifflement inspiratoire aigu audible sans stéthoscope) voire de la dyspnée. Les propriétaires peuvent quant à eux rapporter des signes d'intolérance à l'effort, de toux, des ronflements, une respiration laborieuse, des épisodes syncopaux. Durant le sommeil, la relaxation des muscles laryngés peut engendrer une suffocation, c'est-à-dire une forme d'apnée du sommeil qui aggrave l'œdème du larynx (Meola, 2013).

Le ronflement est dû aux importantes turbulences de l'air en région oro-pharyngée et aux vibrations du voile du palais. Le stridor est causé par l'effort inspiratoire extrême et traduit une obstruction plus grave des voies respiratoires. Il correspond en effet à la traversée par l'air de zones de diamètre réduit : le larynx ou le nasopharynx collabés (Dupré et Heidenreich, 2016).

Face à ces difficultés respiratoires chroniques, les brachycéphales peuvent développer des comportements spécifiques visant à faciliter la circulation de l'air. Ainsi, certains adoptent des positionnements de coudes écartés ou une respiration abdominale. Certains animaux prennent l'habitude de dormir en position assise, ou conservent un objet entre les dents qui maintient une ouverture buccale compensant l'obstruction nasale (Ekenstedt *et al.*, 2020).

Ces signes respiratoires sont d'importance clinique majeure. Ils constituent un motif de consultation fréquent. Une étude de 2006 portant sur 73 chiens brachycéphales opérés pour SORB a relevé que le motif principal de consultation était le stertor ou stridor (62,5%). Les ronflements étaient rapportés chez un chien sur deux, la dyspnée dans 42,2% des cas et l'intolérance à l'exercice pour un chien sur quatre environ (Torrez et Hunt, 2006).

2.1.2. Troubles digestifs

Les troubles digestifs font également partie intégrante du tableau clinique des chiens brachycéphales souffrant de SORB. En effet, les propriétaires rapportent régulièrement des signes de dysphagie, c'est-à-dire la présence d'une déglutition difficile ou douloureuse, parfois des régurgitations ou vomissements. Ces signes de dysphagie sont fréquemment associés à des épisodes d'excitation ou de détresse respiratoire (Poncet *et al.*, 2005).

Ducarouge a montré que 55,6% de 27 chiens souffrant de SORB présentaient des vomissements fréquents et 44,5% de la dysphagie sous forme de dysorexie, régurgitation, ptyalisme. Poncet *et al.* sur un échantillon de 73 chiens, ont constaté 75% de signes digestifs caractérisés par des épisodes dysphagiques hebdomadaires à quotidiens. Les auteurs pensent que la cause majeure de reflux œsophagien sont les pressions intrathoraciques négatives engendrées par l'effort inspiratoire augmenté (Ducarouge, 2002 ; Poncet *et al.*, 2005).

L'importance de ces signes varie d'une race à l'autre. Une étude comparative a démontré que ces signes sont plus fréquents et plus graves chez les bouledogues français que chez les carlins (Haimel et Dupré, 2015).

2.1.3. Autres signes cliniques

2.1.3.1. Hyperthermie

Les chiens de races brachycéphales présentent une sensibilité particulière à la chaleur. Il a été démontré que les troubles de régulation thermique étaient le problème le plus couramment perçu par les propriétaires de brachycéphales, identifiés par plus de un propriétaire sur trois (36,5% des 2168 propriétaires inclus) (Packer *et al.*, 2019).

La thermorégulation s'effectue par transfert de l'énergie calorifique du corps à l'air par deux mécanismes principaux. Le premier est la sudation, phénomène efficace mais limité chez les carnivores domestiques. Les glandes sudoripares sont peu nombreuses et essentiellement palmaires. Le mécanisme thermorégulateur principal est l'évaporation de l'eau par l'intermédiaire des muqueuses humides des voies respiratoires, moins efficace que la sudation. Pour dissiper un maximum de chaleur, les chiens sont contraints d'augmenter le volume d'air circulant au niveau de leurs cavités nasale et buccale, ce qui nécessite d'augmenter la ventilation. Cependant, la ventilation est un processus actif qui augmente le taux métabolique et la production de chaleur (Davis *et al.*, 2017).

Les chiens brachycéphales souffrent non seulement de la sensibilité à la chaleur commune à toutes les races de chiens, mais à cela s'ajoute l'anatomie particulière de leurs voies respiratoires. Ainsi, du fait de l'augmentation de la résistance, lors de tentatives d'augmentation du flux d'air, cela nécessite un effort respiratoire beaucoup plus important et donc la production de beaucoup plus de chaleur métabolique (Davis *et al.*, 2017).

Les cornets nasaux jouent un rôle fondamental dans la thermorégulation des chiens. Ils sont en effet très nombreux, richement vascularisés et humidifiés par la glande nasale latérale (et partiellement le flux lacrymal). L'évaporation lors du passage du flux d'air y est rapide et efficace. Ainsi, les malformations des cornets nasaux évoquées plus haut expliquent les difficultés à thermoréguler rencontrées par les brachycéphales. Plusieurs études ont démontré une différence significative de réponse respiratoire au stress thermique entre les chiens brachycéphales et les chiens normocéphales. De plus, le score corporel est inversement associé à la capacité de thermorégulation des animaux, or il est fréquent que les brachycéphales souffrent de surpoids, ce qui aggrave la réponse au stress thermique (Davis *et al.*, 2017 ; Gallman *et al.*, 2023).

Lors de l'examen clinique, une hyperthermie est fréquemment mise en évidence chez les chiens brachycéphales souffrant du SORB.

2.1.3.2. Hypoxie

Du fait de l'obstruction des voies respiratoires, certains auteurs se sont penchés sur l'existence éventuelle d'une hypoxie chronique chez ces races, ou du moins un abaissement de la pression partielle en dioxygène comparativement aux normocéphales. Cependant, les études sur les effets cardiovasculaires du SORB restent limitées.

Une étude de 2012 portant sur les gaz du sang artériel de 11 chiens brachycéphales a démontré une pression partielle en dioxygène significativement plus faible que le groupe normocéphale témoin (86,2 mmHg vs 100,2 mmHg, $p=0,017$) et une pression partielle en dioxyde de carbone significativement plus élevée (36,3 vs 32,7 mmHg, $p=0,019$). L'une des hypothèses retenues dans cette étude était liée à l'apnée du sommeil (par analogie avec l'homme). Elle a été corrélée à une hypoxémie chronique ainsi qu'une stimulation du chémoréflexe périphérique par activation des chémorécepteurs du corps carotidien et de l'arc aortique qui par l'intermédiaire d'une boucle de

régulation entraînent une augmentation de la pression artérielle. Chez le bouledogue français, la détection de l'hypoxémie entraîne un réveil brusque ainsi qu'une contraction rapide et puissante des muscles responsables de l'ouverture des voies aériennes supérieures. La répétition régulière de ce mécanisme est responsable d'inflammation, œdème et fibrose de ces muscles. Dans cette même étude, la découverte d'une concentration plus élevée d'hémoglobine chez les chiens brachycéphales (notamment âgés) allait également dans le sens d'une hypoxie chronique (élément corroboré par d'autres études étudiant les anomalies sanguines et l'hématocrite de ces chiens) qui stimulerait la production d'érythropoïétine (EPO) (Hoareau *et al.*, 2012).

Une étude plus récente de 2018 portant sur 18 chiens brachycéphales s'est également penchée sur l'hypoxie. Ainsi, la saturation en oxygène (SpO₂) des brachycéphales (mesurée par oxymétrie de pouls) était significativement inférieure à celle des normocéphales (98,22% contre 99,33%, $p=0,0004$). Cependant, aucun animal n'était considéré comme hypoxémique car les valeurs demeuraient dans l'intervalle de référence (SpO₂ entre 95 à 100%). En revanche, dans cette étude, aucune différence significative n'a été relevée concernant les gaz du sang artériel. Les différences de résultats peuvent s'expliquer par les critères d'inclusion dans l'étude. Ainsi, dans cette seconde étude étaient non seulement inclus des animaux préalablement pris en charge chirurgicalement pour leur SORB, mais également était exclu tout animal ayant présenté des signes de syncope ou de cyanose (afin de limiter les risques de mauvaise santé systémique). Cette sélection est susceptible d'avoir artificiellement créé un biais de sélection de population moins touchée par le SORB, et donc potentiellement avec des signes d'hypoxie diminués voire absent (Arulpagasam *et al.*, 2018).

Ainsi, les résultats des études portant sur l'hypoxie des chiens brachycéphales restent encore controversés. Il semble intuitif au vu de l'obstruction chronique des voies respiratoires que l'hypoxie soit une réalité chez ces animaux, d'autant plus lorsque l'on fait l'analogie avec les patients humains souffrant d'apnée du sommeil. Les études en médecine humaine révèlent par ailleurs de nombreuses conséquences à cette hypoxie chronique dont l'hypoxie hépatique, l'inflammation, la fibrose ou l'hypertension veineuse portale (Mitze *et al.*, 2022). Le problème de l'hypoxie du SORB n'est donc probablement qu'aux prémices de son exploration.

2.1.3.3. Anomalies sanguines

En conséquence des différentes anomalies évoquées dans les parties précédentes, des modifications sanguines apparaissent chez les chiens brachycéphales.

L'hématocrite des chiens brachycéphales est également régulièrement rapporté comme augmenté en comparaison aux groupes normocéphales. Une étude de 2017 portant sur soixante-douze brachycéphales a trouvé une augmentation significative de l'hématocrite des brachycéphales (46,5% contre 46,1%, $p=0,03$). L'origine de cette différence n'est pas clairement déterminée. Elle pourrait en effet être le reflet de l'hypoxie chronique, comme elle pourrait être artéfactuelle, conséquence d'une hémococoncentration par pertes respiratoires d'eau (Crane *et al.*, 2017 ; Neves *et al.*, 2017).

Une étude de 2022 s'est penchée sur la variabilité de taille des hématies chez les chiens brachycéphales souffrant du SORB (72 cas). Elle a démontré une anisocytose significativement plus importante chez les chiens souffrant du SORB comparativement aux normocéphales. Il est actuellement rapporté que cette variabilité est due à l'hypoxie chronique à l'origine d'une synthèse augmentée d'érythropoïétine (Erjavec et Nemeč Svete, 2022).

En 2017, une étude pilote portant sur cinq chiens brachycéphales a recherché une modification de certains paramètres sanguins par analogie à celles connues en médecine humaine chez les

individus souffrant d'apnée du sommeil. Celle-ci a révélé un état hypercoagulable associé à un retard de fibrinolyse chez les chiens souffrant de SORB (Crane *et al.*, 2017). Ces résultats corroboraient ceux d'une étude menée quelques années plus tôt sur quinze bouledogues (Hoareau et Mellema, 2015).

De plus, il semble que les concentrations circulantes en cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IL-10, IL-13 et IL-17A) soient significativement plus élevées chez les chiens brachycéphales, et d'autant plus chez ceux nécessitant une intervention chirurgicale. De même, l'oxyde nitrique (NO, pouvant jouer un rôle important dans les lésions tissulaires secondaires à la réponse inflammatoire) était également significativement augmenté (Rancan *et al.*, 2013). En revanche, les protéines de la phase aiguë de l'inflammation (protéine C-réactive et haptoglobine) ne seraient pas augmentées, à la différence de la troponine qui permettrait de détecter des lésions myocardiques susceptibles de toucher ces chiens (Planellas *et al.*, 2012).

Enfin, du fait de l'obstruction chronique des voies aérienne supérieures et de l'hypercapnie qui en résulte, une acidose respiratoire est très régulièrement rapportée chez les brachycéphales souffrant du SORB (Yamini *et al.*, 2016).

2.1.4. Conséquences de ces troubles

2.1.4.1. Syndrome de détresse respiratoire aiguë

Comme nous l'avons évoqué, les anomalies causées par la brachycéphalie confluent vers une obstruction chronique des voies respiratoires supérieures, favorisant le développement d'une détresse respiratoire. Ces chiens sont donc particulièrement sensibles à toute modification de leur environnement : augmentation de l'activité, augmentation de la température, stress, etc. Ces différents événements peuvent aboutir à la survenue d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA). Cliniquement, cela peut se traduire par une tachycardie, une hyperthermie, une amplification des bruits respiratoires, et une modification de la courbe respiratoire : tachypnée, halètement voire dyspnée ou orthopnée avec utilisation des muscles respiratoires auxiliaires, allant parfois jusqu'à la cyanose et l'hypoxie par étouffement. Une toux productive est rarement présente, dans les cas graves une spume rose mousseuse peut être visualisée et un œdème pulmonaire non cardiogénique peut être identifié (DeClue et Cohn, 2007 ; Meola, 2013 ; Mach *et al.*, 2022).

Cet œdème pulmonaire non cardiogénique est nommé œdème pulmonaire post obstructif ou « à pression négative ». Il se développe suite à l'obstruction des voies respiratoires supérieures. Dans le cas présent, il est qualifié de type I, c'est-à-dire associé à des efforts respiratoires intenses. Sa physiopathologie est multifactorielle et comprend l'application d'une pression négative, l'hypoxie et un état hyperadrénergique (Udeshi *et al.*, 2010).

Enfin, si l'on s'en tient à l'article de DeClue et Cohn s'intéressant à la physiopathologie du SDRA, on peut constater que les brachycéphales présentent de nombreux facteurs de risques. En effet, le SDRA peut résulter de lésions pulmonaires directes, mais également faire partie d'une réponse inflammatoire généralisée. Parmi les facteurs de risques identifiés, ceux que l'on retrouve fréquemment chez les brachycéphales sont notamment les troubles respiratoires primaires (éléments du SORB) et les pneumonies microbiennes ou par aspiration (partie suivante). Ils sont de ce fait d'autant plus enclins au SDRA.

Le SDRA est une complication grave du SORB, nécessitant une prise en charge pour stabilisation en urgence, et très souvent mortel.

2.1.4.2. Coup de chaleur

Comme nous l'avons évoqué, les brachycéphales de par leur anatomie à l'origine d'une incapacité à dissiper la chaleur accumulée sont particulièrement enclins à l'hyperthermie. L'augmentation de la température peut être de cause environnementale (exposition à un environnement chaud et humide) ou d'effort (dès une très faible intensité). Lorsque la température corporelle dépasse 40°C et s'associe à des anomalies nerveuses centrales (convulsions, dépressions...), on parle de coup de chaleur.

Cliniquement, le coup de chaleur se traduit par une hyperthermie grave, tachypnée, halètement, collapsus, choc, altération de la conscience, convulsions, vomissements, diarrhée, pétéchies, ecchymose. À l'échelle de l'organisme, le coup de chaleur est particulièrement dangereux car il engendre une réponse inflammatoire à l'origine de troubles hémostatiques et d'un dysfonctionnement multiviscéral. Dans les cas les plus graves il occasionne de la rhabdomyolyse, de l'insuffisance rénale aiguë, un SDRA voire un état de coagulation intravasculaire disséminée. La mortalité suite à un coup de chaleur est estimée entre 50% et 64% toutes races confondues (Segev *et al.*, 2015).

On constate que les races brachycéphales sont parmi les plus touchées par les coups de chaleur. Ainsi, une étude portant sur les facteurs de risques de développer un coup de chaleur a établi une liste de neuf races significativement plus touchées. Parmi elles, cinq étaient de races brachycéphales : le bulldog anglais, le bouledogue français, le dogue de Bordeaux, le CKCS, et le carlin. D'après cette étude, un chien brachycéphale a 2,1 fois plus de risques de développer un coup de chaleur qu'un chien normocéphale. Il est par ailleurs à noter que les petites races brachycéphales, à savoir l'hasa apso, shih tzu et chihuahua font exception et présentent un risque plus faible que la moyenne (Hall *et al.*, 2020).

2.1.4.3. Bronchopneumonie par aspiration / fausse déglutition

La pneumonie par aspiration constitue la dernière étape de la progression de l'inflammation suite à l'inhalation de contenu oral ou gastrique. Elle peut se traduire cliniquement par de la dyspnée et/ou de la tachypnée, de l'hyperthermie, des bruits anormaux à l'auscultation pulmonaire, de potentiels écoulements nasaux et de la toux. Elle se manifeste également par des atteintes de l'état général telles qu'abattement ou dysorexie. L'ensemble de ces signes sont inconstants et en aucun cas pathognomoniques de cette affection souvent insidieuse.

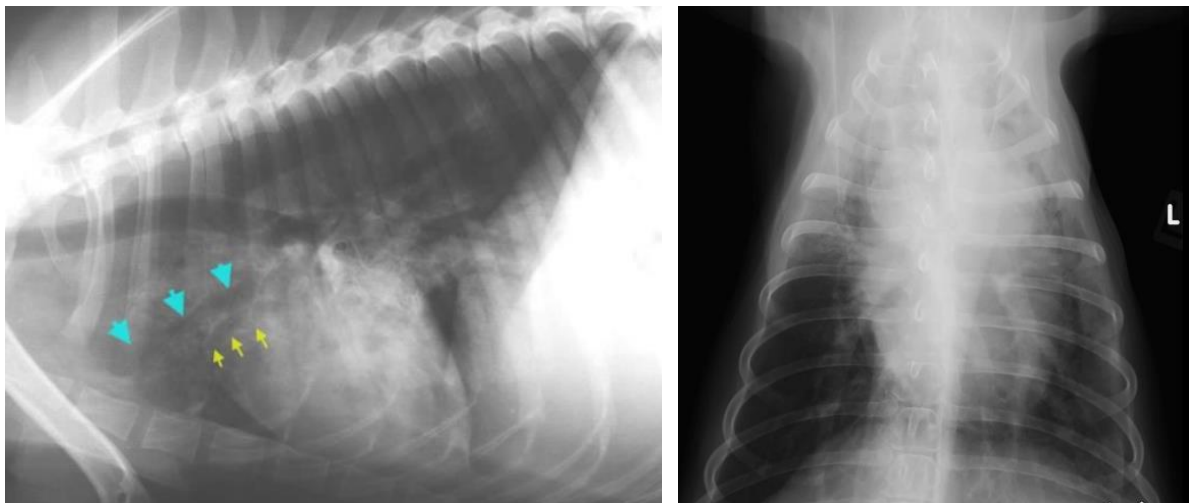
Une étude se penchant sur trois races brachycéphales (bouledogues français et anglais ; carlins) a démontré que le risque de pneumonie par aspiration était significativement plus élevé que chez les races normocéphales (risque relatif de 3,77). Ce risque accru peut notamment s'expliquer par les anomalies gastro-intestinales préalablement citées : hernie hiatale, sténose pylorique, hyperplasie de la muqueuse pylorique, rétention du contenu gastrique, reflux gastro-œsophagiens, vomissements, et régurgitations. À cela s'ajoute la présence d'atteintes neurologiques régulièrement décrites dans ces races (méningo-encéphalite nécrosante, tumeur intracrânienne, convulsions). De plus, l'exercice de pressions négatives sur le contenu thoracique dû à l'obstruction respiratoire haute augmente le risque d'aspiration (Darcy *et al.*, 2018).

Si l'on se rapporte plus localement à la zone du pharynx et du larynx qui intervient très spécifiquement dans la déglutition, on peut qualifier ce phénomène de bronchopneumonie par fausse déglutition. En effet, le larynx constitue une protection pour les voies respiratoires hautes (réflexe épiglottique, réflexe de toux). Or les modifications qui ont lieu lors du SORB sont à l'origine

d'un dysfonctionnement diminuant ses capacités de contractilité et donc d'obstruction lors de l'ingestion du bol alimentaire. Le pharynx est également impliqué dans la déglutition : il permet la propulsion du bol alimentaire de l'oropharynx à l'œsophage. Ainsi, les anomalies telles que l'élongation du palais mou contribuent à une mauvaise orientation du bol alimentaire et donc à la fausse déglutition (Sherman et Karagiannis, 2017 ; Darcy *et al.*, 2018).

Sur une radiographie du thorax, la bronchopneumonie par fausse déglutition est caractérisée par des lésions alvéolaires à localisation lobaire, cranio-ventrale et généralement asymétriques (Figure 18). On les retrouve par ailleurs plus régulièrement à droite, rendant pertinente voire obligatoire la réalisation d'un cliché de profil en décubitus gauche. Les lésions alvéolaires ont tendance à engendrer l'effacement des régions auxquelles elles se superposent (Mortier, 2020).

Figure 18 : Radiographies thoraciques caractéristiques de lésions de bronchopneumonie par fausse déglutition (Centre d'imagerie du CHUVA)



L'aspiration de contenu alimentaire (oropharyngé ou gastrique) dans les poumons provoque une inflammation immunologique par introduction de bactéries. Lors d'aspiration de contenu gastrique, une inflammation chimique s'ajoute, due au pH acide du contenu stomacal (Sherman et Karagiannis, 2017).

La survie globale à cette affection avec prise en charge médicale est estimée entre 77 et 82% selon les études. Ces résultats, bien qu'acceptables traduisent que cette affection constitue une mise danger de l'animal ainsi qu'un investissement émotionnel et financier pour le propriétaire (Darcy *et al.*, 2018).

2.1.4.4. Conséquences cardio-vasculaires

Des changements anatomiques et fonctionnels dus au SORB augmentant la résistance au flux d'air, il en résulte une vasoconstriction hypoxique entraînant une hypertension artérielle pulmonaire. De plus, l'existence d'un déséquilibre des agents endothéliaux vasodilatateurs et vasoconstricteurs qui diminuent en conditions physiologiques la production de vasopressine et d'agents antiprolifératifs (tel que l'oxyde nitrique), provoque une stimulation de l'expression de vasoconstricteurs type thromboxane A2 ou endothéline 1. Ces mécanismes conjoints entraînent les manifestations cliniques d'hypertension artérielle pulmonaire. Cette dernière entraîne un remodelage du cœur droit progressant vers une insuffisance cardiaque congestive droite (Canola *et al.*, 2018).

De plus, certaines études se sont penchées sur l'hypertension artérielle systémique des chiens brachycéphales. Elles ont démontré une pression artérielle significativement plus élevée chez les brachycéphales que les normocéphales. Ceci s'expliquerait par l'action conjointe de divers phénomènes : activation du système rénine-angiotensine, rigidification des parois artérielles, dommages oxydatifs, dysfonctionnement endothélial et inflammation systémique (Hoareau *et al.*, 2012).

Enfin, une étude se penchant spécifiquement sur les modifications électrocardiographiques des brachycéphales a démontré certaines anomalies récurrentes parmi les animaux de l'étude : pauses sinusales de 4 à 6 secondes chez 10% d'entre eux, ainsi que des changements cycliques dans la morphologie de l'onde P chez 70% d'entre eux. Ces découvertes traduisent un tonus vagal supérieur à celui des normocéphales. Les causes de cette augmentation sont pour lors toujours indéterminées (Dias *et al.*, 2016).

2.1.5. Conclusion

Ainsi, les modifications anatomiques du SORB sont à l'origine de nombreux troubles chez les chiens brachycéphales. Ces derniers se traduisent par une présentation clinique particulière à prendre en compte lors du diagnostic : troubles respiratoires, digestifs, de thermorégulation... ayant des conséquences pouvant être mortelles pour l'animal (SDRA, coup de chaleur...). Il s'agit alors de réaliser des examens complémentaires adaptés afin d'objectiver au plus tôt ces anomalies, c'est-à-dire, lorsqu'elles ont encore un minimum de retentissement sur l'organisme de l'animal.

2.2. Examens complémentaires

2.2.1. Imagerie

De nombreuses techniques d'imagerie ainsi que l'endoscopie sont aujourd'hui accessibles afin d'évaluer l'obstruction statique et dynamique des voies respiratoires, mais également d'évaluer l'avancée de certaines pathologies secondaires ou complications dues au SORB. Ce sont essentiellement la radiographie ou la tomodensitométrie cervico-thoraciques et l'endoscopie par voie haute (rhinoscopie, bronchoscopie). La plus accessible en clientèle de ville est la radiographie.

2.2.1.1. Radiographies thoraciques

Les radiographies thoraciques doivent être effectuées avec un cadrage large, c'est-à-dire en incluant le cou. Elles permettent de documenter l'hypoplasie trachéale, et les maladies cardiaques ou pulmonaires (essentiellement la pneumonie par aspiration et l'œdème pulmonaire non cardiogénique). Elles peuvent également parfois montrer la présence d'une hernie hiatale glissante. Si l'examen tomodensitométrique n'est pas disponible, la radiographie du cou permet une évaluation de l'épaisseur du palais mou, correspondant à l'épaisseur de tissus mous entre le naso- et l'oropharynx (Lodato et Hedlund, 2012a ; Dupré et Heidenreich, 2016).

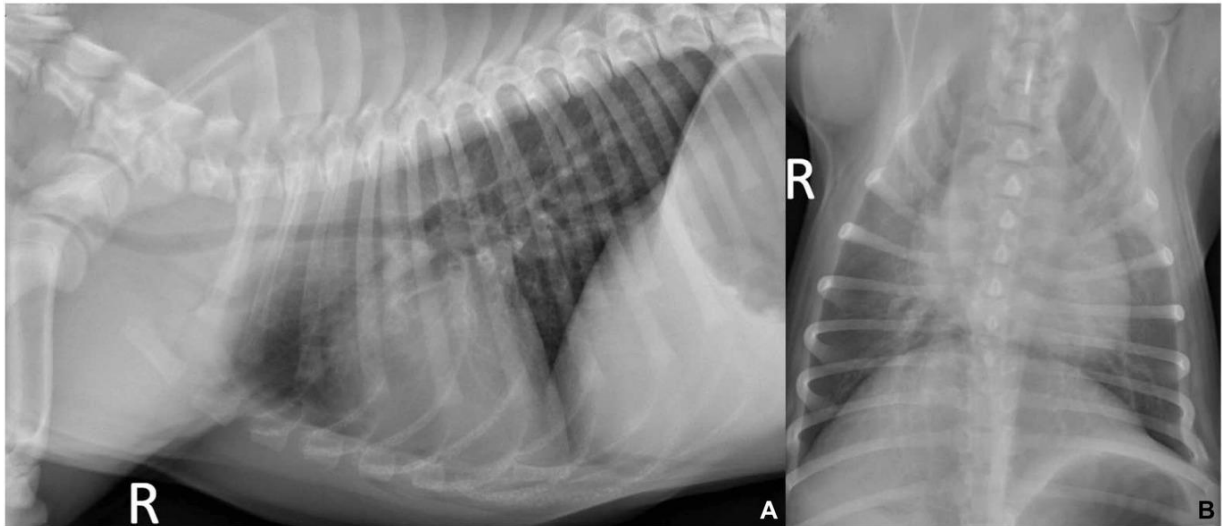
L'identification radiographique de l'hypoplasie trachéale a été détaillée en partie 1.1.4., de même que la pneumonie par aspiration a été évoquée en partie 2.1.4.3.

Concernant l'œdème pulmonaire non cardiogénique, peu d'études se sont penchées sur son aspect radiographique. L'une d'entre elle semble convenir d'une variabilité importante de son aspect

radiographique. Cependant, l'œdème pulmonaire post obstructif semblait se distinguer des autres types d'œdèmes non cardiogénique par une opacité accrue généralement asymétrique, unilatérale et dorsale (Figure 19) (Bouyssou *et al.*, 2017).

Figure 19 : Radiographies thoraciques d'un œdème non cardiogénique chez un staffordshire terrier anglais de 5 mois avec syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales sévère.

A : projection latérale droite, opacité pulmonaire broncho-interstitielle diffuse, hypoplasie trachéale (TD/TI = 0,08). B : projection dorso-ventrale : schéma pulmonaire interstitiel plus prononcé dans le lobe pulmonaire caudal droit (Bouyssou *et al.*, 2017)



2.2.1.2. Tomodensitométrie cervico-thoracique

Tout comme la radiographie, la tomodensitométrie (couramment appelée scanner) repose sur l'émission de rayons X. Cependant, elle repose sur une multitude d'images acquises en coupes permettant de reconstituer une image en trois dimensions et d'obtenir une meilleure précision car sans superposition. Elle est particulièrement performante dans l'appréciation des tissus osseux.

Comme nous avons pu l'apercevoir dans les parties précédentes, la tomodensitométrie permet dans le cas du SORB une évaluation détaillée des narines, du vestibule, des fosses nasales (Figure 10) du pharynx (naso- comme oropharynx, Figure 5) et de la langue (Figure 7). En outre, elle permet une évaluation de l'épaisseur du palais mou bien plus précise que la radiographie et que l'endoscopie (Dupré et Heidenreich, 2016).

2.2.2. Endoscopie

L'endoscopie, également appelée vidéo endoscopie, est une technique permettant l'exploration visuelle de l'intérieur d'une cavité. Elle s'effectue sur animal sédaté ou anesthésié.

2.2.2.1. Endoscopie des voies respiratoires

L'endoscopie des voies respiratoires permet de préciser l'importance de l'obstruction des voies aériennes supérieures et de chercher des lésions secondaires.

Dans un premier temps, sur animal extubé, l'endoscopie des voies respiratoires hautes permet d'évaluer si un collapsus laryngé est présent ainsi que son grade selon les critères détaillés en partie 1.2.1.2. Cette pratique peut être réalisée avec un laryngoscope, mais la précision demeure meilleure à l'endoscope qui permet une évaluation de la dynamique laryngée. L'évaluation endoscopique du larynx permettra ainsi de visualiser des images telles que les photographies de la Figure 14 (Dupré et Heidenreich, 2016).

Dans un second temps, si l'équipement le permet (lunette rigide à 120° ou endoscope flexible), une rhinoscopie rétrograde doit être réalisée. Cette étape permet l'évaluation des choanes et l'objectivation de cornets nasaux aberrants (Figure 9) (Dupré et Heidenreich, 2016).

L'endoscopie des voies respiratoires basses, ou trachéobronchoscopie, consiste à franchir le larynx, parcourir la trachée afin d'évaluer le collapsus bronchique potentiel. Comme nous l'avons évoqué en partie 1.2.4, le collapsus bronchique peut être gradé pour chaque bronche de 1 à 3 s'il est présent. Pour rappel, il peut toucher jusqu'à 87,5% des chiens souffrant du SORB et semble atteindre préférentiellement les bronches gauches et plus particulièrement la bronche sous-segmentaire dorsale crâniale gauche (Figure 15).

2.2.2.2. Endoscopie des voies digestives

Les conséquences digestives évoquée ci-dessus (hernie hiatale, œsophagite, gastrite folliculaire...) sont évaluables via une œsophago-gastro-duodénoscopie réalisée à la suite de l'endoscopie des voies respiratoires, au cours de la même sédation. Celle-ci est cette fois réalisée après intubation, obligatoire pour sécuriser les voies respiratoires d'une aspiration.

Comme évoqué en partie 1.2.2., les anomalies principalement retrouvées à l'examen macroscopique des races brachycéphales sont l'œsophagite distale (37%), l'inflammation gastrique diffuse (89%) ainsi que l'inflammation duodénale diffuse (53%). Lors de biopsies associées à un examen histologique, on rencontrera essentiellement une gastrite diffuse ou folliculaire chronique (98%) et des duodénites lymphocytaires (97,7%) (Meola, 2013).

2.2.3. Pléthysmographie

Dans les parties précédentes ont été évoquées des examens complémentaires permettant de caractériser la gravité du SORB. Ces méthodes sont invasives et nécessitent la mise en place d'une sédation voire d'une anesthésie. D'autres se basent sur l'entretien avec les propriétaires et les impressions qu'ils perçoivent de la gravité clinique de leur animal. Toutefois, ces dernières sont faussées par la subjectivité des propriétaires. En effet, une étude menée à grande échelle sur 2 168 propriétaires a démontré que 70,9 % d'entre eux avaient une vision erronée de la santé de leur chien et le considéraient en bonne santé et seuls 6,8 % d'entre eux avaient conscience d'une altération de la santé de leur animal (Packer *et al.*, 2019). Il est dès lors plus aisé de comprendre les limites des évaluations du grade du SORB nécessitant l'intervention du propriétaire qui mènerait irrémédiablement à une sous-estimation de la pathologie.

Ainsi, certains auteurs se sont penchés sur des méthodes non invasives de stadification du SORB. Des essais non concluants car peu reproductibles sur animal vigile ont été réalisés tels l'utilisation de masque facial ou d'un pneumo tachygraphe. Finalement la technique la plus concluante semble être la pléthysmographie barométrique du corps entier (PBCE). Cette technique non invasive permet de mesurer la fonction respiratoire d'un animal conscient et peu contraint. Elle consiste à placer l'animal dans une pièce fermée dont les paramètres physiques sont connus et régulés (pression

partielle en dioxyde de carbone, humidité, température) et où toute respiration de l'animal entrainera une modification de pression barométrique proportionnelle au volume courant (Figure 20). Il est ainsi possible de caractériser la respiration de l'animal sur une durée prolongée. Différents paramètres respiratoires sont évalués lors de PBCE, à savoir le volume courant, les temps inspiratoire et expiratoire, les débits inspiratoire et expiratoire de pointe, la fréquence respiratoire et la ventilation minute (Liu *et al.*, 2015).

Figure 20 : Photographie d'un test par pléthysmographie barométrique du corps entier sur un bouledogue français (Liu *et al.*, 2015)



Dans une étude de 2015, la caractérisation du flux d'air par PBCE a permis de distinguer les bouledogues français atteints du SORB de ceux non atteints. Il s'est en effet avéré que les obstructions dynamiques des voies respiratoires occasionnent une variation des paramètres respiratoires. Cette même étude distinguait trois principaux types de tracés lors du SORB : le type 1, résultant d'un flux d'air restrictif en inspiration et en expiration ; le type 2, présentant un flux d'air restrictif uniquement à l'inspiration ; et le type 3, présentant un débit fluctuant majeur des voies respiratoires inspiratoires (Liu *et al.*, 2015).

Ces résultats ont été élargis à d'autres races brachycéphales dans une étude de 2016, démontrant que les brachycéphales non ou très faiblement atteints par un SORB présentaient des tracés de PBCE plus lisses et avec des phases inspiratoires et expiratoires équivalentes, à la différence des brachycéphales modérément à sévèrement atteints par le SORB (Liu *et al.*, 2016). Si l'on s'en rapporte à la Figure 22 issue de cette étude, on constate que les tracés des brachycéphales non atteints (« grade 0 ») sont relativement similaires à ceux des races normocéphales. En revanche, les brachycéphales plus sévèrement touchés par un SORB (« grade II/III ») présentent des variations d'amplitudes, ainsi que des bruits sur le tracé.

Figure 21 : Définition des termes de pléthysmographie

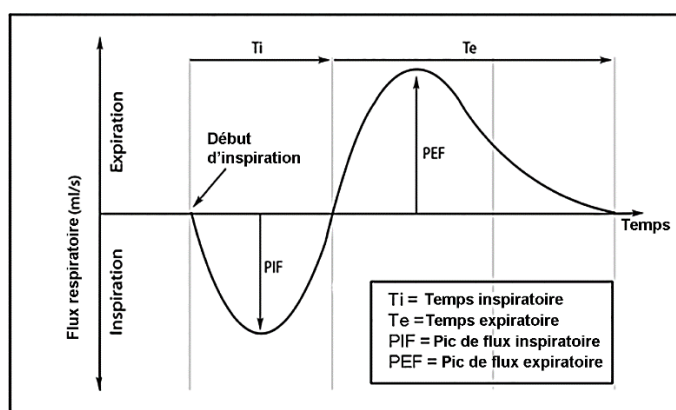
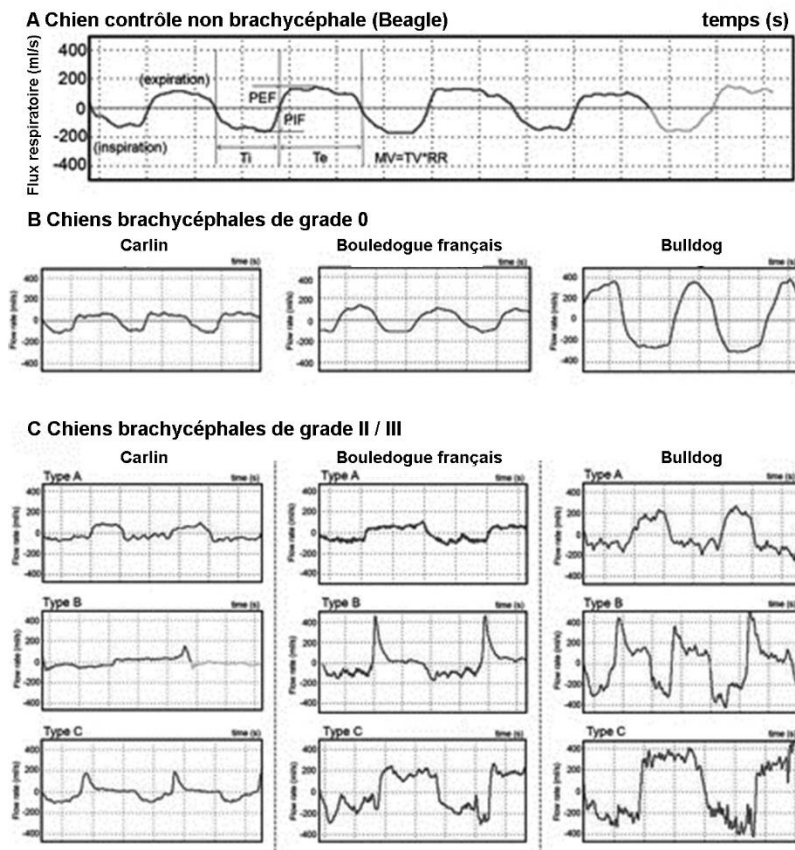


Figure 22 : Exemples de tracés de flux respiratoires obtenus par PBCE (Liu *et al.*, 2016)
A) Tracés d'écoulement d'un témoin non brachycéphale ; B) Échantillons de tracés d'écoulement de chiens brachycéphales de grade 0 ; C) Échantillons de tracés d'écoulement de chiens brachycéphales de grade II/III, montrant des variations d'amplitude, d'écoulement et de bruit à l'intérieur du tracé. Les types A/B/C correspondent aux 3 types de tracés principalement rencontrés au cours de l'expérience chez les carlins et bouledogues. Exemple du bouledogue français : le type A montre une amplitude extrêmement faible par rapport aux types B et C ; cependant, les débits de pointe d'inspiration et d'expiration sont égaux alors qu'ils sont significativement différents dans le type B. Le bruit, les fluctuations de basse amplitude et de haute fréquence peuvent être observés dans les trois types principalement pendant l'inspiration.



Ainsi, la PBCE constitue un outil prometteur et pertinent permettant aux cliniciens d'évaluer la gravité de l'obstruction respiratoire, de surveiller la progression de la maladie et d'évaluer les résultats chirurgicaux sans sédation ni anesthésie (qui comportent un certain degré de risque chez les races brachycéphales) (Balakrishnan et Tong, 2020). Cependant, cette méthode reste peu utilisée car elle nécessite du matériel fragile et coûteux, du temps pour la réaliser (plusieurs dizaines de minutes d'expérimentation auxquelles s'ajoute le temps d'interprétation) ainsi que de l'expérience. Elle reste actuellement réservée aux structures de recherche.

2.2.4. Gaz artériels

Certaines anomalies sanguines ont été évoquées en partie 2.1.3.3. comme pouvant intervenir chez les races brachycéphales. Elles sont principalement imputables à l'hypoxie chronique. Comme nous l'avons mentionné, l'impact de cette dernière peut être évalué par la mesure des gaz du sang artériel.

L'analyse des gaz du sang est utile pour évaluer la ventilation respiratoire, l'oxygénation et l'équilibre acido-basique, clarifiant ainsi l'état physiologique du patient. L'analyse des gaz du sang artériel s'est notamment avérée utile pour évaluer la gravité des maladies pulmonaires (Hara *et al.*, 2019). Une étude a démontré que l'analyse des gaz du sang artériel des chiens brachycéphales révèle une pression partielle en dioxygène statistiquement plus faible et une pression partielle en dioxyde de carbone statistiquement plus élevée que les chiens normocéphales. De plus, ces changements peuvent s'aggraver avec l'âge (Hoareau *et al.*, 2012).

L'analyse des gaz du sang est d'autant plus importante que ces résultats peuvent directement impacter la prise en charge du patient brachycéphale (par la mise en place d'une oxygénation notamment). Cependant, le prélèvement et l'analyse de gaz du sang artériel ne sont pas toujours aisés (difficulté du prélèvement artériel, nécessité d'analyse rapide...). Si ce type de prélèvement est difficile, l'utilisation de sang veineux est éventuellement possible afin de mesurer le pH, la concentration en bicarbonates, et la pression partielle en dioxyde de carbone pour déterminer les besoins en oxygène de l'animal (Lodato et Hedlund, 2012a).

2.3. Conclusion générale

Cette deuxième partie a permis de lister les différents outils de diagnostic du SORB. Les examens radiographiques, tomodensitométriques ou endoscopiques permettent une évaluation plus objective (car quantifiable et moins dépendante de l'opérateur), et également une gradation du SORB par évaluation de l'avancée lésionnelle (collapsus laryngés et bronchiques notamment). Certains de ces examens orienteront la prise en charge du patient à venir : oxygénation selon les gaz artériels ou l'oxymétrie de pouls, soutien digestif selon les lésions endoscopiques...

Quoi qu'il en soit, l'ensemble des éléments mentionnés dans cette partie font partie intégrante de l'évaluation réalisée avant la prise en charge thérapeutique.

3. Prise en charge thérapeutique

3.1. Prise en charge par le propriétaire

Les propriétaires jouent un rôle clé dans la gestion du cadre de vie et de la santé de leur animal. En effet, un premier pilier de contrôle repose sur des mesures hygiéniques.

La gestion du poids constitue un point important. Il semble que l'obésité (si l'on se rapporte à des études menées sur les rats Zucker par Packer et Tivers) puisse entraîner un rétrécissement des voies respiratoires pharyngées par dépôt de tissu adipeux dans le palais mou et la langue ainsi qu'une collapsabilité des voies respiratoires supérieures (Packer et Tivers, 2015). De plus, il a été prouvé que les brachycéphales en surpoids sont moins tolérants au stress thermique que ceux en bon état corporel, le surpoids étant associé à une augmentation de la température corporelle et une diminution du volume courant (Fawcett *et al.*, 2019). Une étude portant sur les lésions gastrointestinales des brachycéphales a également démontré une association significative entre le poids et la gravité des lésions gastriques (Poncet *et al.*, 2005). Or, la prévalence du surpoids chez les chiens brachycéphales (note d'état corporelle supérieure ou égale à sept sur neuf) atteint 56,5% dans certaines populations. L'origine de cette obésité est encore controversée. En effet, s'il semble ressortir d'études que le score corporel est un facteur causal ou aggravant du SORB, il est actuellement impossible d'établir que ce n'est pas l'embonpoint de ces animaux qui est une conséquence du SORB de par la limitation de leurs capacités physiques (Fawcett *et al.*, 2019). Quoiqu'il en soit, il apparaît nécessaire d'avertir les propriétaires sur l'importance d'une maîtrise de la corpulence de leur animal.

Un second point des mesures hygiéniques repose sur les habitudes de vie du chien. Les propriétaires doivent veiller à ne pas exposer leur animal à des périodes de stress émotionnel ou thermique (sorties lors de fortes chaleurs, trajets en voitures...). Les activités physiques doivent être limitées (Lodato et Hedlund, 2012b).

3.2. Prise en charge médicale

La prise en charge médicale des patients brachycéphales consiste à minimiser et gérer les troubles engendrés par le SORB. L'objectif principal est de diminuer la turbulence des flux d'air dans les voies aériennes supérieures ainsi que l'inflammation et l'œdème qui en résultent.

En cas de détresse respiratoire aiguë, il est important de rapidement mettre l'animal sous oxygène. La gestion de la température corporelle passe par la fluidothérapie ainsi que des mesures de refroidissement (douches, accumulateurs congelés...). Une injection unique de glucocorticoïdes à dose anti-inflammatoire (type dexaméthasone 0,1 à 0,2 mg/kg) peut s'avérer pertinente afin de réduire l'œdème des voies respiratoires. De plus, le stress du patient constituant un facteur aggravant du SDRA, l'emploi de molécules tranquillisantes voire sédatives peut s'avérer nécessaire : butorphanol (0,2 à 0,4 mg/kg), acépromazine (0,02 à 1 mg/kg), midazolam (0,2 mg/kg), voire alpha2-agonistes. En cas de détresse respiratoire majeure associée à une inefficacité des tentatives précédemment citées, une trachéotomie d'urgence peut parfois s'avérer nécessaire, mais les graves complications qu'elle peut entraîner en font une solution d'extrême urgence. Les examens complémentaires pour statuer de l'état de l'animal (radiographie, examens sanguins...) n'interviennent qu'après stabilisation du patient (Lodato et Hedlund, 2012a).

Les anomalies gastro-intestinales évoquées en parties 1.2.5. peuvent nécessiter la mise en place d'un traitement de soutien du tractus digestif. Le traitement médical des affections digestives ne se

substitue pas à la prise en charge chirurgicale. En revanche, il semble que la détection et le traitement des maladies gastro-intestinales supérieures chez les chiens brachycéphales améliorent les résultats de la chirurgie des voies respiratoires supérieures (Poncet *et al.*, 2006). La prise en charge médicale gastro-intestinale inclut généralement de l'oméprazole (anti-sécrétoire gastrique, inhibiteur de la pompe à protons), un gastro protecteur : le sucralfate, et un prokinétique : le métoclopramide en cas de régurgitations ou de hernie hiatale. En cas de gastrite modérée et sévère ou de duodénite avec fibrose pariétale, des corticostéroïdes sont parfois ajoutés au protocole de traitement (Meola, 2013).

3.3. Prise en charge chirurgicale

Comme nous l'avons détaillé précédemment, le SORB constitue un cercle vicieux au cours duquel la persistance d'une obstruction chronique des voies respiratoires hautes entraîne une amplification de celle-ci. L'objectif principal de la chirurgie consiste à dégager les voies aériennes afin de diminuer les résistances au flux d'air. Les méthodes chirurgicales portent essentiellement sur la correction des anomalies primaires et parfois secondaires.

3.3.1. Anesthésie des chiens brachycéphales

L'anesthésie constitue un risque pour tout animal sujet à une intervention chirurgicale. Cependant, les affections touchant les races brachycéphales en font des patients particulièrement à risque nécessitant une adaptation de leur prise en charge. Une étude de 2018 a déterminé que les chiens brachycéphales étaient 1,57 fois plus susceptibles d'avoir des complications intra-anesthésiques que les normocéphales (Gruenheid *et al.*, 2018). L'étude de Downing et Gibson recense les problèmes courants des brachycéphales impactant la gestion de l'anesthésie. On y retrouve (Downing et Gibson, 2018) :

- Les anomalies respiratoires liées au SORB : primaires (narines sténosées, trachée hypoplasique, cornets aberrants et palais mou allongé) et secondaires (tissus mous oropharyngés excessifs, collapsus laryngé et dysfonctionnement des voies respiratoires inférieures).
- Les troubles gastro-intestinaux : régurgitations, vomissements et risques d'aspiration ; reflux gastro-œsophagien (per et post anesthésie) ; hernie hiatale
- Les anomalies ophtalmologiques : réduction de la sensibilité cornéenne, de la sécheresse et risques d'ulcération.
- Les anomalies sanguines : état hypercoagulable ; hypoxémie, hypercapnie et hypertension relative.

Le temps préanesthésique constitue une période d'évaluation et de stabilisation du patient. En cas d'identification de troubles gastro-intestinaux, une prise en charge pré-opératoire est initiée permettant -comme évoqué ci-dessus- d'améliorer le pronostic post-opératoire (Poncet *et al.*, 2006). L'emploi de l'oméprazole comme protecteur œsophago-gastrique semble le plus efficace comparé à la famotidine. Son administration à la dose de 1 mg/kg au moins quatre heures avant le début de la chirurgie permet de remonter le pH gastrique, réduisant ainsi l'incidence des reflux gastro-œsophagiens (Panti *et al.*, 2009). Downing et Gibson recommandent son emploi systématique avant l'induction de l'anesthésie chez les chiens brachycéphales, et particulièrement chez les chiens ayant des antécédents de reflux gastro-œsophagiens. En revanche, l'utilisation d'autres gastro protecteurs

(type sucralfate) ou de médicaments prokinétiques doit être basée sur les antécédents du patient et les problèmes rencontrés lors des anesthésies préalables (Downing et Gibson, 2018).

Le temps d'anesthésie est initié par une prémédication permettant une sédation, une analgésie, la réduction de l'anxiété et de la dose requise d'agent d'induction (et ainsi du risque d'apnée post-induction). Une pré-oxygénation est initiée dès l'injection des premières molécules. Aucun protocole systématique n'est conçu pour les brachycéphales. Il est important de l'adapter au patient (antécédents, tempérament) mais aussi au clinicien (molécules disponibles, habitudes d'emploi...). Les molécules de prémédication couramment employées sont l'acépromazine ou la (dex)médétomidine. Ces dernières sont cependant à utiliser avec prudence car elles peuvent entraîner une hypoventilation majeure ainsi qu'une diminution du tonus pharyngé très redoutées dans le cas du SORB. Les opioïdes employés sont la méthadone, la buprénorphine voire le butorphanol. À l'induction on utilisera du propofol ou de l'alfaxalone par titration (Downing et Gibson, 2018).

La gestion de la température est un enjeu majeur de l'anesthésie des brachycéphales. En effet, l'hypothermie accroît la demande en oxygène, tandis que l'hyperthermie exacerbe les maladies respiratoires.

L'intubation constitue une étape difficile de l'anesthésie de par l'obstruction des voies respiratoires. Le recours à des sondes endotrachéales de faible diamètre avec gonflement important du ballonnet après intubation est régulièrement nécessaire. Dans les cas graves d'hypoplasie trachéale, un cathéter urinaire peut être nécessaire pour l'intubation, soit comme stylet, soit modifié pour se connecter à un système respiratoire (Downing et Gibson, 2018).

L'hypercapnie et l'hypoventilation fréquemment rencontrées chez les brachycéphales sont susceptibles d'être exacerbées lors de l'anesthésie. Une surveillance rapprochée de la pression partielle en dioxyde de carbone est importante (entre 35 et 45 mmHg, tolérée jusqu'à 55 pour les brachycéphales), et une assistance ventilatoire peut être nécessaire (Downing et Gibson, 2018).

La fragilité oculaire des brachycéphales nécessite une lubrification régulière des yeux au cours de l'anesthésie mais également durant les 24 heures post-opératoires, (période durant laquelle la production de larmes est particulièrement réduite).

La maîtrise précise de l'analgésie est essentielle chez les brachycéphales. En effet, la douleur impacte négativement la ventilation et favorise l'obstruction et le rétrécissement des voies respiratoires par augmentation du travail respiratoire, du travail du myocarde et des besoins en oxygène (Downing et Gibson, 2018).

La prise en charge post-opératoire sera évoquée ci-après dans la partie « gestion des complications à court terme ».

3.3.2. Rhinoplastie

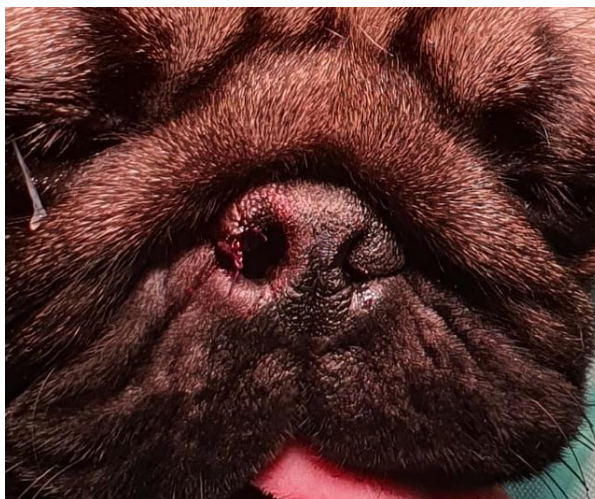
L'objectif de la rhinoplastie est d'augmenter le diamètre des narines afin de diminuer la dépression occasionnée lors de l'inspiration. Selon la physiopathologie du syndrome, le soulagement de l'obstruction située à proximité doit être tenté au plus tôt afin de prévenir la détérioration de la fonction respiratoire et l'affaissement tissulaire. Cependant, le temps optimal pour corriger l'obstruction des voies respiratoires supérieures ne fait pas encore consensus. Certains auteurs recommandent la rhinoplastie dès l'âge de 3-4 mois (Wykes, 1991 ; Koch *et al.*, 2003), tandis que d'autres la recommandent plus tardivement, en fin de croissance, lors de la stérilisation ou de la castration si le praticien maîtrise ces techniques (Trappler et Moore, 2011).

Plusieurs techniques chirurgicales ont été décrites telles que l'alaplastie, l'alapexie ou l'amputation alaire (Aronson, 2022).

- L'alaplastie est la procédure la plus utilisée et consiste en l'excision d'un coin de l'aile de la narine. Le chirurgien réalise une excision cunéiforme verticale, horizontale ou latérale à l'aide

d'une lame froide (lame de scalpel n ° 11 ou 15). La longueur de la base du coin détermine la taille finale de l'ouverture de la narine. Trostel et Frankel ont introduit en 2010 une technique d'excision employant un outil à biopsie punch de 6 ou 8 mm. Selon eux, l'outil de poinçonnage fournirait un aspect postopératoire symétrique et plus esthétique que les techniques à la lame froide (Trostel et Frankel, 2010). Durant l'intervention, la vascularisation de la narine occasionne un saignement important, géré par application de coton hémostatique. Le rapprochement des berges de la plaie est réalisé par deux à quatre points simples, lâches utilisant un fil monofilament résorbable, afin d'apposer les marges de l'incision (Figure 23) (Dupré et Heidenreich, 2016 ; Aronson, 2022).

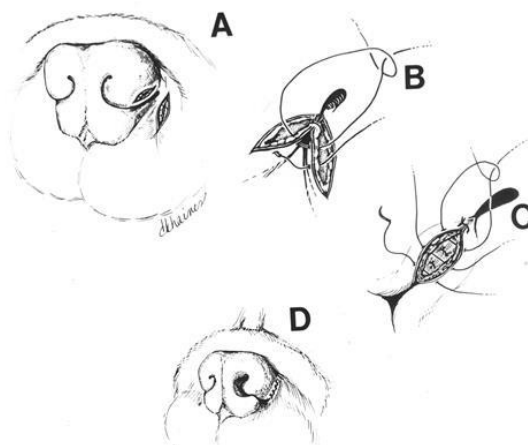
Figure 23 : Chirurgie d'alaplastie sur un carlin de 6 mois, par incision horizontale, narine droite opérée, narine gauche avant prise en charge encore sténosée (Source : photographie personnelle au service de chirurgie du CHUVA)



- L'alapexie fixe latéralement la narine permettant l'exercice d'une traction sur celle-ci la maintenant ouverte. Une première incision de 0,5 à 1 cm de long par 3 mm de large est réalisée ventrolatéralement à l'aile de la narine. Une seconde est réalisée sur le museau, entre 3 et 5 mm latéralement à l'aile de la narine. Les deux incisions sont ensuite apposées à l'aide de points simples, plaçant ainsi la narine en abduction (Figure 24). Cette méthode est particulièrement chronophage mais demeure recommandée lorsque les cartilages sont estimés fragiles et susceptibles d'entraîner une récurrence de la sténose. Elle est également utilisée lors d'échecs de l'alaplastie (Ellison, 2004 ; Lodato et Hedlund, 2012b ; Aronson, 2022).

Figure 24 : Illustration de la procédure d'alapexie.

(A) Incisions alaire et sur le museau (B, C) Apposition des incisions par points (D) Fin de procédure d'alapexie après fermeture à deux couches (Ellison, 2004)



- L'amputation alaire ou technique de Trader a été décrite en 1949. Elle consiste en l'excision de la portion dorsolatérale du cartilage nasal en suivant une angulation ventrolatérale à 3h30 sur la narine de gauche et 8h30 sur la narine droite. La cicatrisation se fait ensuite par seconde intention (sans suture). La gestion des saignements peut dans ce cas faire intervenir de la phényléphrine diluée (absence d'hémostase avec les points de sutures). Bien que moins utilisée, cette méthode présente cependant certains avantages. En effet, l'absence de points de suture permet une réduction du temps chirurgical. Certains auteurs préconisent actuellement la réalisation de cette intervention dès huit semaines d'âge. Cela permettrait de limiter les détériorations consécutives à l'obstruction des voies respiratoires tout en bénéficiant des avantages liés au jeune âge à savoir une intervention plus rapide et un atout esthétique majeur par réépithélialisation rapide des narines. Elle est particulièrement avantageuse chez les animaux ayant de petites narines et permet la résection d'une quantité de tissu plus importante comparativement aux autres méthodes (Lodato et Hedlund, 2012b ; Aronson, 2022).

La technique chirurgicale seule ne permet pas de distinguer une méthode à privilégier à une autre. En revanche, celle-ci devra être adaptée au niveau et à l'expérience du chirurgien, à la conformation des narines et aux potentielles interventions déjà réalisées sur le patient (Trappler et Moore, 2011).

3.3.3. Chirurgies du palais mou

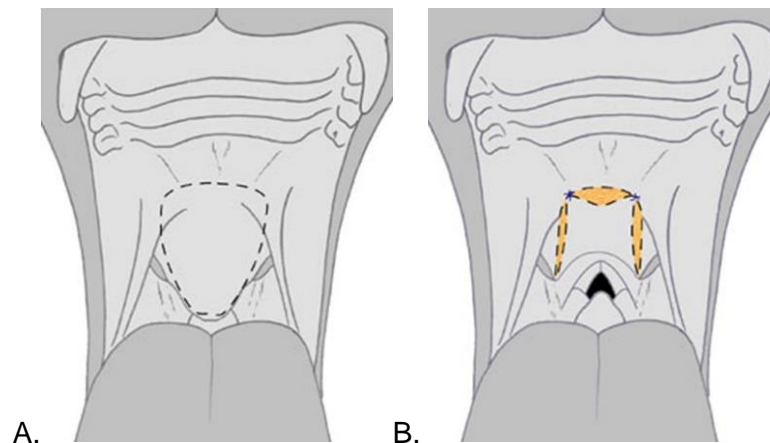
La staphylectomie ou résection caudale du palais mou a pour objectif le retrait de suffisamment de tissu afin de limiter l'obstruction de la glotte à l'inspiration et ainsi permettre le rétablissement d'un flux d'air suffisant dans les voies aériennes supérieures. La quantité de tissus réséquée est un point important : un retrait insuffisant ne lèvera pas l'obstruction des voies aériennes (et nécessitera une nouvelle intervention), tandis qu'une ablation trop importante prédisposera irrémédiablement aux reflux nasopharyngés et ainsi aux bronchopneumonies par fausse déglutition, aux sinusites et aux rhinites. De ce fait, différents repères anatomiques sont débattus afin de délimiter la zone de résection tels que la pointe de l'épiglotte ou encore la limite moyenne à caudale des amygdales palatines (Trappler et Moore, 2011 ; Lodato et Hedlund, 2012b ; Dupré et Heidenreich, 2016).

Comme évoqué précédemment, la staphylectomie consiste en la résection de la longueur excessive de palais mou. Historiquement réalisée à la lame froide (scalpel ou ciseaux de Metzbaum), d'autres méthodes ont été proposées et sont régulièrement comparées, tels que l'utilisation de l'électrocautérisation monopolaire, le laser (au dioxyde de carbone ou à diode), ou encore les dispositifs d'étanchéité bipolaire (type Liasure®, Valleylab®...) (Dupré et Heidenreich, 2016). L'électrocautérisation monopolaire (bistouri électrique) est actuellement peu recommandée car cause plus d'œdèmes post-opératoires que les autres techniques et accroît ainsi le risque de mortalité post-opératoire (Trappler et Moore, 2011). Dunié-Mérigot et al. ont comparé les méthodes du laser au dioxyde de carbone, du laser à diode et de l'électrocoagulation et démontré la supériorité du laser à dioxyde de carbone. Celui-ci représentait parmi les trois la technique la plus rapide, avec le moins de saignements et le moins de complications post-opératoires (Dunié-Mérigot *et al.*, 2010). Cependant, l'utilisation du laser au dioxyde de carbone nécessite des précautions de sécurité majeures dues au potentiel inflammable de l'oxygène qui représente un risque d'incendie si le faisceau laser endommageait le tube endotrachéal. Ce dernier doit donc être recouvert de ruban réfléchissant ou d'écouvillons de gaze imbibés de solution saline (Conte *et al.*, 2022). D'après l'étude de Brdecka et al. les dispositifs d'étanchéité bipolaires présentent des résultats similaires au laser au dioxyde de carbone d'un point de vue temps chirurgical et qualité des résultats post-opératoires, mais ils ont l'avantage d'être beaucoup plus sûrs pour le chirurgien (Brdecka *et al.*, 2007). Une dernière technique prometteuse a été étudiée récemment : la staphylectomie à l'aide de cisaille harmonique. Cette technique permet de gagner du temps chirurgical, d'offrir une facilité opérationnelle globale et de diminuer l'œdème post-chirurgical. Cependant, le faible nombre de cas en diminue la puissance statistique, d'autres études devront être menées pour conclure plus précisément sur les avantages de cette pratique (Conte *et al.*, 2022).

En revanche, les techniques précédemment évoquées ne corrigent pas l'hyperplasie palatine. D'autres techniques telle que la palatoplastie par lambeau plié ont été conçues afin de corriger à la fois longueur et épaisseur excessive du palais mou soulageant ainsi l'obstruction nasopharyngée. Cette technique chirurgicale consiste à ramener rostralement le bord caudal du palais mou jusqu'à visualisation de l'ouverture caudale du nasopharynx. Le bord caudal rétracté est ensuite utilisé afin de définir la limite de coupe rostrale correspondant au point de contact entre la muqueuse ventrale du palais mou et son extrémité caudale (soit généralement 1 ou 2 cm caudal par rapport au processus palatin de l'os palatin). La muqueuse ventrale est ensuite incisée en forme de trapèze depuis la limite de coupe rostrale au bord libre du palais mou. Les limites latérales du trapèze se situent médialement aux amygdales (Figure 25. A). Les tissus mous situés sous l'incision (comprenant la muqueuse ventrale du palais mou, les muscles palatins, ainsi qu'une partie du muscle releveur *veli palatini*) sont ensuite excisés, afin de ne réduire le palais mou qu'à la muqueuse et sous-muqueuse nasopharyngées. Le voile du palais mou est ensuite replié sur lui-même et suturé à l'aide de points simples réalisés avec du fil monofilament résorbable (Figure 25. B). Aucun trouble oropharyngé secondaire à la chirurgie n'est jusqu'alors rapporté lors de ce type d'intervention (Findji et Dupré, 2009 ; Dupré et Heidenreich, 2016).

Figure 25 : Vue schématique de palatoplastie à lambeau plié.

A : ligne d'incision dans la muqueuse buccale et retrait de la partie orale du palais mou pour le processus d'amincissement de l'hyperplasie. B: vue schématique montrant le pliage du palais mou aminci sur lui-même (Dupré et Heidenreich, 2016).



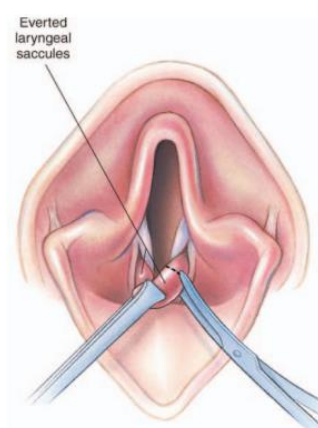
3.3.4. Traitements des affections laryngées

3.3.4.1. Sacculectomie laryngée

Nous l'avons évoqué en partie 1.2.1.2, 50 à 66% des chiens atteints du SORB souffrent d'un collapsus laryngé de grade 1 autrement dit d'une éversion des ventricules laryngés.

Chirurgicalement, la sacculectomie laryngée correspond à l'excision des saccules laryngés éversés. Différentes techniques sont décrites ayant recours à l'électrocautérisation, aux ciseaux, à un serre-nœud amygdalien ou à des pinces à biopsies laryngées (Figure 26). La cicatrisation du site se produit en seconde intention et les saignements occasionnés sont gérés par pression du site (Meola, 2013 ; Dupré et Heidenreich, 2016).

Figure 26 : Schéma d'une sacculéctomie laryngée gauche aux ciseaux de Metzemaum (Lodato et Hedlund, 2012b)



À l'heure actuelle, la réalisation de la sacculéctomie est controversée. Si certains auteurs prétendaient que la simple correction des narines sténosées et de l'hyperplasie du palais mou devait suffire à une régression de l'éversion des ventricules laryngés, cette théorie a été réfutée en 2012 par l'étude de Cantatore et al. Ceux-ci ont effectué une sacculéctomie unilatérale chez dix chiens, lors du contrôle endoscopique, aucun des ventricules laissé en place n'avait régressé. En revanche, ils ont observé chez certains patients une prolifération tissulaire identique à un ventricule sur la zone d'ablation. Ainsi, la guérison par intention secondaire peut parfois entraîner la récurrence de l'obstruction posant ainsi la question de l'intérêt de la chirurgie (Cantatore *et al.*, 2012).

De plus, si peu de preuves demeurent sur son intérêt, certains s'interrogent maintenant sur sa capacité de nuire. Une étude de 2018 portant sur 37 brachycéphales atteints du SORB a démontré une mortalité péri opératoire plus importante lors de sacculéctomie. Une hypothèse avancée par les auteurs serait que la sacculéctomie occasionnerait un gonflement supplémentaire au niveau de la *rima glottis* qui ne serait pas toléré par les patients. Cependant cette étude ne s'intéresse qu'aux risques à court terme qui pourraient être compensés par de bons résultats fonctionnels à long terme. Jusqu'à maintenant aucune étude ne semble s'être penchée sur le bénéfice à long terme de l'ajout de la sacculéctomie à la résection des narines et la staphylectomie seules (Hughes *et al.*, 2018).

Ainsi, à défaut de consensus, les auteurs ne recommandent l'élimination des ventricules laryngés que lorsque l'éversion contribue de manière significative à l'obstruction. La procédure est donc effectuée en fonction de la préférence individuelle du chirurgien selon une évaluation subjective du degré d'obstruction de la lumière laryngée.

3.3.4.2. Gestion des collapsus de stades II et III

Le traitement chirurgical du collapsus laryngé de stade II et III n'est envisagé que lorsque les signes cliniques ne s'améliorent pas après les chirurgies routinières du SORB (prises en charge de la sténose des narines et de l'hyperplasie du palais mou). Cependant, le rôle de ce type de chirurgie est controversé. En effet, bon nombre de cliniciens considèrent que les chiens souffrant de collapsus laryngé de stade II et III ont un pronostic réservé (White, 2012).

La laryngectomie partielle est peu recommandée car elle occasionne une mortalité supérieure à 50% (Lodato et Hedlund, 2012b). D'autres méthodes inspirées de celles employées lors de paralysie laryngée ont été essayées. La latéralisation aryténoïdienne est généralement vouée à l'échec du fait d'une chondromalacie préexistante chez ces chiens (notamment les carlins). L'aryténoïdectomie partielle assistée par laser pourrait apporter un certain soulagement mais demeure peu étudiée jusqu'à maintenant (Dupré et Heidenreich, 2016)

Enfin, si toutes ces options sont sans résultats, la trachéostomie permanente peut être envisagée comme traitement palliatif. Cependant, cette technique est extrêmement invasive et très

contraignante pour les propriétaires. De plus, si l'on se rapporte à l'étude de Gobbetti et al., elle est associée à des complications majeures (80% des opérés de l'étude), le temps de survie médian n'était que de 100 jours et la mortalité précoce était fréquente (6 des 15 chiens mourant des suites de complications chirurgicales dans les 20 premiers jours postopératoires) (Gobbetti *et al.*, 2018).

Le recours à des stent laryngés pourraient être une solution d'avenir de par sa rapidité d'exécution et sa facilité de réalisation (quelques minutes pour un praticien aguerri). Cependant à notre connaissance aucune étude concernant son utilisation lors de collapsus laryngé n'a été rapportée. C'est en effet une technique en cours de développement pour les paralysies laryngées et les sténoses laryngées post chirurgicales (Ricart *et al.*, 2020).

La chirurgie des collapsus laryngés de grades II et III est donc peu réalisée car associée à de mauvais résultats sur des animaux au pronostic potentiellement réservé.

3.3.5. Amygdalectomie

Si les amygdales s'avèrent être éversées et font protrusion dans l'oropharynx, il peut être utile de les enlever afin de réduire l'irritation et l'obstruction au flux d'air. Cependant, si leur participation à l'obstruction est minime, il est préférable de les laisser en place car une fois les facteurs primaires du SORB corrigés, une résolution de l'éversion est fréquente. Ainsi, actuellement, l'amygdalectomie n'est pas recommandée, car son bénéfice semble minime à nul (Lodato et Hedlund, 2012b ; Meola, 2013).

3.3.6. Turbinectomie

La turbinectomie vise à éliminer les parties obstructives malformées des cornets nasaux aberrants, et plus précisément les cornets aberrants caudaux et rostraux évoqués en partie 1.1.3 (Oechtering et al., 2016b). Le recours à cette technique intervient lorsque la chirurgie conventionnelle du SORB intéressant les lésions pharyngée, laryngée et palatine semble cliniquement insatisfaisante (Liu *et al.*, 2019).

Actuellement, la technique la plus utilisée est la turbinectomie assistée par laser endoscopique qui semble présenter peu de complication et une faible mortalité. Une technique décrite consiste en la turbinectomie de la conque nasale ventrale dans un premier temps, puis en l'ablation des CAR de la conque nasale moyenne, et enfin assurer une lumière ouverte du méat nasopharyngé ainsi que la résection des CAC (Oechtering *et al.*, 2016b). Combinée à la vestibuloplastie et à la staphylectomie, il a été démontré une diminution de 55% de la résistance intranasale 3 à 6 mois après la chirurgie par rapport aux valeurs préopératoires (Dupré et Heidenreich, 2016).

Il semble qu'en post-opératoire les conques nasales repoussent partiellement, selon des mécanismes encore peu compris. Initialement considéré comme un échec thérapeutique, les points de vue ont évolué pour considérer cette repousse comme souhaitable à la condition qu'elle n'obstrue pas à nouveau les voies nasales. En effet, les conques participant physiologiquement à la thermorégulation, il apparaît qu'une ablation complète ne soit pas cliniquement pertinente (Oechtering *et al.*, 2016b). Une étude de 2017 a cherché une méthode permettant de préserver les conques ventrales lorsqu'elles sont non obstructives du fait de leur participation à la thermorégulation et de l'aspect moins invasif de la procédure (ablation des CAC uniquement). Ainsi, l'application préalable de xylométazoline (sympathomimétique dérivé de l'imidazole à effet vasoconstricteur utilisé comme décongestionnant) par voie intranasale permet une réduction du volume de la conque ventrale, facilitant ainsi l'approche et l'extraction des CAC. Les uniques complications observées sont des saignements mineurs (Schuenemann *et al.*, 2017).

Par ailleurs, la turbinectomie permet une nette amélioration de la tolérance à l'effort ainsi qu'une discrète amélioration de la tolérance à la chaleur. Une étude de 2016 rapporte une réduction de 60 à 5% des crises d'étouffement ainsi que de 27 à 3% des syncopes (Pohl *et al.*, 2016).

3.4. Pronostic : résultats, complications

3.4.1. Complications à court terme

Les complications postopératoires surviennent en grande majorité dans les 24 à 48 heures postopératoires. La plus fréquente est l'œdème laryngé à l'origine de dyspnée voire détresse respiratoire nécessitant une oxygénation supplémentaire ou une anesthésie et une nouvelle intubation (parfois une trachéostomie temporaire). Les autres complications fréquemment rencontrées sont les régurgitations ou vomissements et la pneumonie par aspiration. D'après l'étude de Lindsay et al., il semble que l'âge, les affections concomitantes des voies respiratoires et la chirurgie pratiquée en urgence prédisposent de manière significative aux complications postopératoires, encourageant la prise en charge précoce du SORB (Lindsay *et al.*, 2020).

La prise en charge postopératoire doit inclure la surveillance de l'oxygénation et de la ventilation durant les 24 à 48 heures postopératoires. Le recours aux corticostéroïdes comme anti-inflammatoire est systématique, ainsi qu'à la sédation au besoin pour garder le patient calme. Le métoclopramide en postopératoire s'est avéré efficace dans le contrôle des régurgitations et des vomissements après correction chirurgicale de la paralysie laryngée, et peut bénéficier aux chiens après la correction du SORB. Une alimentation humide fractionnée est recommandée après l'opération pour réduire le risque de dysphagie (Meola, 2013 ; Lindsay *et al.*, 2020).

3.4.2. Résultats à long terme

Les résultats à long terme de la chirurgie du SORB sont bons à très bons, avec une amélioration évaluée entre 61 et 94,1% selon les articles (récapitulés dans le Tableau 3). Cependant, il est difficile de comparer ces résultats afin de se faire une idée précise du pronostic postopératoire. En effet, une part importante de l'évaluation est subjective, réalisée par le propriétaire qui doit évaluer son animal sans réelle connaissance médicale. De plus chaque étude définit sa propre grille d'évaluation et les critères qu'elle comprend : signes respiratoires, résistance à l'effort, troubles digestifs, etc.

Tableau 3 : Synthèse des résultats postopératoires du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales de différents articles

| Source | Pourcentage d'amélioration |
|---------------------------------|--|
| (Riecks <i>et al.</i> , 2007) | 94,1% (32/34) des chiens suivis à un an postopératoire |
| (Torrez et Hunt, 2006) | 89,1% (41/46) des chiens évalués entre 19 et 77 mois postopératoires, dont 63% présentant une amélioration marquée et 37% une amélioration modérée. Persistance de certains signes cliniques chez tous les chiens. |
| (Poncet <i>et al.</i> , 2006) | 92,2% (47/51) des chiens présentant une amélioration marquée des signes respiratoires immédiatement (63,8%), sous 2 semaines (23,4%), ou sous 6 semaines (8%) ; 91,4% des chiens présentant une bonne évolution digestive à 6 mois |
| (Lorinson <i>et al.</i> , 1997) | 61% (34/56) des chiens présentant de bons à excellents résultats à 6 mois postopératoires |

Si l'on s'en tient à l'étude de Torrez et Hunt, les signes cliniques persistants après la chirurgie étaient par ordre décroissant de fréquences : le ronflement durant le sommeil (73,9%), le stertor et/ou stridor vigile (50%), le halètement excessif (28,3%) et la dyspnée (21,7%). La toux, les signes digestifs, les syncopes ou encore l'apnée du sommeil étaient quant à eux peu rapportés (Torrez et Hunt, 2006).

A priori, les résultats postopératoires sont observés immédiatement après la chirurgie. Mais là encore, et comme en témoigne le tableau 3, les avis divergent et certains rapportent une amélioration sous quelques semaines à mois.

3.4.3. Bilan sur les données pronostiques actuelles en fonction du grade de collapsus laryngé

Comme nous l'avons évoqué dans la partie ci-dessus, les lésions laryngées avancées ne sont pas ou du moins peu prises en charge chirurgicalement. En outre, dans le cas d'une intervention, les résultats sont peu concluants. La question de l'influence pronostique de ce facteur sur le postopératoire semble donc importante. Traditionnellement, le grade avancé de collapsus laryngé était considéré comme facteur pronostic négatif à la chirurgie sans preuve statistique à l'appui. Plus récemment, un petit nombre d'études a été mené afin de statuer plus spécifiquement de cet impact. Cependant, aucun consensus n'est encore trouvé, les résultats figurant dans la littérature étant relativement contradictoires.

Ainsi, les études de Liu et de Pink tendent à montrer un assombrissement du pronostic lors de collapsus plus sévères (II à III), tandis qu'au contraire Torrez et Hunt, Haimel et Dupré et Carabalona et al. ne trouvent aucune corrélation entre la gravité du collapsus et le pronostic postopératoire. Les données des différentes études sont récapitulées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Synthèse des différentes données actuelles de l'influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic postopératoire

4.a) Études faisant état d'une corrélation entre la gravité du collapsus et le pronostic

| Résultat | | Corrélation gravité collapsus / assombrissement pronostic | |
|---------------------------|-------|---|--|
| Étude | | (Pink <i>et al.</i> , 2006) | (Liu <i>et al.</i> , 2017b) |
| Nombre d'animaux | | 7 | 50 |
| % cas de collapsus grade | I | 28,5 | / |
| | II | 57,2 | 52 |
| | III | 14,3 | |
| Évaluation postopératoire | Quand | Postopératoire immédiat | Avant la chirurgie puis à 1 et 6 mois postopératoire |
| | Quoi | Survie | Mesures objectives : examen physique, test de tolérance à l'effort 3 minutes, test PBCE 20 minutes |
| Limites | | Très faible nombre de cas, pas de suivi à long terme | Possible amélioration de la prise en charge (expérience des chirurgiens...) |

4.b) Études faisant état d'une absence de corrélation entre la gravité du collapsus et le pronostic

| Résultat | | Pas de corrélation gravité collapsus / assombrissement pronostic | | |
|---------------------------|-------|---|--|---|
| Étude | | (Torrez et Hunt, 2006) | (Haimel et Dupré, 2015) | (Carabalona <i>et al.</i> , 2022) |
| Nombre d'animaux | | 64 dont 34 avec collapsus laryngé | 62 dont 54 avec collapsus laryngé | 423 dont 397 avec collapsus laryngé |
| % cas de collapsus grade | I | 26,5 | 37,1 | 29,6 |
| | II | 15,5 | 22,6 | 47,8 |
| | III | 11 | 27,4 | 16,5 |
| Évaluation postopératoire | Quand | Entre 19 et 77 mois postopératoire | Entre 6 et 58 mois postopératoire | Au moins 12 mois après la chirurgie |
| | Quoi | Par les propriétaires, avec échelle de 1 à 4 : activité, gravité signes cliniques, réponse à la chirurgie | Par les propriétaires, subjectif : activité, signes respiratoires et digestifs, satisfaction | Par les propriétaires, subjectif, évaluation au moment de la réponse au questionnaire : activité, signes respiratoires et digestifs |
| Limites | | Subjectivité d'évaluation par les propriétaires, délai parfois long entre chirurgie et questionnaire | Subjectivité d'évaluation par les propriétaires, délai parfois long entre chirurgie et questionnaire | Subjectivité d'évaluation par les propriétaires, limité car uniquement « mieux, pire, pareil », exclu si animal décédé |

4. Conclusion

Le SORB représente un ensemble complexe d'anomalies des voies respiratoires entachant la qualité de vie d'un grand nombre de chiens brachycéphales. L'objectif chirurgical est de lever l'obstruction des voies respiratoires supérieures par rhinoplastie, staphylectomie ou palatoplastie, auxquelles peut s'ajouter la sacculectomie laryngée.

Il a été démontré qu'un grand nombre de chiens souffrant du SORB développe un collapsus laryngé. Lorsque celui-ci est de grade II à III, aucune chirurgie n'a jusqu'alors démontré son efficacité sur le collapsus. À l'heure actuelle, les interventions à ce niveau sont donc rarement réalisées. Cependant, aucune étude n'a encore permis de conclure quant à l'influence du grade de collapsus sur la survie postopératoire (avis divergents, limites d'études, etc.). Le second temps de ce travail va donc consister à décrire l'évolution clinique observée des chiens atteints du SORB opérés au CHUVA et dont l'évaluation initiale a permis d'identifier un collapsus laryngé de grade II ou III.

Deuxième partie : étude expérimentale

1. Introduction

La prise en charge chirurgicale du SORB représente un risque anesthésique pour le patient. En effet, l'existence des multiples anomalies en fait des patients à risque, particulièrement instables comme détaillé en partie 3.3.1. De plus, cette intervention représente pour les propriétaires un investissement émotionnel (espoir d'une amélioration de la qualité de vie de leur animal mais aussi pour eux-mêmes car les signes cliniques respiratoires peuvent provoquer des nuisances) et un investissement financier. Ainsi, cette chirurgie n'est pas sans conséquences tant pour l'animal que le propriétaire. Il semble donc important de collecter le maximum de données sur le pronostic du patient avant d'intervenir afin d'obtenir le consentement le plus éclairé possible des propriétaires. S'il s'avère que le pronostic de récupération voire de survie du patient est notablement affecté par le grade de collapsus laryngé - comme le pensait traditionnellement la communauté scientifique - il semble que le propriétaire soit en droit de le savoir au moment de la prise de décision d'intervention.

Comme nous l'avons évoqué en dernière partie de la bibliographie, l'impact du grade de collapsus laryngé sur le pronostic postopératoire est actuellement controversé. Sur les cinq études répertoriées, 2 concluaient à un impact du collapsus laryngé péjorant le pronostic post-opératoire, et trois concluaient à une absence de corrélation.

La présente étude vise à évaluer la survie après prise en charge chirurgicale du SORB en fonction du grade de collapsus laryngé préalablement diagnostiqué (II ou III). Nous nous sommes également penchés sur les causes de décès des individus selon le collapsus laryngé afin d'évaluer s'ils décédaient plus fréquemment du SORB. Cependant, l'inclusion des cas allant jusqu'à mars 2023, le délai semblait trop court pour conclure quant à la survie des derniers cas inclus. Nous avons donc également évalué l'amélioration de la qualité de vie des patients suite à la chirurgie. Cette évaluation a été réalisée sur la base d'un questionnaire rempli a posteriori par les propriétaires et portant sur divers aspects de la qualité de vie de leur animal avant et après la chirurgie. Les différentes informations recueillies ont été recoupées avec celles contenues dans le dossier médical du patient afin d'obtenir les données les plus précises possibles. Nous avons établi un score clinique avant et après chirurgie d'après une grille établie par nos soins, s'inspirant de différentes études ainsi que de la thèse d'Honorine Sadowski (Poncet *et al.*, 2006 ; Torrez et Hunt, 2006 ; Sadowski, 2021). Puis nous avons comparé l'évolution de chacune des deux catégories. Ainsi, l'évaluation de la survie permettait l'accès à des données quantitatives objectives, et l'évaluation de la qualité de vie bien que subjective donnait accès à des données qualitatives affinant notre étude.

Nos hypothèses initiales étaient que la mort survenait plus tôt en cas de collapsus de grade III que de collapsus de grade II, et plus fréquemment d'une cause imputable au SORB. Nous supposions également que les résultats chirurgicaux étaient moins satisfaisants (moindre amélioration de la qualité de vie) lors de grade III que de grade II.

2. Matériels et méthodes

2.1. Critères d'inclusion dans l'étude

Ce travail a consisté en une étude rétrospective et prospective à partir de dossiers extraits des archives du CHUVA. L'ensemble des dossiers des chiens brachycéphales pris en charge chirurgicalement pour SORB entre octobre 2007 et mars 2023 a été étudié. Une évaluation par endoscopie du larynx préalable à la chirurgie est traditionnellement effectuée au CHUVA par un spécialiste de médecine interne ou par un résident éligible au titre de spécialiste afin de statuer du grade de collapsus. Les dossiers des chiens présentant des grades I ont été exclus de l'étude. Lorsque des grades intermédiaires I/II ou II/III étaient rapportés dans le dossier, une relecture à l'aveugle des images endoscopiques (sans connaissance du dossier) était réalisée par Dr CANONNE (maître de conférences du service de médecine à l'ENVA et directrice de ce travail).

Le protocole chirurgical était vérifié dans le compte rendu opératoire. Les individus n'ayant pas reçu l'intervention en trois temps : rhinoplastie en coin (aloplastie), palatoplastie modifiée (palatoplastie par lambeau plié) et exérèse des ventricules laryngés d'après les méthodes décrites ci-dessus étaient exclus de l'étude. Le mode opératoire chirurgical au CHUVA étant globalement harmonisé, le motif d'exclusion le plus fréquent à ce stade a été la non exérèse des ventricules laryngés.

L'existence d'une prise en charge antérieure du SORB dans un autre centre que le CHUVA n'excluait pas le patient de notre étude. En effet le temps zéro étant défini comme le jour d'évaluation du collapsus laryngé du patient, nous avons considéré que les événements antérieurs n'influaient pas sur nos résultats si la méthode chirurgicale n'en était pas impactée. En revanche, les individus ayant subi une première chirurgie au CHUVA puis une reprise chirurgicale étaient exclus de l'étude car trop difficilement catégorisables (existence de deux dates de chirurgie, donc d'au moins trois grades cliniques, parfois modification du grade de collapsus laryngé...).

De même, le protocole anesthésique n'a pas constitué un critère de sélection des cas. En effet, le CHUVA disposant d'un service d'anesthésie, chaque protocole a été adapté au patient concerné. Ainsi, établir une sélection sur ce critère aurait rendu impossible la réalisation de cette étude.

2.2. Recueil des cas

À l'aide de Clovis®, logiciel du CHUVA une recherche par mots-clés sans contrainte de date a été réalisée afin d'obtenir un maximum d'animaux ayant été opérés pour correction du SORB au CHUVA. Seuls les dossiers alliant la prise en charge chirurgicale en trois temps évoquée ci-dessus et le diagnostic préalable de collapsus laryngé de grade II ou III étaient conservés.

À ce stade, des données concernant les cas étaient déjà accessibles pour l'étude : race, date de naissance, poids et note d'état corporel, âge lors de la stadification du collapsus laryngé et de la prise en charge chirurgicale, motif de consultation préopératoire. Lorsque les animaux étaient suivis au CHUVA pour d'autres affections, cela permettait d'enrichir nos données concernant l'état de santé de l'animal en question : affections concomitantes et parfois même évolution postopératoire voire décès.

Enfin, cette étape avait également pour objectif d'obtenir les coordonnées les plus complètes possibles des propriétaires afin de les contacter par la suite (numéros de téléphones et adresses mail).

2.3. Recueil des données

2.3.1. Évaluation du collapsus laryngé

Le grade du collapsus laryngé était, dans la majorité des cas, évalué après induction de l'anesthésie, juste avant le passage au bloc, permettant ainsi le plus souvent la réalisation d'une unique anesthésie.

Généralement, le patient est placé en décubitus sternal, non intubé. La laryngoscopie est effectuée par introduction d'un endoscope dans la cavité buccale jusqu'au larynx. Il s'agit de s'insinuer ventralement au palais mou et dorsalement à l'épiglotte afin de visualiser convenablement le larynx. S'ensuit une inspection des cartilages aryénoïdes ainsi que des ventricules laryngés lorsqu'ils sont éversés. L'inflammation et l'œdème du larynx sont appréciables à ce stade. Le clinicien statue alors sur le grade de collapsus laryngé selon les critères définis en partie 1.2.1.2.

Dans cette étude rétrospective, six cliniciens ont été évaluateurs des grades de collapsus laryngés : Dr BARIL, Dr CANONNE, Dr DA RIZ, Dr FREICHE, Dr KURTZ et Dr RUIZ. Les images du larynx obtenues lors de l'endoscopie sont accessibles sur le logiciel Clovis® permettant de garantir *a posteriori* le bon classement de l'animal dans la population de l'étude.

2.3.2. Évaluation clinique

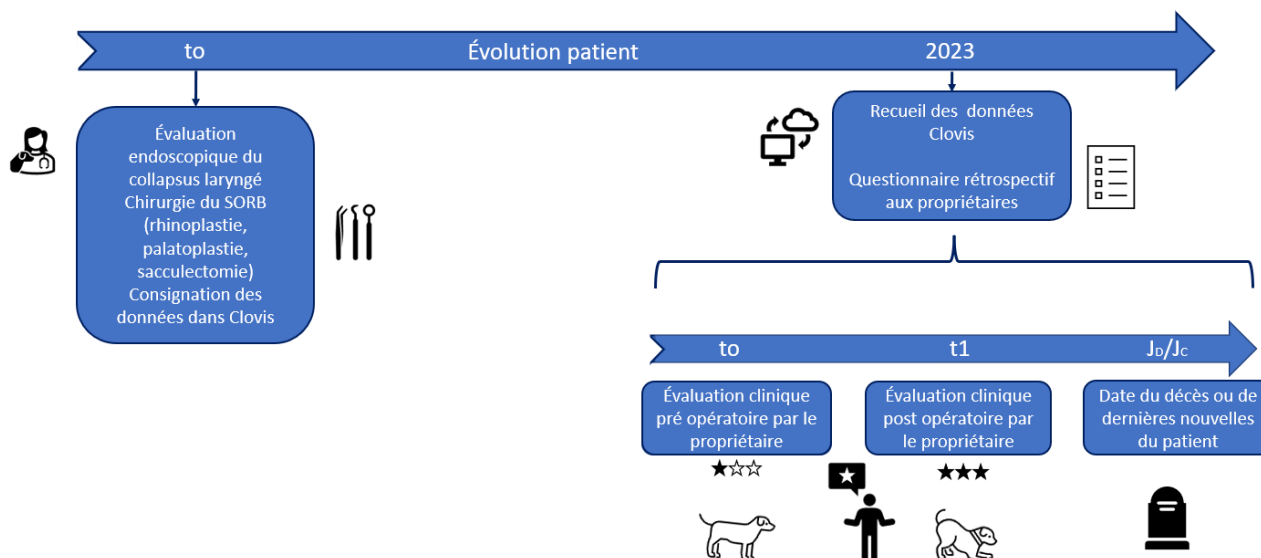
L'évaluation clinique consistait en un questionnaire complété par les propriétaires regroupant des questions sur la qualité de vie du patient avant et après la chirurgie (Annexe 1). Les critères évalués regroupaient la fonction respiratoire, digestive ainsi que la tolérance à l'effort, à la chaleur et à l'excitation, mais aussi la persistance d'éventuels traitements. Lorsque les données du dossier le permettaient, elles étaient recoupées avec le questionnaire afin de minimiser les pertes d'informations liées au temps écoulé depuis l'intervention. Dans le cas où une reprise chirurgicale était effectuée après la chirurgie t_0 , l'individu était exclu de l'étude.

À partir des données obtenues, un grade clinique pour chaque paramètre avant et après chirurgie a été attribué d'après une grille établie par nos soins. Le grade clinique a été modulé en fonction des traitements mis en place sur le long terme (Annexe 2). Nous avons ensuite réalisé pour chaque individu et chaque paramètre la différence entre son grade pré et postopératoire (Δ_{respi} pour les paramètres respiratoires, Δ_{effort} pour la tolérance à l'effort, Δ_{chaleur} pour la tolérance à la chaleur, Δ_{excit} pour la tolérance à l'excitation, et Δ_{dig} pour les signes digestifs), visant à évaluer l'évolution clinique des individus.

2.3.3. Évaluation de la survie postopératoire

Les questionnaires remplis par les propriétaires se terminaient par une question concernant l'éventuel décès de leur animal et sa cause. Certains dossiers d'animaux suivis au CHUVA à plus long terme donnaient accès à cette information ou à défaut à une date à laquelle l'animal était connu comme encore en vie, ce qui constituait une information importante pour notre étude dans le cas où le propriétaire ne donnerait pas suite à notre questionnaire.

Figure 27 : Récapitulatif des dates importantes du protocole d'étude (production personnelle)



2.4. Analyses statistiques

2.4.1. Test de Student ou de Mann-Whitney pour l'étude du grade clinique pré chirurgical et de la réponse clinique à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé

Les chiens de notre étude ont été considérés comme indépendants. Le grade de collapsus laryngé constituait un caractère binaire (grade II ou III), tandis que l'évaluation clinique des patients était initialement un caractère qualitatif que nous avons rendu quantitatif discret en définissant des grades de 1 à 4.

Ainsi, un test de Student pour séries appariées (ou de Mann-Whitney selon la distribution normale ou non des valeurs obtenues) était approprié pour comparer le stade clinique initial en fonction du grade de collapsus laryngé ainsi que la réponse à la chirurgie des brachycéphales avec collapsus laryngé de grade II et III (Desquilbet, 2019a).

Dans un premier temps, les valeurs comparées étaient les moyennes ou médianes des grades cliniques préopératoires obtenus grâce à l'analyse des questionnaires des collapsus de grade II et III. Le grade clinique préopératoire ne pouvait prendre que quatre valeurs comprises entre 1 et 4. Or afin d'étudier la distribution des valeurs pour évaluer si celle-ci suivait ou non une loi normale il fallait déterminer le nombre optimal de barres d'histogramme nécessaire à cette évaluation. Nous avons utilisé la formule de Brooks-Carruthers (Desquilbet, 2022) : $\text{Nombre_optimal} = \text{abs}(5 \cdot \text{Log}_{10}(n))$ avec n = nombre de valeurs dont on cherche la distribution -soit 47 ici-. D'après cette loi huit barres d'histogramme sont nécessaires à une bonne approximation. Or le grade clinique préopératoire ne prenait que quatre valeurs. La variable a donc été considérée comme ne suivant pas une loi normale et le test utilisé a donc été le test de Mann-Whitney comparant les médianes des grades préopératoires des collapsus de grade II et III. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de différence significative entre les médianes des grades préopératoires lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III ». Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%. Ces tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel BiostaTGV®.

Dans un second temps, les valeurs comparées étaient les moyennes ou médianes des Δ de chaque paramètre lors de collapsus laryngé de grade II et III. Nous avons calculé la différence des grades

cliniques (postopératoire t_1 moins préopératoire t_0) de chaque paramètre puis après vérification de la distribution, nous avons calculé pour chacun des grades de collapsus laryngé : les moyennes et écart-types si la distribution était normale ou les médianes et quartiles si la distribution ne suivait pas une loi normale. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes/médianes des Δ lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III » Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%. Ces tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel BiostaTGV®.

2.4.2. Méthode de Kaplan-Meier pour l'estimation de la courbe de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Nous avons souhaité évaluer la survenue de l'événement « décès du patient brachycéphale opéré avec un collapsus laryngé de grade II ou III » parmi les brachycéphales présentés au service de chirurgie du CHUVA pour prise en charge chirurgicale entre 2007 et 2023.

Les données ont été obtenues à l'aide des questionnaires complétés par les propriétaires ainsi que les données recueillies dans le logiciel Clovis®.

La date de point (à partir de laquelle les patients n'étaient plus suivis) a été fixée au 5 juin 2023. La date d'entrée dans l'étude (J_0) correspondait au jour d'évaluation du collapsus laryngé associée à la prise en charge chirurgicale. La date d'événement (J_D) était définie par le jour du décès du patient. Pour certains individus la date de décès était inconnue, ce qui définissait la date dite de censure (J_C). Cette dernière équivalait ou bien à la date de point (05/06/2023) si les propriétaires confirmaient à cette date que leur animal était encore en vie, ou bien à la dernière date enregistrée dans Clovis® où l'animal était connu comme vivant (si les propriétaires ne donnaient pas suite au questionnaire).

Ainsi, le temps de survie représentait le délai (en jours) entre J_0 et J_D ou à défaut entre J_0 et J_C .

L'estimation de la fonction de survie a été réalisée à l'aide de la méthode non paramétrique de Kaplan-Meier. Deux courbes ont été tracées : la courbe de survie pour les individus diagnostiqués avec collapsus laryngé de grade II et celle de ceux diagnostiqués avec collapsus laryngé de grade III (Desquilbet, 2019b). Le logiciel SAS® Studio a été utilisé pour les différents tracés.

2.4.3. Test du LogRank pour l'analyse de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé

L'objectif des études de survie mentionnées ci-dessus était d'évaluer si le décès survenait plus rapidement lors de collapsus laryngé de grade III que de collapsus de grade II. Nous avons comparé les deux courbes préalablement établies selon que les individus étaient exposés (collapsus de grade III) ou pas (collapsus de grade II). L'exposition étudiée était binaire. Nous avons donc pu utiliser le test du LogRank pour déterminer si le temps de survie était significativement différent lors de collapsus laryngés de grade III et II. Notre hypothèse nulle H_0 était : « dans la population de chiens brachycéphales atteints du SORB, toutes les courbes de survie se chevauchent parfaitement ». Le seuil de significativité alpha était fixé à 5% (Desquilbet, 2019b). Le logiciel SAS® Studio a permis le calcul du seuil de significativité.

2.4.4. Risque relatif (RR) et modèle de régression multivarié de Cox à risque proportionnel pour l'évaluation du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales lors de collapsus laryngé de grade III

Les parties précédentes évaluaient la rapidité de survenue du décès lors de collapsus laryngé de grade III comparativement à celui de grade II. Cette partie de l'étude statistique a recherché plus spécifiquement si les décès dus au SORB étaient statistiquement plus nombreux dans les populations avec collapsus laryngé de grade III que celles avec collapsus laryngé de grade II.

Pour cela, nous avons calculé le risque relatif (RR) en considérant les individus exposés (E+) quand ils avaient un collapsus de grade III, et non exposés (E-) quand celui-ci était de grade II. Les individus étaient considérés comme malades (M+) quand ils décédaient d'une cause fortement imputable au SORB : détresse respiratoire, bronchopneumonie (régulièrement rencontrées lors de vomissements/régurgitations), euthanasie liée aux symptômes du SORB, ou encore coup de chaleur. À l'inverse, ils étaient considérés comme non malades (M-) quand la cause du décès rapportée était non liée au SORB : décès de vieillesse, crise d'épilepsie, cancer, cardiopathie... Dans cette partie de l'étude n'ont été inclus que les individus dont le décès et sa cause étaient connus. Le Tableau 5 reprend l'ensemble des notations mentionnées ci-dessus.

Tableau 5 : Récapitulatif des données recueillies pour le calcul du risque relatif

| | | Maladie M | | |
|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|
| | | M- | M+ | Total |
| Exposition E | E- | a | b | e ₀ |
| | E+ | c | d | e ₁ |
| | Total | m ₀ | m ₁ | N |

Le risque relatif était ensuite obtenu (en utilisant les notations du Tableau 5) d'après la formule suivante : $RR = \frac{d \times e_0}{b \times e_1}$, puis l'erreur standard (SE) : $SE = \sqrt{\frac{c}{d(d+c)} + \frac{a}{b(b+a)}}$, permettant le calcul de l'intervalle de confiance du RR d'après la formule $[RRmin ; RRmax] = [e^{\ln(RR) - 1,96 \times SE(\ln(RR))}; e^{\ln(RR) + 1,96 \times SE(\ln(RR))}]$ (Desquilbet, 2020).

Nous avons alors accès à une estimation du risque relatif au sein de notre population. En effet, la présence de biais d'association pouvait fausser nos résultats, les rendant ininterprétables. Ces biais seront abordés et discutés dans la partie discussion de ce travail.

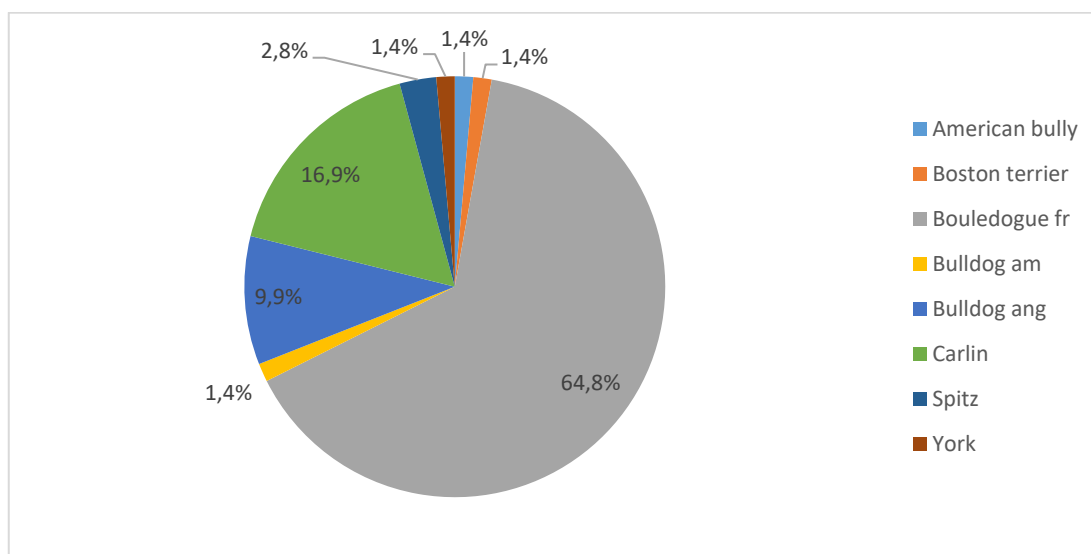
3. Résultats de l'étude

3.1. Description de l'échantillon

Entre octobre 2007 et mars 2023, soixante et onze chiens brachycéphales admis au CHUVA pour SORB répondaient aux critères d'inclusion dans notre étude : quarante-sept d'entre eux présentaient un collapsus laryngé de grade II et vingt-quatre un collapsus laryngé de grade III.

La race bouledogue français était très largement surreprésentée comptant quarante-six individus de l'échantillon (64,8 %), suivie par les carlins (douze soit 16,9 %) et les bulldogs anglais (sept soit 9,9 %). Enfin, on rencontrait comme races minoritaires : deux spitz (2,8 %), un american bully (1,4 %), un boston terrier (1,4 %), un bulldog américain (1,4 %) et un yorkshire (1,4 %). La Figure 28 reprend cette répartition sous forme de diagramme.

Figure 28 : Répartition raciale des individus inclus dans l'étude



Parmi les soixante et onze individus inclus, dix-sept étaient des femelles (23,9 %) dont six stérilisées (35,3 %) et cinquante-quatre des mâles (76,1 %) dont deux stérilisés (3,7 %). L'âge médian au diagnostic du collapsus laryngé était de 3 ans (variant entre 7 mois et 10,5 ans). Le poids moyen était de 13 kg (compris entre 3,7 et 40,3 kg) associé à une note d'état corporelle médiane de 5/9 (entre 4 et 8).

Parmi les soixante et onze propriétaires contactés, seuls quarante et un ont donné suite au questionnaire permettant un suivi précis du cas (57,7 %) ; vingt-cinq (soit 35,3%) n'ont pas répondu au questionnaire mais étaient revenus au CHUVA au moins une fois après la chirurgie permettant d'actualiser certaines informations -notamment d'actualiser la date de censure- ; enfin aucune information n'a pu être obtenue à propos de cinq cas (7 %). Trois individus ont été exclus de l'étude car une reprise chirurgicale avait été effectuée (deux collapsus de grade III et un de grade II).

3.2. Étude des grades cliniques préopératoires

3.2.1. Caractéristiques cliniques des individus composant les groupes collapsus laryngé grade II et III

Les différentes sources de données (propriétaires et Clovis®) ont permis l'établissement des caractéristiques des deux groupes étudiés. L'ensemble de ces données sont récapitulées en annexe 3.

Les caractéristiques cliniques des individus à l'inclusion dans l'étude jugées pertinentes pour l'analyse des statistiques associées aux grades cliniques préopératoires ainsi qu'aux deltas traduisant la réponse à la chirurgie ont été synthétisées dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Caractéristiques cliniques des deux groupes étudiés dans le cadre de l'établissement des grades cliniques préopératoires et des deltas (collapsus laryngés de stades II et III)

| Variable | Collapsus laryngé grade II (n=47) | Collapsus laryngé grade III (n=24) |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| Femelles (<i>versus</i> mâles), n (%) | 9 (19) | 8 (33) |
| Âge au diagnostic* (an) | 2,9 (1,6 ; 4,5) | 3,3 (1,6 ; 5,4) |
| Race, n (%) | | |
| Bouledogue français | 30 (64) | 16 (67) |
| Carlin | 6 (13) | 6 (25) |
| Bulldog anglais | 7 (15) | 0 (0) |
| Autre (Boston terrier, bulldog américain, spitz, yorkshire, american bully) | 4 (8) | 2 (8) |
| Maladies concomitantes susceptibles d'impacter la clinique, n (%) | 11 (23) | 6 (25) |
| Épilepsie | 4 (9) | 2 (8) |
| Cardiopathie | 3 (6) | 1 (4) |
| Tumeur | 4 (9) | 3 (13) |
| NEC > 4 (<i>versus</i> ≤ 4), n (%) | 37 (79) | 17 (71) |

* médiane (1^{er} quartile ; 3^{ème} quartile) ; NEC : note d'état corporel sur une échelle de 1 à 9.

3.2.2. Test de Mann-Whitney pour l'étude du grade respiratoire préopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 7 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa fonction respiratoire préopératoire. Les grades respiratoires ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2.

Tableau 7 : Grades respiratoires avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires.

Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Grade respiratoire avant chirurgie (t_0) des collapsus grade II | Grade respiratoire avant chirurgie (t_0) des collapsus grade III |
|----------------|--|---|
| | 3 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 2 | 3 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 4 | 4 |
| | 4 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 4 |
| | 2 | 4 |
| | 3 | 1 |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| Médiane | 3 | 4 |
| p | | 0,01 |

Dans l'échantillon, la médiane du grade respiratoire préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade III (médiane = 4) était significativement supérieure à la médiane du grade respiratoire préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade II (médiane = 3) ; $p = 0,01$, ce qui est inférieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05.

Sous l'hypothèse d'absence de biais d'association, dans la population des chiens brachycéphales atteints du SORB, il y a de grandes chances pour que la médiane du grade respiratoire parmi les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III (4) soit réellement supérieure à celle des individus atteints d'un collapsus laryngé de grade II (3). Autrement dit, il y a de grandes chances pour que l'atteinte respiratoires (ronflements, stertor, stridor...) soit significativement plus marquée

chez les brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III que ceux atteints de collapsus laryngé de grade II.

3.2.3. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la tolérance à l'effort préopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 8 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa tolérance à l'effort préopératoire. Les grades de tolérance à l'effort ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2.

Tableau 8 : Grades de tolérance à l'effort avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires.

Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Grade de tolérance à l'effort avant chirurgie (t ₀) des collapsus grade II | Grade de tolérance à l'effort avant chirurgie (t ₀) des collapsus grade III |
|----------------|--|---|
| | 2 | 4 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 4 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 4 | 4 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 4 | |
| | 4 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 4 | |
| Médiane | 3 | 4 |
| p | | 0,03 |

Dans l'échantillon, la médiane du grade de tolérance à l'effort préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade III (médiane = 4) était significativement supérieure à la médiane du grade de tolérance à l'effort préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade II (médiane = 3) ; p = 0,03, ce qui est inférieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05.

Sous l'hypothèse d'absence de biais d'association, dans la population des chiens brachycéphales atteints du SORB, il y a de grandes chances pour que la médiane du grade de tolérance à l'effort parmi les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III (4) soit réellement supérieure à celle

des individus atteints d'un collapsus laryngé de grade II (3). Autrement dit, il y a de grandes chances pour que la tolérance à l'exercice (marches longues, courses...) soit significativement moins bonne chez les brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III que ceux atteints de collapsus laryngé de grade II.

3.2.4. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la tolérance à la chaleur préopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 9 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa tolérance à la chaleur préopératoire. Les grades de tolérance à la chaleur ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2.

Tableau 9 : Grades de tolérance à la chaleur avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires.

Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Grade de tolérance à la chaleur avant chirurgie (t ₀) des collapsus grade II | Grade de tolérance à la chaleur avant chirurgie (t ₀) des collapsus grade III |
|----------------|--|---|
| | 3 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 2 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 4 | 4 |
| | 3 | 3 |
| | 4 | 4 |
| | 4 | 2 |
| | 2 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | 4 |
| | 3 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 4 | |
| | 4 | |
| | 4 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 4 | |
| | 4 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 4 | |
| | 2 | |
| | 4 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| Médiane | 3 | 4 |
| p | | 0,04 |

Dans l'échantillon, la médiane du grade de tolérance à la chaleur préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade III (médiane = 4) était significativement supérieure à la médiane du grade de tolérance à la chaleur préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade II (médiane = 3) ; p = 0,04, ce qui est inférieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05.

Sous l'hypothèse d'absence de biais d'association, dans la population des chiens brachycéphales atteints du SORB, il y a de grandes chances pour que la médiane du grade de tolérance à la chaleur parmi les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III (4) soit réellement supérieure à celle des individus atteints d'un collapsus laryngé de grade II (3). Autrement dit, il y a de grandes chances pour que la tolérance à la chaleur (coups de chaleur plus fréquents, plus de précautions des propriétaires) soit significativement moins bonne chez les brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III que ceux atteints de collapsus laryngé de grade II.

3.2.5. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la tolérance à l'excitation préopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 10 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa tolérance à l'excitation préopératoire. Les grades de tolérance à l'excitation ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2.

Tableau 10 : Grades de tolérance à l'excitation avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires.

Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Grade de tolérance à l'excitation avant chirurgie (t ₀) des collapsus grade II | Grade de tolérance à l'excitation avant chirurgie (t ₀) des collapsus grade III |
|----------------|--|---|
| | 2 | 3 |
| | 2 | 3 |
| | 2 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 2 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 3 | 3 |
| | 2 | 2 |
| | 2 | 2 |
| | 2 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 2 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 1 | |
| | 2 | |
| | 1 | |
| | 2 | |
| | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 1 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| Médiane | 2 | 3 |
| P | | < 0,01 |

Dans l'échantillon, la médiane du grade de tolérance à l'excitation préopératoire parmi les individus

avec un collapsus laryngé de grade III (médiane = 4) était significativement supérieure à la médiane du grade de tolérance à l'excitation préopératoire parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade II (médiane = 3) ; $p < 0,01$, ce qui est inférieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05.

Sous l'hypothèse d'absence de biais d'association, dans la population des chiens brachycéphales atteints du SORB, il y a de grandes chances pour que la médiane du grade de tolérance à l'excitation parmi les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III (4) soit réellement supérieure à celle des individus atteints d'un collapsus laryngé de grade II (3). Autrement dit, il y a de grandes chances pour que la tolérance à l'excitation (émotions fortes type stress, joie...) soit significativement moins bonne chez les brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III que ceux atteints de collapsus laryngé de grade II.

3.2.6. Test de Mann-Whitney pour l'étude des troubles digestifs préopératoires selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 11 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant ses troubles digestifs préopératoires. Les grades d'intensité des troubles digestifs ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2.

Tableau 11 : Grades de troubles digestifs avant chirurgie et médianes, selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires.

Résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Grade de troubles digestifs avant chirurgie (t_0) des collapsus grade II | Grade de troubles digestifs avant chirurgie (t_0) des collapsus grade III |
|----------------|--|---|
| | 1 | 1 |
| | 2 | 1 |
| | 1 | 2 |
| | 1 | 2 |
| | 1 | 3 |
| | 2 | 3 |
| | 3 | 2 |
| | 1 | 2 |
| | 2 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 3 | 1 |
| | 4 | 2 |
| | 1 | 3 |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 1 | |
| | 3 | |
| | 3 | |
| | 1 | |
| | 1 | |
| | 2 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 2 | |
| | 3 | |
| | 1 | |
| | 4 | |
| | 1 | |
| | 3 | |
| Médiane | 2 | 2 |
| p | | 0,62 |

Le test de Mann-Whitney pour séries non appariées a déterminé une valeur p de 0,62 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu. Ainsi, dans l'échantillon étudié, la médiane du grade d'intensité préopératoire des signes digestifs parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade III (médiane = 2) n'était pas significativement différente de la médiane du grade d'intensité préopératoire des signes digestifs parmi les individus avec un collapsus laryngé de grade II (médiane = 2).

Ainsi, contre toute attente, au sein de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB aucune association entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et l'intensité des signes digestifs (vomissements, régurgitations, ptyalisme) n'a pu être démontrée.

3.3. Étude de la réponse à la chirurgie en fonction du grade de collapsus laryngé

3.3.1. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la fonction respiratoire suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 12 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa fonction respiratoire. Les grades respiratoires ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2. La valeur du Δ_{respi} était majorée de 1 lorsqu'un traitement corticoïde régulier était administré par les propriétaires.

Tableau 12 : Grades respiratoires avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du Δ_{respi} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires

| N° du chien | Grade de collapsus (III=1, II=0) | Traitement corticoïde régulier (Oui=1, Non =0) | Grade respiratoire avant chirurgie (t ₀) | Grade respiratoire après chirurgie (t ₁) | Différence t ₁ -t ₀ (Δ_{respi}) |
|-------------|----------------------------------|--|--|--|---|
| 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 4 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 14 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 19 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 25 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 26 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| 27 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 28 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 29 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 31 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 33 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 34 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 36 | 0 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 37 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 39 | 0 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 40 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 41 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 42 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 43 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 44 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 45 | 0 | 0 | 3 | 4 | 1 |
| 46 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 47 | 0 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 48 | 1 | 1 | 4 | 3 | 0 |
| 49 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 53 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 55 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 56 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 60 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 61 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 62 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 64 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 65 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 68 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 70 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 71 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

Dans un premier temps, la distribution des valeurs a été étudiée afin de déterminer si celle-ci suivait ou non une loi normale. Comme vu précédemment, d'après la formule de Brooks-Carruthers le nombre optimal de barres d'histogramme nécessaire est de huit (= $\text{abs}(5 \cdot \text{Log}_{10}(47))$) (Desquilbet, 2022) . Or Δ_{respi} ne prenait que quatre valeurs (à savoir -2 ; -1 ; 0 ; 1). La variable Δ_{respi} a donc été considérée comme ne suivant pas une loi normale.

La distribution des valeurs ne suivant pas une loi normale, nous avons calculé et comparé les médianes à l'aide du test de Mann-Whitney. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de

différence significative entre les médianes des Δ_{respi} lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III » Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%.

Tableau 13 : Valeurs des médianes des Δ_{respi} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Différence t_1-t_0 (Δ_{respi}) collapsus grade II | Différence t_1-t_0 (Δ_{respi}) collapsus grade III |
|---------|--|---|
| Médiane | -1 | -1 |
| p | 0,88 | |

Le test de Mann-Whitney pour séries non appariées a déterminé une valeur p de 0,88 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu. Ainsi, dans l'échantillon étudié, la médiane de la variation de la fonction respiratoire après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade III (médiane = -1) n'était pas significativement différente de la médiane de la variation de la fonction respiratoire après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade II (médiane = -1).

Ainsi, au sein de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB aucune association entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et la réponse de la fonction respiratoire à la chirurgie (diminution des ronflements ou des bruits respiratoires) n'a pu être démontrée.

3.3.2. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la tolérance à l'effort suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 14 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa tolérance à l'effort. Les grades de tolérance à l'effort ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2. La valeur du Δ_{effort} était majorée de 1 lorsqu'un traitement corticoïde régulier était administré par les propriétaires.

Tableau 14 : Grades de tolérance à l'effort avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du Δ_{effort} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires

| N° du chien | Grade de collapsus (III=1, II=0) | Traitement corticoïde régulier (Oui=1, non =0) | Grade tolérance effort pré chirurgie (t0) | Grade tolérance effort post chirurgie (t1) | Différence t1-t0 (Δ_{effort}) |
|-------------|----------------------------------|--|---|--|---|
| 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 4 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 7 | 0 | 1 | 4 | 4 | 1 |
| 14 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 16 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 19 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 25 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 26 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 27 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 28 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 29 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 31 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 33 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 34 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 36 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 38 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 39 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 40 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 41 | 0 | 1 | 4 | 3 | 0 |
| 42 | 0 | 1 | 4 | 2 | -1 |
| 43 | 0 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 44 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 45 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 46 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 47 | 0 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 48 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 |
| 49 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 53 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 55 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 56 | 1 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 60 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 61 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 62 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 64 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 65 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 68 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 70 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 71 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 |

Dans un premier temps, la distribution des valeurs a été étudiée afin de déterminer si celle-ci suivait ou non une loi normale. Comme vu précédemment, d'après la formule de Brooks-Carruthers le nombre optimal de barres d'histogramme nécessaire est de huit ($= 15 \cdot \log_{10}(47)$) (Desquilbet, 2022). Or Δ_{effort} ne prenait que quatre valeurs (à savoir -2 ; -1 ; 0 ; 1). La variable Δ_{effort} a donc été considérée comme ne suivant pas une loi normale.

La distribution des valeurs ne suivant pas une loi normale, nous avons calculé et comparé les médianes à l'aide du test de Mann-Whitney. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de différence significative entre les médianes des Δ_{effort} lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III » Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%.

Tableau 15 : Valeurs des médianes des Δ_{effort} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Différence t_1-t_0 (Δ_{effort}) collapsus grade II | Différence t_1-t_0 (Δ_{effort}) collapsus grade III |
|---------|---|--|
| Médiane | -1 | -1 |
| p | 0,75 | |

Le test de Mann-Whitney pour séries non appariées a déterminé une valeur p de 0,75 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu. Ainsi, dans l'échantillon étudié, la médiane de la variation de la tolérance à l'effort après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade III (-1) n'était pas significativement différente de la médiane de la variation de la tolérance à l'effort après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade II (-1).

Ainsi, au sein de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB aucune association entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et la modification de la tolérance à l'effort suite à la chirurgie (allongement des promenades, intensification de l'activité physique) n'a pu être démontrée.

3.3.3. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la tolérance à la chaleur suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 16 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa tolérance à la chaleur. Les grades ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2. La valeur du Δ_{chaleur} était majorée de 1 lorsqu'un traitement corticoïde régulier était administré par les propriétaires.

Tableau 16 : Grades de tolérance à la chaleur avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du Δ_{chaleur} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires

| N° du chien | Grade de collapsus (III=1, II=0) | Traitement corticoïde régulier (Oui=1, non =0) | Grade tolérance à la chaleur pré chirurgie (t0) | Grade tolérance à la chaleur post chirurgie (t1) | Différence t1-t0 (Δ_{chaleur}) |
|-------------|----------------------------------|--|---|--|--|
| 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 2 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 7 | 0 | 1 | 4 | 4 | 1 |
| 14 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 16 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 19 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 25 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 26 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 27 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 28 | 0 | 0 | 4 | 1 | -3 |
| 29 | 0 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 31 | 0 | 1 | 4 | 3 | 0 |
| 33 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 34 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 36 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 38 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 39 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 40 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 41 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 42 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 43 | 0 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 44 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 45 | 0 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 46 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 47 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 48 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 |
| 49 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 53 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 55 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 56 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 60 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 61 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 62 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 64 | 1 | 0 | 4 | 3 | -1 |
| 65 | 1 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 68 | 1 | 0 | 4 | 2 | -2 |
| 70 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 71 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |

Dans un premier temps, la distribution des valeurs a été étudiée afin de déterminer si celle-ci suivait ou non une loi normale. Comme vu précédemment, d'après la formule de Brooks-Carruthers le nombre optimal de barres d'histogramme nécessaire est de huit ($= 15 \cdot \text{Log}_{10}(47)$) (Desquilbet, 2022) . Or Δ_{chaleur} ne prenait que cinq valeurs (à savoir -3 ; -2 ; -1 ; 0 ; 1). La variable Δ_{chaleur} a donc été considérée comme ne suivant pas une loi normale

La distribution des valeurs ne suivant pas une loi normale, nous avons calculé et comparé les médianes. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de différence significative entre les médianes des Δ_{chaleur} lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III » Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%.

Tableau 17 : Valeurs des médianes des Δ_{chaleur} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Différence t_1-t_0 (Δ_{chaleur}) collapsus grade II | Différence t_1-t_0 (Δ_{chaleur}) collapsus grade III |
|---------|--|---|
| Médiane | -1 | -1 |
| p | 0,74 | |

Le test de Mann-Whitney pour séries non appariées a déterminé une valeur p de 0,74 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu. Ainsi, dans l'échantillon étudié, la médiane de la variation de la tolérance à la chaleur après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade III (-1) n'était pas significativement différente de la médiane de la variation de la tolérance à la chaleur après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade II (-1).

Ainsi, au sein de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB aucune association entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et la modification de la tolérance à la chaleur suite à la chirurgie (diminution de la fréquence des coups de chaleur, possibilité de promenades sous des chaleurs modérées...) n'a pu être démontrée.

3.3.4. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la tolérance à l'excitation suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 16 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa fonction respiratoire. Les grades ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2. La valeur du $\Delta_{\text{excitation}}$ était majorée de 1 lorsqu'un traitement corticoïde régulier était administré par les propriétaires.

Tableau 18 : Grades de tolérance à l'excitation avant et après chirurgie, traitement à long terme (corticoïdes) et calcul du $\Delta_{excitation}$ selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires

| N° du chien | Grade de collapsus (III=1, II=0) | Traitement corticoïde régulier (Oui=1, non =0) | Grade tolérance à l'excitation pré chirurgie (t0) | Grade tolérance à l'excitation post chirurgie (t1) | Différence t1-t0 ($\Delta_{excitation}$) |
|-------------|----------------------------------|--|---|--|--|
| 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 5 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 7 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 19 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 22 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 25 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 29 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 31 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 33 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 34 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 36 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 39 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 40 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 41 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 42 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 43 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 44 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 45 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 46 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 47 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 48 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 49 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 53 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 55 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 56 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 60 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 61 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 62 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 64 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 65 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 68 | 1 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 70 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 71 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |

Dans un premier temps, la distribution des valeurs a été étudiée afin de déterminer si celle-ci suivait ou non une loi normale. Comme vu précédemment, d'après la formule de Brooks-Carruthers le nombre optimal de barres d'histogramme nécessaire est de huit ($= 15 \cdot \log_{10}(47)$) (Desquilbet, 2022) . Or $\Delta_{excitation}$ ne prenait que quatre valeurs (à savoir -2 ; -1 ; 0 ; 1). La variable $\Delta_{excitation}$ a donc été considérée comme ne suivant pas une loi normale

La distribution des valeurs ne suivant pas une loi normale, nous avons calculé et comparé les médianes. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de différence significative entre les médianes des $\Delta_{excitation}$ lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III » Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%.

Tableau 19 : Valeurs des médianes des $\Delta_{excitation}$ selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Différence t_1-t_0 ($\Delta_{excitation}$) collapsus grade II | Différence t_1-t_0 ($\Delta_{excitation}$) collapsus grade III |
|---------|--|---|
| Médiane | 0 | -1 |
| p | 0,6 | |

Le test de Mann-Whitney pour séries non appariées a déterminé une valeur p de 0,6 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu. Ainsi, dans l'échantillon étudié, la médiane de la variation de la tolérance à l'excitation après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade III (-1) n'était pas significativement différente de la médiane de la variation de la tolérance à l'excitation après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade II (0).

Ainsi, au sein de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB aucune association entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et la modification de la tolérance à l'excitation (émotions fortes type stress, joie...) suite à la chirurgie n'a pu être démontrée.

3.3.5. Test de Mann-Whitney pour l'étude de la réponse de la fonction digestive suite à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé

Le Tableau 20 récapitule les informations obtenues pour chaque cas concernant sa fonction digestive. Les grades digestifs ont été attribués selon la notation détaillée en Annexe 2. La valeur du Δ_{dig} était majorée de 1 lorsqu'un traitement de soutien digestif (antisécrétoire type oméprazole, pansement gastrique type sucralfate...) régulier était administré par les propriétaires.

Tableau 20 : Grades digestifs avant et après chirurgie, traitement à long terme (pansements digestifs ou antiacides) et calcul du Δ_{dig} selon le grade de collapsus laryngé, obtenus suite au questionnaire des propriétaires

| N° du chien | Grade de collapsus (III=1, II=0) | Traitement de soutien régulier (Oui=1, non =0) | Grade digestif pré chirurgie (t0) | Grade digestif post chirurgie (t1) | Différence t1-t0 (Δ_{dig}) |
|-------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 16 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 26 | 0 | 1 | 4 | 1 | -2 |
| 27 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 29 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 31 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 33 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 34 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 36 | 0 | 1 | 3 | 1 | -1 |
| 37 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 39 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 40 | 0 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 41 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 42 | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 43 | 0 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 44 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 45 | 0 | 0 | 4 | 1 | -3 |
| 46 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 47 | 0 | 0 | 3 | 2 | -1 |
| 48 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 49 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 53 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 55 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 56 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 60 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 61 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| 62 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 64 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 65 | 1 | 0 | 3 | 1 | -2 |
| 68 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 70 | 1 | 0 | 2 | 1 | -1 |
| 71 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |

Dans un premier temps, la distribution des valeurs a été étudiée afin de déterminer si celle-ci suivait ou non une loi normale. Comme vu précédemment, d'après la formule de Brooks-Carruthers le nombre optimal de barres d'histogramme nécessaire est de huit ($= 15 \cdot \log_{10}(47)$) (Desquilbet, 2022). Or Δ_{dig} ne prenait que six valeurs (à savoir -3 ; -2 ; -1 ; 0 ; 1 ; 2). La variable Δ_{dig} a donc été considérée comme ne suivant pas une loi normale

La distribution des valeurs ne suivant pas une loi normale, nous avons calculé et comparé les médianes. Notre hypothèse nulle H_0 était : « Il n'y a pas de différence significative entre les médianes

des Δ_{dig} lors de collapsus laryngé de grade II et de collapsus laryngé de grade III » Le seuil de significativité alpha était fixé à 5%.

Tableau 21 : Valeurs des médianes des Δ_{dig} selon le grade de collapsus laryngé et résultat du test de Mann-Whitney pour séries non appariées obtenu avec le logiciel BiostaTGV®

| | Différence t_1-t_0 (Δ_{dig}) collapsus grade II | Différence t_1-t_0 (Δ_{dig}) collapsus grade III |
|---------|---|--|
| Médiane | 0 | -1 |
| p | 0,83 | |

Le test de Mann-Whitney pour séries non appariées a déterminé une valeur p de 0,83 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu. Ainsi, dans l'échantillon étudié, la médiane de la variation de la fonction digestive après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade III (-1) n'était pas significativement différente de la médiane de la variation de la fonction digestive après et avant chirurgie parmi les individus ayant un collapsus laryngé de grade II (-1).

Ainsi, au sein de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB aucune association entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et la modification de la fonction digestive suite à la chirurgie (diminution de la fréquence des régurgitations, vomissements ou ptyalisme) n'a pu être démontrée.

3.4. Méthode de Kaplan-Meier et test du LogRank pour l'analyse de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Les différentes sources de données (propriétaires et Clovis®) ont permis l'établissement des caractéristiques des deux groupes étudiés ainsi que l'estimation de leur fonction de survie. L'ensemble de ces données sont récapitulées en Annexe 3.

Les caractéristiques cliniques des individus à l'inclusion dans l'étude jugées pertinentes pour l'analyse des courbes de survie ont été synthétisées dans le Tableau 22.

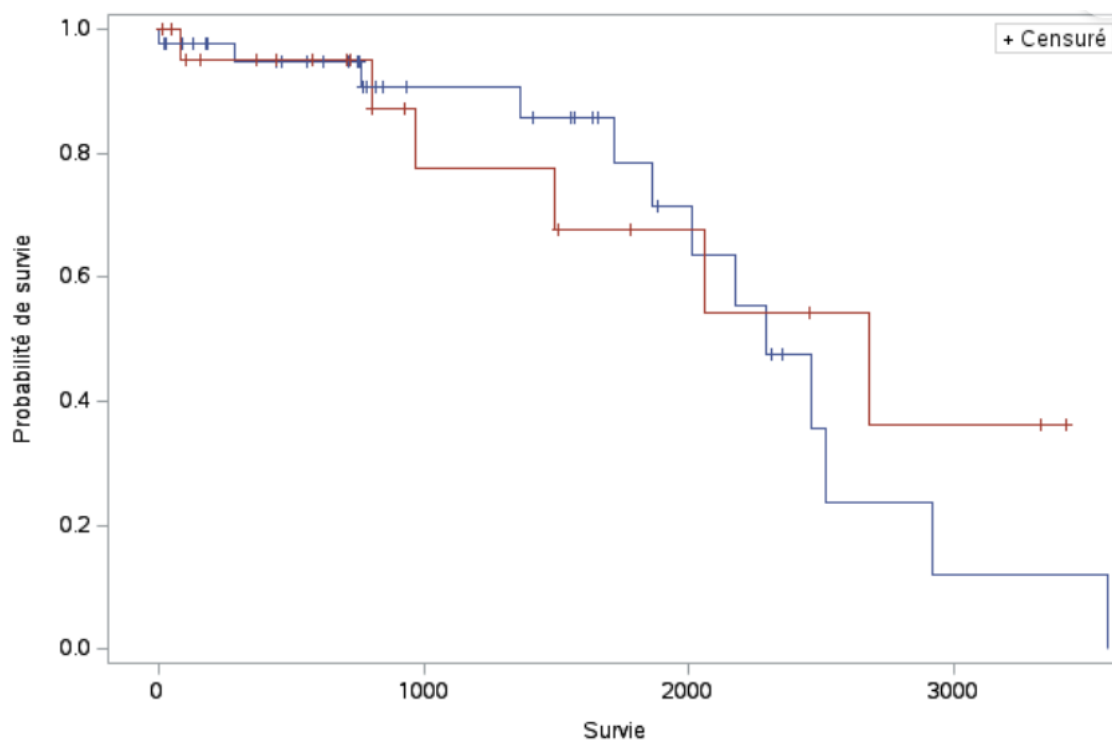
Tableau 22 : Caractéristiques cliniques des deux groupes étudiés dans le cadre de la fonction de survie (collapsus laryngés de stades II et III)

| Variable | Collapsus laryngé grade II (n=43) | Collapsus laryngé grade III (n=23) |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| Femelles (<i>versus</i> mâles), n (%) | 10 (23) | 6 (26) |
| Femelles stérilisées (<i>vs</i> entières), n (%) | 3 (33) | 3 (37,5) |
| Mâles stérilisés (<i>vs</i> entiers), n (%) | 2 (5,3) | 1 (6,3) |
| Âge au diagnostic* (an) | 2,9 (1,8 ; 4,7) | 3,1 (1,6 ; 5,5) |
| Race, n (%) | | |
| Bouledogue français | 26 (60) | 15 (65) |
| Carlin | 6 (14) | 6 (26) |
| Bulldog anglais | 7 (16) | 0 (0) |
| Autre (Boston terrier, bulldog américain, spitz, yorkshire, american bully) | 4 (9) | 2 (8) |
| Maladies concomitantes susceptibles d'impacter la survie, n (%) | 11 (26) | 5 (22) |
| Épilepsie | 4 (9) | 1 (4) |
| Cardiopathie | 3 (7) | 1 (4) |
| Tumeur | 4 (9) | 3 (13) |
| NEC > 4 (<i>versus</i> ≤ 4), n (%) | 34 (79) | 17 (74) |

* médiane (1^{er} quartile ; 3^{ème} quartile) ; NEC : note d'état corporel sur une échelle de 1 à 9.

La Figure 29 représente les courbes de survie établies selon le grade de collapsus laryngé II ou III obtenues d'après la méthode de Kaplan-Meier à l'aide du logiciel SAS® Studio.

Figure 29 : Courbes de survie (en jours) selon le grade de collapsus laryngé (rouge : collapsus de grade III, bleu : collapsus de grade II, trait vertical : individu censuré) d'après la méthode de Kaplan-Meier, obtenue à l'aide du logiciel SAS® Studio



Soixante-six animaux ont été inclus dans l'analyse de survie entre octobre 2007 et le 6 juin 2023. Au cours du suivi, dix-neuf décès sont survenus dont treize dans la catégorie collapsus laryngé de grade II et six dans la catégorie collapsus laryngé de grade III. Quarante-sept individus ont été censurés, parmi lesquels vingt-quatre ont été perdus de vue dont douze dans la catégorie collapsus laryngé de grade II et douze dans la catégorie collapsus laryngé de grade III.

Le temps de survie médian suite à la chirurgie parmi les chiens atteints d'un collapsus laryngé de grade III était de 2677 jours, tandis qu'il était de 2293 jours parmi les chiens atteints de collapsus laryngé de grade II. Le test du LogRank a calculé une valeur p de 0,68 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. L'hypothèse H_0 est donc acceptée au risque d'erreur bêta inconnu.

Ainsi, dans l'échantillon, aucune association significative entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et le délai de survenue du décès n'a pu être démontrée.

3.5. Évaluation du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales selon le grade de collapsus laryngé

Les caractéristiques cliniques des individus à l'inclusion dans l'étude jugées pertinentes pour l'analyse des statistiques associées au risque de décès liées au SORB ont été synthétisées dans le Tableau 23, ainsi que les données recueillies pour le calcul du RR dans le Tableau 24.

Tableau 23 : Caractéristiques cliniques des deux groupes étudiés dans le cadre du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (collapsus laryngés de stades II et III)

| Variable | Collapsus laryngé grade II (n=13) | Collapsus laryngé grade III (n=6) |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Femelles (<i>versus</i> mâles), n (%) | 2 (15) | 1 (17) |
| Âge au diagnostic* (an) | 4,2 (2,8 ; 4,8) | 2,7 (2,2 ; 3,1) |
| Maladies concomitantes susceptibles de causer le décès, n (%) | 7 (54) | 4 (67) |
| Épilepsie | 4 (30) | 1 (17) |
| Cardiopathie | 0 (0) | 1 (17) |
| Tumeur | 3 (23) | 2 (30) |
| NEC > 4 (<i>versus</i> ≤ 4), n (%) | 11 (85) | 5 (83) |

* médiane (1^{er} quartile ; 3^{ème} quartile) ; NEC : note d'état corporel sur une échelle de 1 à 9.

Tableau 24 : Récapitulatif des données recueillies pour le calcul du risque relatif

| | Décès | | |
|--------------------------|--------------|---------------------|-------|
| | Autre cause* | Imputable au SORB** | Total |
| <i>Collapsus laryngé</i> | Grade II | 2 | 13 |
| | Grade III | 3 | 6 |
| | Total | 5 | 19 |

* cause du décès rapportée non liée au SORB : décès de vieillesse, crise d'épilepsie, cancer, cardiopathie...

** : cause du décès fortement imputable au SORB : détresse respiratoire, bronchopneumonie (régulièrement rencontrées lors de vomissements/régurgitations), euthanasie liée aux symptômes du SORB, ou encore coup de chaleur.

Le risque relatif a ensuite obtenu d'après la formule mentionnée dans la partie matériels et méthodes : $RR = \frac{d \times e0}{b \times e1} = \frac{3 \times 13}{2 \times 6} = 3,25$, puis l'erreur standard (SE) :

$SE = \sqrt{\frac{c}{d(d+c)} + \frac{a}{b(b+a)}} = \sqrt{\frac{3}{3(3+3)} + \frac{11}{2(2+11)}} = 0,77$, permettant le calcul de l'intervalle de confiance du RR d'après la formule

$$[RRmin ; RRmax] = [e^{\ln(RR)-1,96 \times SE(\ln(RR))} ; e^{\ln(RR)+1,96 \times SE(\ln(RR))}]$$

$$= [e^{\ln(3,25)-1,96 \times 0,77(\ln(3,25))} ; e^{\ln(3,25)+1,96 \times 0,77(\ln(3,25))}] = [0,55 ; 19,25].$$

Ainsi, si l'estimation du RR quantifiant l'association entre le diagnostic de collapsus laryngé de grade III et le décès d'une cause imputable au SORB n'est pas biaisée, dans la population de chiens brachycéphales souffrant du SORB, il y a 95% de chances pour que le RR réel correspondant soit compris entre 0,55 et 19,25.

Au sein de notre échantillon, les décès liés au SORB étaient 3,25 fois plus présents chez les chiens atteints de collapsus laryngé de grade III que chez ceux atteints de collapsus laryngé de grade II. Or, 1 appartenant à l'intervalle de confiance du RR brut, il n'est pas possible de conclure quant à la significativité du risque relatif brut. Ainsi, sous l'hypothèse d'absence de biais, aucune association entre le collapsus laryngé de grade III et la survenue d'un décès imputable au SORB n'a pu être démontrée.

4. Discussion

4.1. Analyse critique des résultats et biais de notre étude

4.1.1. Résultats de l'évaluation préopératoire et de la réponse à la chirurgie et limites

4.1.1.1. Interprétation des stadifications préopératoires et de la réponse à la chirurgie des chiens atteints de syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales avec collapsus laryngé de grade III comparativement à ceux atteints de collapsus de grade II

L'objectif de notre étude était d'étudier le pronostic postopératoire des chiens brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III. Nous l'avons pour cela comparé à celui des brachycéphales atteints de collapsus de grade II. Il semblait important de déterminer au préalable si la présentation clinique initiale (c'est-à-dire avant la prise en charge chirurgicale) de ces deux groupes d'individus était équivalente ou non. En effet, l'interprétation de l'évolution consécutive à la chirurgie devait être réalisée au regard de l'atteinte initiale.

Nous avons ainsi étudié l'intensité des signes respiratoires, la tolérance à l'effort, à la chaleur et à l'excitation ainsi que l'intensité des signes digestifs au sein de ces deux groupes.

Notre étude a mis en évidence une **atteinte respiratoire plus marquée, une tolérance à l'effort, à la chaleur, et à l'excitation inférieure, et une atteinte digestive non statistiquement différente chez les chiens atteints de SORB avec collapsus laryngé de grade III** comparativement à ceux atteints de collapsus laryngé de grade II.

Nous avons ensuite comparé l'évolution postopératoire de ces deux groupes par l'intermédiaire du calcul des deltas (respiratoire, effort, chaleur, excitation et digestif). Nous avons alors mis en évidence qu'**aucune amélioration post opératoire n'était significativement différente chez les individus avec collapsus laryngé de grade III** comparativement à ceux atteints de collapsus laryngé de grade II. La **différence grade postopératoire moins préopératoire n'était pas significative concernant la respiration, les troubles digestifs, la tolérance à la chaleur, à l'excitation et à l'effort. Autrement dit, d'après nos résultats, la chirurgie n'améliorait pas plus ces cinq paramètres chez les individus à collapsus laryngé de grade III que chez ceux de grade II.**

Avant de conclure quant à nos résultats, une discussion concernant l'hypothèse d'absence de biais évoquée ci-dessus est nécessaire.

4.1.1.2. Réflexion sur le biais de classement différentiel dans notre étude

Du biais de classement différentiel aurait été présent dans notre étude si une erreur quant à l'évaluation de l'atteinte respiratoire, digestive ou de la tolérance à l'effort, à la chaleur ou à l'excitation avait pu être commise à cause du grade de collapsus laryngé. Or, dans notre cas, l'estimation de l'atteinte de l'animal était réalisée par l'intermédiaire d'un questionnaire au propriétaire qui n'avait pas connaissance du grade de collapsus laryngé de son animal.

De même, l'estimation du grade de collapsus laryngé était effectuée par un clinicien du service de médecine interne du CHUVA n'ayant aucune information sur la clinique de l'animal à cet instant et ne pouvant donc pas être influencé par celle-ci.

Ainsi, aucun biais de classement différentiel n'était présent. La significativité de l'association entre la gravité des signes respiratoires et la présence d'un collapsus laryngé de grade III (versus de grade II) n'était donc pas remise en cause. De même, les intolérances à l'effort, à la chaleur et à l'excitation plus marquées chez les brachycéphales à collapsus laryngé de grade III que de grade II ne l'étaient pas non plus. Le même raisonnement peut être appliqué concernant la significativité de l'amélioration de la tolérance à l'excitation plus importante en grade III qu'en grade II.

4.1.1.3. Réflexion sur le biais de classement non différentiel dans notre étude

Du biais de classement non différentiel était présent si une erreur pouvait être commise sur l'évaluation d'un critère préopératoire indépendamment du grade de collapsus laryngé et inversement.

Les critères d'évaluation clinique - grades respiratoires, digestifs, de tolérance à l'effort, à la chaleur et à l'excitation- étaient évalués *a posteriori* par les propriétaires. L'étude étant rétrospective, nous contactons les propriétaires entre 16 ans et 3 mois après la prise en charge de leur animal. L'existence de ce délai instaurait nécessairement un biais de classement non différentiel (erreur d'évaluation indépendante de l'atteinte laryngée), d'autant plus que pour certains d'entre eux l'animal était déjà décédé depuis plusieurs années.

Comme nous l'avons évoqué dans la partie bibliographique, les propriétaires de chiens de race brachycéphale sous-estiment très souvent la gravité de l'atteinte de leur animal. Packer et al. ont estimé à 70,9% le nombre de propriétaires ayant une vision erronée de la santé de leur animal dans leur étude portant sur 2 168 personnes (Packer *et al.*, 2019). Nous devons donc inclure dans notre étude un biais de classement non différentiel correspondant à une sous-estimation quasi permanente des grades cliniques établis sur la base des réponses aux questionnaires.

Au cours des entretiens téléphoniques avec les propriétaires, il est ressorti qu'une grande majorité d'entre eux préservaient leur animal des expositions aux fortes chaleurs ou aux efforts trop intenses afin de limiter les risques de détresse. Ainsi, les réponses aux questions concernant la tolérance à l'effort ou à la chaleur étaient régulièrement biaisées (estimées à la baisse) par une sous-exposition des chiens aux événements déclencheurs.

L'objectif de notre étude était d'évaluer la réponse à la chirurgie selon le grade de collapsus laryngé. Cependant, il est à noter que la chirurgie était réalisée par un praticien du service de chirurgie (spécialiste ou candidat éligible au poste). Du biais de classement non différentiel a pu être introduit du fait de l'intervention de chirurgiens différents selon les animaux. Celui-ci a été considéré comme négligeable dans notre étude car les chirurgiens avaient une formation commune et le protocole chirurgical était similaire quel que soit l'intervenant (uniformisation des protocoles au sein du CHUVA). De même, la question du biais de classement non différentiel imputable à l'évaluation du collapsus laryngé devait être envisagée. En effet, cette affection dynamique du larynx était certes définie par les critères précis évoqués ci-dessus (1.2.1.2), mais impliquait également l'évaluation du clinicien du service de médecine interne faisant ainsi intervenir sa subjectivité. Nous avons rendu

négligeable ce biais par la réalisation de relecture des images endoscopiques à l'aveugle par Dr CANONNE.

Ainsi, l'essentiel des biais de classements non différentiels de ce travail résidait en l'évaluation clinique de nos cas. L'existence de ces biais pouvait par la suite rendre non significatives les associations statistiques étudiées ($p > 0,05$) tel que cela a été le cas pour l'évaluation de l'atteinte digestive de nos animaux. De même, l'existence de ces biais pourrait avoir rendu non significative l'association entre la réponse à la chirurgie et le grade de collapsus laryngé (III ou II) dans les cas de la fonction respiratoire, digestive ou tolérance à l'effort ou à la chaleur.

4.1.1.4. Réflexion sur le biais de sélection dans notre étude

Au cours de notre échantillonnage, les critères de sélection de notre étude ont pu occasionner un biais sur nos résultats. L'exclusion systématique des individus ayant subi une reprise chirurgicale suite à une première chirurgie au CHUVA a pu mener à l'exclusion des individus n'ayant pas suffisamment répondu à la chirurgie. Cela a pu provoquer une surestimation des deltas

De plus, l'inclusion des individus ayant préalablement été opérés dans un autre centre que le CHUVA et ayant par conséquent été opérés deux fois a très probablement induit un biais dans notre estimation des deltas (et donc de la réponse à la chirurgie). Il est cependant difficile d'évaluer quelle influence cela a eu sur le delta : ou une surestimation car deux chirurgies donc plus de chances d'amélioration, ou bien au contraire une sous-estimation car sélectionnant des individus peu répondant à la chirurgie.

4.1.1.5. Présence de facteurs de confusion potentiels

Une discussion quant à la présence de biais de confusion potentiels était nécessaire afin d'évaluer la possibilité ou non de réaliser une inférence causale avec nos résultats. Pour cela, nous avons eu recours au Tableau 6, récapitulant les paramètres cliniques des individus inclus dans notre étude pour étudier leur comparabilité clinique.

Au sein du groupe d'individus atteints de collapsus laryngé de grade II, 19% étaient des femelles contre 33% chez les individus avec collapsus laryngé de grade III. Cette différence nous semblait cliniquement non négligeable. Cependant, si l'association du sexe au grade de collapsus laryngé n'a à notre connaissance pas été étudiée, aucune association entre le sexe et la gravité clinique ne nous semblait justifiable. Ce paramètre ne constituait donc pas pour nous un facteur de confusion.

L'âge au diagnostic nous semblait important à étudier comme potentiel facteur de confusion. L'âge médian au diagnostic des individus avec collapsus laryngé de grade II était 2,9 ans contre 3,3 ans dans le groupe à collapsus laryngé de grade III. Cette différence de moins de cinq mois n'a pas été considérée comme cliniquement pertinente. De plus, la comparabilité clinique de nos deux groupes corroborait la thèse soutenue par Liu et al. selon laquelle on ne retrouve pas de corrélation entre l'âge et la gravité du collapsus laryngé (Liu *et al.*, 2017b)

Dans notre étude, la race majoritaire au sein de nos deux groupes était la race bouledogue français (64% en grade II contre 67% en grade III). Nous avons par la suite considéré nos groupes comme cliniquement comparable sur ce paramètre. De même, nos groupes ont été évalués comme

cliniquement comparables concernant la présence de maladies concomitantes (23% en grade II ; 25% en grade III) et le surpoids (NEC>4 ; 79% en grade II contre 71% en grade III).

4.1.1.6. Interprétation des observations préopératoires et mise en relation avec les connaissances actuelles

Au sein de notre étude, nous avons démontré une association significative entre le grade de collapsus laryngé et la gravité des manifestations cliniques (hormis pour les manifestations digestives). La prise en compte des différents facteurs de confusion ainsi que des biais de classements (différentiels et non différentiels) ne remettait pas en cause la significativité de nos statistiques et permettait d'inférer notre résultat.

Ainsi, concernant l'atteinte respiratoire, nous avons pu démontrer qu'au sein de la population des chiens brachycéphales admis au CHUVA, les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III présentaient une affection respiratoire plus grave (médiane à 4 d'après notre grille d'évaluation soit présence constante de bruits respiratoires) que les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade II (médiane à 3 soit des bruits respiratoires quotidiens, $p=0,01$ d'après le test de Mann-Whitney). Les biais d'association ayant été discutés, nous avons pu conclure **qu'il y a des chances pour que dans la population des chiens brachycéphales opérés du SORB, les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III aient réellement des manifestations cliniques respiratoires plus graves que ceux atteints d'un collapsus laryngé de grade II.**

De même, concernant la tolérance à l'effort, nous avons pu démontrer qu'au sein de la population des chiens brachycéphales admis au CHUVA, les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III avaient une moins bonne tolérance à l'effort (médiane d'après notre grille d'évaluation à 4 soit réalisations de balades courtes irrégulières) que les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade II (médiane à 3 soit balades courtes quotidiennes, $p=0,03$ d'après le test de Mann-Whitney). Les biais d'association ayant été discutés, nous avons pu conclure **que dans la population des chiens brachycéphales opérés du SORB, il y a des chances pour que la tolérance à l'effort parmi les individus atteints de collapsus laryngé de grade III soit réellement moins bonne que celle des individus atteints de collapsus laryngé de grade II.**

Notre étude de la tolérance à la chaleur a révélé qu'au sein de la population des chiens brachycéphales admis au CHUVA, les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III avaient une moins bonne tolérance à la chaleur (médiane à 4 d'après notre grille soit des coups de chaleurs fréquents à raison de plus de trois par an et intolérance marquée à la chaleur) que les individus atteints de collapsus laryngé de grade II (médiane à 3 soit des coups de chaleurs occasionnels et une tolérance modérée à la chaleur, $p=0,04$ d'après le test de Mann-Whitney). Les biais d'association ayant été discutés, nous avons pu conclure que **dans la population des chiens brachycéphales opérés du SORB, il y a des chances pour que la tolérance à la chaleur parmi les individus atteints de collapsus laryngé de grade III soit réellement moins bonne que celle des individus atteints de collapsus laryngé de grade II.**

Au sujet de la tolérance à l'excitation, notre étude a mis en évidence qu'au sein de la population des chiens brachycéphales admis au CHUVA, les individus atteints d'un collapsus laryngé de grade III avaient une moins bonne tolérance à l'excitation (médiane à 3 selon notre grille soit signes marqués de détresse lors d'émotions fortes) que les individus atteints de collapsus laryngé de grade II (médiane à 2 soit manifestations cliniques modérées, $p<0,01$ d'après le test de Mann-Whitney). Les biais d'association ayant été discutés, nous avons pu conclure **qu'au sein de la population des**

chiens brachycéphales opérés du SORB, il y a des chances pour que la tolérance à l'excitation parmi les individus atteints de collapsus laryngé de grade III soit réellement moins bonne que celle des individus atteints de collapsus laryngé de grade II.

En revanche, notre étude n'a pas démontré de différence significative entre les signes cliniques digestifs des individus atteints de collapsus laryngé de grade III et de collapsus laryngé de grade II au sein de la population des chiens brachycéphales admis au CHUVA. Les médianes valaient 2 ce qui correspondait à des signes digestifs hebdomadaires ($p > 0,05$ d'après le test de Mann-Whitney). Ainsi, dans notre étude, **aucun lien entre le grade de collapsus laryngé et l'intensité des signes digestifs n'a pu être démontré.**

À notre connaissance, peu d'études s'interrogent sur une corrélation entre la gravité des manifestations cliniques et le grade de collapsus laryngé. Comme mentionné en introduction, nous avons intuitivement émis l'hypothèse qu'un grade de collapsus laryngé plus élevé serait associé à des manifestations cliniques plus marquées. Il semblait en effet vraisemblable qu'un collapsus laryngé de grade plus élevé occasionne une obstruction des voies respiratoires hautes plus importante et donc des signes cliniques plus graves : bruits respiratoires augmentés, ou encore tolérances à l'effort, à l'excitation et à la chaleur moindres. Notre étude a permis de confirmer ces hypothèses.

Au cours de nos recherches, nous n'avons trouvé qu'une étude évoquant le grade respiratoire préopératoire en fonction du grade de collapsus laryngé. En effet, l'étude de Carabalona a établi un grade clinique respiratoire préopératoire relativement similaire à celui de notre étude, basé sur la présence de bruits respiratoires, la tolérance à l'effort, ainsi que l'existence de syncopes. À son issue, l'une des conclusions est que le grade de collapsus laryngé n'a aucun impact sur le grade respiratoire préopératoire (Carabalona *et al.*, 2022). Nos résultats ne concordent pas avec cette conclusion. Cette divergence de résultats souligne l'importance d'un questionnaire précis, car celui-ci selon sa formulation peut être à l'origine de conclusions opposées.

Concernant les troubles digestifs, nous avons cherché à comprendre si l'absence de différence statistique constatée entre nos deux groupes résidait dans une erreur d'évaluation, un manque de puissance statistique (trop faible nombre de cas) ou bien pouvait être justifiée comme réellement existante. Une première explication résidait en la possible existence de comorbidités digestives dans le groupe de collapsus de grade II qui augmenteraient le score digestif du groupe et qui n'auraient pas été prises en compte au cours de notre questionnaire. On peut notamment citer l'existence d'intolérances ou allergies alimentaires, le type de ration pratiqué par le propriétaire ou encore le mode d'alimentation (recours aux gamelles anti-glouton, gamelles surélevées...). L'ensemble de ces éléments était non standardisé et donc potentiellement à l'origine de différences entre les groupes. De plus, les études actuelles menées sur les troubles digestifs des chiens brachycéphales supposent qu'ils sont causés par la pression intra thoracique négative (Ducarouge, 2002 ; Poncet *et al.*, 2005). Donc une obstruction plus importante (collapsus de grade III) devait intuitivement aller dans le sens de manifestations digestives plus importantes, ce que nous n'avons pas démontré dans notre étude. Poncet *et al.* rapportent comme signes digestifs majoritaires des régurgitations, déglutitions difficiles ou vomissements. Cependant ceux-ci sont fréquemment associés à des épisodes d'excitation ou de détresse respiratoire (Poncet *et al.*, 2005). On peut alors envisager que les propriétaires aient sous-estimé l'importance des manifestations digestives pour associer la clinique à une intolérance à l'excitation ou à des signes respiratoires graves. Cela pourrait avoir eu pour conséquence une sous-estimation des grades digestifs préopératoires, potentiellement à

l'origine des résultats de notre étude. De plus, Haimel et Dupré supposent que l'intensité des signes cliniques est différente selon les races. D'après leur étude, les bouledogues français présenteraient des formes digestives plus graves et plus fréquentes que les carlins (Haimel et Dupré, 2015). Dans notre étude, nous avons précédemment discuté et considéré comme comparables cliniquement nos deux groupes sur le critère de la race. En effet, la majorité de bouledogues dans chaque groupe (67% versus 64%) nous semblait suffisante pour considérer cela. Cependant, il est à noter qu'au sein du groupe de collapsus laryngé de grade II seuls 13% des individus étaient des carlins, contre 25% dans le groupe de collapsus laryngé de grade III. Nous pouvions alors dans le cas présent remettre en question notre première approximation de comparabilité clinique des groupes. En nous basant sur les recherches d'Haimel et Dupré, il semblait possible d'envisager que la présence d'un pourcentage plus important de carlins dans le groupe de collapsus laryngé III ait de manière artéfactuelle diminué le grade clinique préopératoire du groupe. Cela pourrait expliquer la similitude des résultats que nous avons observée au sein des deux groupes

Ainsi, à l'issue de cette partie portant sur la clinique avant prise en charge chirurgicale des brachycéphales souffrant du SORB, **nous pouvons conclure que notre étude a démontré un impact du grade de collapsus laryngé sur la gravité des signes cliniques avant la chirurgie.** Il a été prouvé que la présence d'un collapsus laryngé de grade III s'assortissait de manifestations respiratoires ainsi que d'intolérances à l'effort, à l'excitation et à la chaleur plus marquées que lors de collapsus laryngé de grade II. Cette conclusion n'a pas pu être avérée statistiquement en ce qui concernait les manifestations digestives.

4.1.1.7. Interprétation de la réponse à la chirurgie et mise en relation avec les connaissances actuelles

Au sein de notre étude, aucune association significative n'a été trouvée entre le grade de collapsus laryngé et l'importance de l'amélioration clinique postopératoire.

Nous n'avons pas pu démontrer d'association significative entre l'importance de la réponse de la fonction respiratoire à la chirurgie et le grade de collapsus laryngé (médianes à -1 ; $p=0,88$). De même pour l'amélioration de la tolérance à l'effort (médianes à -1 ; $p=0,75$), l'amélioration de la tolérance à la chaleur (médianes à -1 ; $p=0,74$), l'amélioration de la tolérance à l'excitation (médiane à 0 pour le groupe des collapsus laryngé de grade III, à -1 dans le groupe de collapsus laryngé de grade II ; $p=0,83$), ainsi que l'amélioration de la fonction digestive (médiane à 0 pour le groupe des collapsus laryngé de grade III, à -1 dans le groupe de collapsus laryngé de grade II ; $p=0,83$).

Ainsi, **quel que soit le grade de collapsus laryngé**, nos résultats tendaient à démontrer **que la chirurgie améliorait indifféremment la clinique des collapsus laryngés de grade II et de grade III.** Il s'agissait alors de comprendre ces observations. La chirurgie pratiquée d'après notre protocole d'inclusion ne traite que la partie accessible chirurgicalement des anomalies du SORB et donc qu'une partie minimale des anomalies évoquées en bibliographie. Ainsi, selon nous, cela pourrait expliquer qu'elle permette une amélioration clinique quasi systématique mais constante quelle que soit l'atteinte initiale et le grade de collapsus laryngé, bien que cela aille à l'encontre de notre hypothèse initiale.

Cette conclusion allait dans le même sens de celle de Torrez et Hunt qui rapportent une amélioration clinique se traduisant par une disparition ou une forte réduction des manifestations mettant en

danger la vie de l'animal, y compris chez les individus présentant des collapsus laryngés graves (Torrez et Hunt, 2006). C'est également le point de vue soutenu par Haimel et Dupré qui relèvent qu'un collapsus laryngé de grade élevé n'exclut pas une amélioration de la clinique après prise en charge chirurgicale (particulièrement respiratoire) (Haimel et Dupré, 2015).

Concernant l'amélioration des signes digestifs. Nous n'avons pas trouvé de différence significative entre le groupe d'individus avec collapsus laryngé de grade II et de grade III. La médiane du groupe de grade III était nulle contre une médiane à -1 dans le groupe de grade II ($p=0,83$). Or, dans la littérature, une étude indique que les troubles digestifs répondent moins à la chirurgie lors de collapsus de haut grade (Carabalona *et al.*, 2022). Ils ont notamment démontré que le ptyalisme est moins susceptible de s'améliorer en postopératoire chez les chiens présentant des grades de collapsus laryngés plus élevés. On peut envisager ici un manque de puissance statistique dans notre étude. En effet, il n'est pas exclu qu'avec un plus grand nombre de cas, nous ayons pu obtenir une différence statistique significative qui nous aurait menés aux mêmes conclusions que l'étude suscitée.

Ainsi, au sein de cette partie, aucune association entre le grade de collapsus laryngé et l'importance de la réponse à la chirurgie n'a été démontrée. Nous en avons conclu **qu'une réponse chirurgicale au SORB était possible quel que soit le grade de collapsus laryngé. Cette réponse semble constante, permettant globalement le gain d'un grade clinique à l'individu opéré, indépendamment du grade de collapsus laryngé.** L'amélioration d'un grade clinique reste à nuancer au regard du faible nombre de valeurs pouvant être prises par la médiane, ainsi que le nombre d'individus inclus dans l'étude. Nous demeurerons plus réservés quant aux conclusions rattachées à la réponse de **la fonction digestive**. Celle-ci **semblerait être influencée par le grade de collapsus laryngé** (moins bonne réponse en collapsus laryngé de grade III qu'en II), bien que notre étude n'ait pas permis de le conclure de manière statistique.

Le sujet de cette étude portait sur le pronostic associé à la prise en charge chirurgicale du SORB selon le grade de collapsus laryngé (II ou III). Cette partie nous a permis d'apporter certains éléments de réponse à la problématique initiale. D'après les résultats obtenus, il semble que l'on puisse annoncer un **pronostic favorable à la chirurgie y compris lors de collapsus de grade III** (amélioration clinique quasi systématique).

Cependant, si l'on reprend en parallèle les résultats des grades cliniques préopératoires évoqués dans la partie précédente, force est de constater que les résultats au sein des deux groupes n'étaient pas les mêmes. Nous avons en effet conclu que l'atteinte en collapsus laryngé de grade III est plus marquée qu'en grade II. Par conséquent, si l'amélioration clinique moyenne d'un grade est belle et bien constante quel que soit le grade de collapsus laryngé, la chirurgie ne devrait pas rétablir pas l'égalité clinique des deux groupes. Ainsi, **si nous entendons le terme pronostic comme qualité clinique après la chirurgie, on peut supposer que celui-ci sera meilleur lors de collapsus laryngé de grade II que de grade III** car le statut clinique final devrait être meilleur du fait de l'association atteinte clinique plus marquée en grade III et amélioration post opératoire équivalente. Cela n'a cependant pas été statistiquement démontré. Ces résultats rejoignent ceux de Liu et al. qui établissent par l'intermédiaires de mesures objectives (type pléthysmographie barométrique) que les résultats postopératoires lors de collapsus laryngé de grade III sont significativement moins bons que lors de collapsus de grade II (Liu *et al.*, 2017b).

4.1.2. Résultats de l'analyse de survie postopératoire selon le grade de collapsus laryngé

Le test du LogRank portant sur les courbes de survie établies à partir des dossiers des soixante-six animaux inclus entre octobre 2007 et le 6 juin 2023 n'a démontré aucune association significative entre le grade de collapsus laryngé (II ou III) et le délai de survenue du décès. En effet, le temps de survie médian suite à la chirurgie parmi les chiens atteints d'un collapsus laryngé de grade III était de 2677 jours, contre 2293 jours parmi les chiens atteints de collapsus laryngé de grade II. Le test du LogRank a calculé une valeur p de 0,68 ; ce qui est supérieur au risque d'erreur alpha fixé à 0,05. L'hypothèse H_0 a été acceptée au risque d'erreur bêta inconnu.

Avant de conclure quant à nos résultats, une discussion concernant l'hypothèse d'absence de biais est nécessaire.

4.1.2.1. Réflexion sur les biais de classement dans l'analyse de survie

Au sein de cette partie, les erreurs pouvaient être commises lors du recueil de la date de décès ou lors de l'évaluation du grade de collapsus laryngé.

Aucune erreur de classement ne pouvait être commise sur le statut vivant ou décédé de l'animal car celui-ci était obtenu soit dans le dossier Clovis®, soit par entretien avec le propriétaire. Il semble évident que ces deux sources d'information ne pouvaient être erronées à ce sujet. Lors de l'entretien avec les propriétaires, nous avons été surpris par la précision avec laquelle ils donnaient la date de décès de leur compagnon (lien affectif fort). Cependant un faible nombre d'entre eux ne parvenaient qu'à retracer l'année et le mois de décès. Celui-ci était alors daté au premier du mois. Il est donc possible qu'une discrète sous-estimation de la durée de survie soit intervenue, sans pour autant remettre en question notre résultat ($p=0,68 \gg 0,05$).

La discussion tenue en partie 4.1.1.3 concernant les biais de classements non différentiels imputables à la chirurgie et à l'évaluation du grade de collapsus laryngé est également applicable ici. Nous ne détaillerons donc pas son contenu. Il est cependant important de rappeler que ces biais de classement ont été considérés comme négligeables de par l'expérience des praticiens qui réalisaient ces actes. Par conséquent, ils ne remettent pas en question les résultats que nous évoquerons ci-après.

4.1.2.2. Réflexion sur le biais de sélection dans notre étude

L'ensemble des soixante-six animaux initialement inclus dans l'étude a été conservé pour l'élaboration de la courbe de survie. Même s'ils étaient considérés comme « censurés » statistiquement parlant, autrement dit que le statut vivant ou non au moment de notre étude n'était pas connu, les données étaient enregistrées. En effet, d'après la méthode de Kaplan-Meier, ces individus apportent une information, notamment lorsqu'ils sont perdus de vue au cours de l'étude. Nous n'avons donc pas uniquement sélectionné les individus décédés au cours de notre étude, ce qui a évité d'engendrer un biais de sélection.

Demeure cependant l'exclusion des individus n'ayant pas suffisamment répondu à la chirurgie. La survie de ces individus n'est pas incluse dans cette étude. On peut envisager qu'en cas de réponse insuffisante à la chirurgie, la survie soit inférieure et que l'on ait par conséquent surestimé notre fonction de survie.

4.1.2.3. Présence de facteurs de confusion potentiels

L'évaluation de la présence de biais de confusion potentiels était importante avant de discuter nos résultats. Pour cela, nous avons eu recours au Tableau 6, récapitulant les paramètres cliniques des individus inclus dans notre étude pour étudier leur comparabilité clinique. Les paramètres relevés dans le tableau représentent ceux qui ont été jugés cliniquement pertinents car pouvant interférer avec la fonction de survie.

Une étude de 2018 conclut ne pas avoir trouvé de lien entre la longévité canine et le sexe mais que cependant au sein des groupes mâles et femelles le statut entier versus stérilisé influence la durée de vie (favorable aux mâles intacts et aux femelles stérilisées) (Hoffman *et al.*, 2018). Nous nous sommes donc penchés sur la comparabilité clinique sur ces critères. Au sein du groupe d'individus atteint de collapsus laryngé de grade II, 23% étaient des femelles contre 26% des individus avec collapsus laryngé de grade III. Parmi les femelles, trois étaient stérilisées (soit 33%) contre trois dans le groupe de collapsus laryngé de grade III (soit 37,5%). Parmi les mâles avec collapsus laryngé de grade II, deux étaient stérilisés (soit 5,3%) contre un seul parmi le groupe de collapsus laryngé de grade III (6,3%). Ces différences nous ont semblé cliniquement négligeables.

L'âge au diagnostic nous semblait important à étudier comme potentiel facteur de confusion. Il semblait en effet logique qu'un âge plus avancé lors de la prise en charge s'assortirait d'une survenue du décès plus rapide. De plus, Carabalona a démontré que le risque de décès augmentait de 29,8% (IC à 95%, 11,8% à 50,7%) à mesure que l'âge d'un chien augmentait de 1 an (Carabalona *et al.*, 2022). L'âge médian au diagnostic des individus avec collapsus laryngé de grade II était de 2,9 ans contre 3,1 ans dans le groupe à collapsus laryngé de grade III. Cette différence inférieure à deux mois et demi n'a pas été considérée comme cliniquement pertinente.

Dans cette partie de notre étude, la race majoritaire au sein de nos deux groupes demeurait la race bouledogue français (60% en grade II contre 65% en grade III). Nous avons par la suite considéré nos groupes comme cliniquement comparables sur ce paramètre. De même, nos groupes ont été évalués comme cliniquement comparables sur la présence de maladies concomitantes (26% en grade II ; 22% en grade III) et sur le surpoids (NEC>4 ; 79% en grade II contre 74% en grade III) - ces derniers pouvant précipiter la survenue du décès.

Ainsi, nos conclusions n'étaient pas remises en question par des facteurs de confusion potentiels.

4.1.2.4. Interprétation de la fonction de survie et du test du LogRank

Au sein de notre étude, aucune association significative n'a été trouvée entre le grade de collapsus laryngé et la vitesse de survenue du décès ($p=0,68$). Les biais de confusion et de classements étant préalablement discutés nous pouvions donc conclure. D'après nos éléments, le **grade III de collapsus laryngé n'est pas associé à une survenue du décès plus rapide après prise en charge chirurgicale qu'un grade II de collapsus laryngé**. Nos résultats rejoignent ceux de Carabalona, dont l'étude de 2022 a conclu à une absence d'influence du grade de collapsus laryngé sur la survenue du décès.

Ainsi, nos résultats vont à l'encontre de notre hypothèse initiale. En effet, nous avons démontré que **le pronostic de survie n'était pas influencé par le grade de collapsus laryngé**.

4.1.3. Résultats de l'évaluation du risque de décès lié au syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales en fonction du grade de collapsus laryngé

Le calcul du risque relatif de décès dû au SORB a démontré qu'au sein de notre échantillon, les décès imputables au SORB étaient 3,25 fois plus présents chez les chiens atteints de collapsus laryngé de grade III que chez ceux atteints de collapsus laryngé de grade II.

Si l'estimation du RR quantifiant l'association entre le diagnostic de collapsus laryngé de grade III et le décès d'une cause imputable au SORB n'était pas biaisée, dans la population de chiens brachycéphales souffrant du SORB, il y a 95% de chances pour que le RR réel correspondant soit compris entre 0,55 et 19,25.

Or, 1 appartenant à l'intervalle de confiance du RR brut, il n'était pas possible de conclure quant à la significativité du risque relatif brut. Ainsi, sous l'hypothèse d'absence de biais, aucune association entre le collapsus laryngé de grade III et la survenue d'un décès lié au SORB n'a pu être démontrée. Il convenait alors de discuter notre résultat.

4.1.3.1. Réflexion sur les biais de classement lors du calcul du risque relatif

Du biais de classement était présent si une erreur pouvait être commise sur le statut malade non malade du patient indépendamment ou non de son statut exposé/non exposé et inversement.

Nous l'avons déjà évoqué plusieurs fois, des erreurs pouvaient être commises sur le grade de collapsus laryngé (exposition) indépendamment du statut malade / non malade (ici le décès imputable au SORB ou non). Cela pouvait être à l'origine d'un biais de classement non différentiel qui a déjà été considéré comme négligeable (expérience des praticiens du service).

Aucune erreur ne pouvait être commise sur le statut malade ou non malade des individus. En effet, nous avons considéré que les propriétaires ne se trompaient jamais sur la cause du décès de leur animal.

Les biais de classement dans cette partie étaient donc négligeables voire absents et ne remettaient donc pas en cause l'absence de significativité de nos résultats.

4.1.3.2. Présence de facteurs de confusion potentiels

L'évaluation de la présence de biais de confusion potentiels était importante avant de discuter nos résultats. Pour cela, nous avons eu recours au Tableau 23, récapitulant les paramètres cliniques des individus inclus dans notre étude pour étudier leur comparabilité clinique. Les paramètres relevés dans le tableau représentent ceux qui ont été jugés cliniquement pertinents car pouvant interférer avec la cause de décès.

Nos deux groupes ont été considérés comme comparables cliniquement sur le sexe : 15% de femelles dans le groupe de collapsus laryngé de grade II contre 17% dans celui de grade III, ainsi que pour l'état d'embonpoint : 85% d'individus ayant une $NEC > 4$ dans le groupe de collapsus laryngé de grade II contre 83% dans le groupe de collapsus laryngé de grade III. Ils ne constituaient donc pas de facteurs de confusion potentiels.

Concernant l'âge au diagnostic, la médiane au sein du groupe de collapsus laryngé de grade II était de 4,2 ans, contre 2,7 au sein du groupe de collapsus laryngé de grade III. Cela constituait un écart de 18 mois plus jeune au sein du groupe de collapsus laryngé de grade III. Or, un individu plus âgé lors de la prise en charge est plus enclin à décéder de vieillesse (autrement dit à entrer dans le groupe « décès pour cause indépendante du SORB »). Par conséquent, la présence de ce facteur

de confusion pouvait créer une association positive entre la présence d'un collapsus laryngé de grade III et un décès lié au SORB, c'est-à-dire que la présence de ce biais pouvait de manière artéfactuelle augmenter notre RR.

Le même type de raisonnement pouvait être appliqué à la présence de maladies concomitantes. Celles-ci étaient plus présentes parmi les individus à collapsus laryngé de grade III (67%) que parmi les individus à collapsus laryngé de grade II (54%). Or, un individu présentant une maladie en plus de son SORB a des risques d'en décéder, autrement dit des risques d'entrer dans le groupe « décès pour cause indépendante du SORB ». Ainsi, la présence de ce facteur de confusion pouvait créer une association négative entre la présence d'un collapsus laryngé de grade III et un décès lié au SORB, c'est-à-dire que la présence de ce biais pouvait de manière artéfactuelle diminuer notre RR.

4.1.3.3. Réflexion sur la taille de l'échantillon

Cette partie de l'étude nécessitait que les individus soient décédés et que la cause de leur décès soit connue. Ainsi, cela a fortement réduit le nombre de cas étudiés. Parmi les soixante et onze individus initialement inclus dans notre étude, seuls dix-neuf dossiers ont pu être conservés pour cette partie. Notre échantillon était donc nettement moins représentatif de la population des chiens brachycéphales atteints du SORB. Par conséquent, et nous reprendrons ce point par la suite, nous avons décidé d'aborder cette partie comme une étude pilote. En effet, ce trop faible nombre de cas ne permettait aucun ajustement des facteurs de confusions et donc pas la généralisation de nos résultats. Il permettait cependant d'engager une réflexion sur le risque de décès lié au SORB lors de collapsus laryngé de grade III, piste qui pourrait être plus profondément explorée dans des études ultérieures.

4.1.3.4. Interprétation du risque relatif

Au sein de notre échantillon, les décès dus au SORB étaient 3,25 fois plus présents chez les chiens atteints de collapsus laryngé de grade III que chez ceux atteints de collapsus laryngé de grade II. Or, 1 appartenait à l'intervalle de confiance du RR brut ([0,55 ; 19,25]), il n'était pas possible de conclure quant à la significativité du risque relatif brut.

Ce risque relatif de 3,25 correspondait à une estimation du risque relatif au sein de notre échantillon. Mais la présence des facteurs de confusion évoqués en partie 4.1.3.2 faussait notre résultat le rendant non interprétable. Afin de conclure quant au lien causal entre mortalité liée au SORB et collapsus laryngé de grade III, il aurait été intéressant d'ajuster nos résultats sur les paramètres considérés comme non comparables cliniquement entre les deux groupes (âge au diagnostic et maladies concomitantes) à l'aide d'un modèle de régression multivariée. Pour cela, deux types de modèles auraient pu être utilisés : un modèle de régression logistique, ou un modèle de Cox à risque proportionnel (Desquilbet, 2020). En effet, la maladie étudiée était binaire (décès pour cause de SORB versus décès d'autres causes). Si l'on ne faisait pas intervenir le délai de survenue, le modèle de régression logistique était adapté. Au contraire, si l'on avait souhaité un modèle complet (mais complexe) faisant intervenir le délai de survenue avant le décès, le modèle de régression adapté aurait été le modèle de Cox à risque proportionnel. Malheureusement, comme nous l'avons mentionné ci-dessus (4.1.3.3), la taille restreinte de notre échantillon ne rendait pas possible la mise en place de ces modèles. En effet, l'augmentation du nombre d'expositions incluses dans un modèle augmente l'imprécision des estimations des RR des régressions logistiques ou modèles de Cox. La règle communément admise est que le maximum d'expositions que l'on peut inclure dans un modèle est environ égal au nombre d'animaux M+ dans l'échantillon (c'est-à-dire ici le nombre d'animaux décédés d'une cause imputable au SORB, soit 5) divisé par 10 (Desquilbet, 2020). Si ce nombre est bien plus élevé que la règle ne le recommande, le modèle fournira des estimations très imprécises qui n'auront aucun sens, et l'ensemble des résultats du modèle ne sera pas crédible. D'après cette règle, nous n'aurions pu inclure dans notre modèle de régression qu'un demi paramètre. Autrement

dit, notre échantillon ne nous permettait pas de réaliser de régression multivariée. Nous avons donc dû nous limiter au calcul du RR brut.

En conclusion, au sein de notre étude, aucune association significative n'a été trouvée entre le grade de collapsus laryngé et le risque de décès lié au SORB (intervalle de confiance [0,55 ; 19,25]). L'impossibilité de prise en compte des biais de confusion empêchait toute interprétation des résultats. Le RR de 3,25 laissait supposer que les brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III avaient plus de risque de décéder du SORB que ceux atteints de collapsus laryngé de grade II. Cela allait dans le sens de nos hypothèses initiales. De plus, si l'on prenait en compte les résultats de la partie 4.1.1.6, nous avons conclu que les manifestations cliniques liées au SORB demeuraient plus importantes chez les individus avec collapsus laryngé de grade III. Il semblait donc envisageable que lors de collapsus laryngé de grade III, les décès pour cause du SORB soient plus fréquents que lors de collapsus laryngé de grade II. Cependant, nous nous confrontons ici à un manque de puissance statistique dû au trop faible nombre de cas.

Dans notre étude les résultats sont non significatifs et ne nous permettent pas de conclure quant à l'implication du SORB dans les causes de décès selon le grade de collapsus laryngé. Notre avis sur la question est que nous soupçonnons qu'il existe une réelle différence entre les causes de décès des individus atteints de collapsus laryngé de grade III et de grade II. Mais cette piste mériterait d'être approfondie à l'aide d'un plus grand nombre de cas.

4.2. Limites de notre étude

4.2.1. Discussion sur la taille des échantillons

Notre étude portait sur les chiens brachycéphales admis au CHUVA entre 2007 et 2023. Nous avons cherché à élargir l'intervalle de temps afin d'inclure un maximum de cas et obtenir une puissance statistique la plus importante possible. L'inclusion de cas avant 2007 n'était pas envisageable car l'évaluation du larynx n'était pas encore réalisée. Pour des motifs évidents de contraintes temporelles, nous avons interrompu notre échantillonnage en mars 2023. À l'issue de notre travail de recherche, soixante-et-onze cas ont été inclus dans notre étude dans les parties traitant de la clinique préopératoire, de la réponse à la chirurgie ainsi que l'étude de la fonction de survie. Si l'on se rapporte aux études qui se sont penchées sur l'influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic du SORB, notre étude représente l'un des plus grands échantillons. En effet, hormis l'étude à grande échelle menée par Carabalona et al. portant sur 423 individus, trois études portent sur une soixantaine d'individus (64 pour Torrez et Hunt dont uniquement 34 avec collapsus laryngé ; 62 pour Haimel et Dupré dont 54 avec collapsus laryngé et 50 individus dans l'étude de Liu et al.). L'étude de Pink et al. était quant à elle une étude pilote portant sur sept cas (Pink *et al.*, 2006 ; Torrez et Hunt, 2006 ; Haimel et Dupré, 2015 ; Carabalona *et al.*, 2022). Ainsi, si nous avons initialement craint que le nombre de cas recruté soit insuffisant, nous avons cependant pu constater que le nombre de cas sélectionnés n'était pas négligeable compte-tenu des études préalablement menées.

En revanche, le même discours ne pouvait pas être tenu concernant notre dernière partie sur l'étude des causes de décès chez les brachycéphales atteints de collapsus laryngé. Comme nous l'avons mentionné précédemment, il était nécessaire que l'animal soit décédé et que le motif soit connu. La restriction à dix-neuf cas a impliqué que cette partie soit considérée comme une étude pilote sans données statistiques utilisables.

4.2.2. Discussion sur l'évaluation clinique

La principale limite de notre étude résidait en l'évaluation clinique de nos cas. En effet, les critères évalués bien que détaillés dans une grille d'évaluation recherchant un maximum de précision demeuraient subjectifs, d'autant plus qu'ils étaient évalués par les propriétaires. Or, comme nous l'avons déjà évoqué, l'étude de Packer et al. a démontré un écart entre la satisfaction des propriétaires (97,1%) et l'amélioration réelle de leurs signes respiratoires (72,6%) (Packer *et al.*, 2019). Cette limite était déjà mentionnée dans de précédentes études dont nous nous étions inspirées pour élaborer notre questionnaire. Comme cela avait été évoqué dans l'étude de Carabalona et al., nous avons supposé que l'évaluation pré et postopératoire étant effectuée par la même personne, accompagnée d'une grille détaillée, cela aurait permis de minimiser l'impact de l'erreur commise.

Dans le cadre de notre partie portant sur les manifestations digestives, il aurait été intéressant de comparer les endoscopies œsophagiennes et gastriques disponibles sur Clovis® afin de comparer de manière plus objective les chiens avec collapsus laryngé de grade II et III. Cela nous aurait permis de nous affranchir de la subjectivité des propriétaires mais aurait nécessité un travail supplémentaire peu concevable dans le cadre de notre étude.

La nature rétrospective de l'étude constituait une autre limite. En effet, le délai entre la chirurgie et le questionnaire (14 à 189 mois) a très probablement eu une incidence sur l'exactitude des réponses

des propriétaires, comme l'évoquait Haimel et Dupré dans leur étude (Haimel et Dupré, 2015). Nous avons par ailleurs conservé les dossiers des chiens décédés ce qui pouvait occasionner un biais de rappel (dix-neuf chiens concernés). Cependant, le recours aux données enregistrées dans le logiciel Clovis® a cherché à minimiser ce biais en recoupant le questionnaire avec les réponses données à l'époque.

Conclusion

Le SORB correspond à un ensemble d'anomalies anatomiques primaires congénitales (narines sténosées, palais mou allongé, macroglossie...) liées au phénotype de raccourcissement du crâne du chien. Ces anomalies sont à l'origine d'une obstruction chronique des voies aériennes supérieures elle-même occasionnant des remodelages anatomiques secondaires parmi lesquels le collapsus laryngé. La présentation clinique classique du SORB est constituée de bruits respiratoires importants ainsi que d'intolérances multiples à l'effort, à l'excitation ou encore à la chaleur ainsi que de troubles digestifs, le tout pouvant conduire au décès de l'animal.

La prise en charge chirurgicale vise à minimiser ces manifestations. Elle repose sur trois piliers principaux : la rhinoplastie, la palatoplastie et la sacculéctomie laryngée.

Cette thèse est un travail rétrospectif des cas présentés au CHUVA entre 2007 et 2023. L'objectif est de déterminer si la chirurgie du SORB chez les chiens brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III est de moins bon pronostic (moindre réponse clinique, moins bonne survie) que chez les chiens brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade II. L'originalité de notre étude repose sur le fait que le critère de sélection est le grade de collapsus laryngé, contrairement à d'autres études où le grade n'était considéré que secondairement.

Les données actuelles de la littérature sont controversées quant à l'influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic de la prise en charge chirurgicale. À l'issue de notre étude, différentes conclusions ont pu être tirées. Dans un premier temps, nous avons démontré que **l'atteinte clinique (hormis digestive) des brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III est plus grave que celle des brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade II**. Dans un deuxième temps, nous n'avons pas trouvé de différence significative ($p < 0,05$) entre l'importance de l'amélioration postopératoire des brachycéphales atteints de collapsus laryngé de grade III et celle des chiens de grade II (amélioration d'un grade clinique dans chaque cas). Ce point confirme **l'utilité d'une prise en charge chirurgicale du SORB sur les collapsus de grade III permettant une amélioration clinique et ainsi une diminution nette des formes graves. En revanche, il est important de noter que nous n'avons mesuré qu'un delta de grade clinique, en aucun cas nous n'affirmons que le grade clinique final est identique dans les 2 groupes**. Dans un troisième temps, l'étude de la survie a démontré qu'après la prise en charge chirurgicale, **le décès ne survenait pas plus rapidement dans la population d'individus atteints de collapsus laryngé de grade III que dans la population d'individus avec collapsus laryngé de grade II** ($p = 0,68 > 0,05$). Néanmoins, notre étude pilote en dernière partie pourrait **laisser entendre qu'au sein de la population d'individus atteints de collapsus laryngé de grade III, la cause du décès serait plus souvent imputable au SORB que lors de collapsus laryngé de grade II**. Cependant, le faible nombre de cas ne nous permet aucunement de nous prononcer à ce sujet. Cette perspective serait à développer au sein d'études de plus grande envergure.

À l'issue de notre étude, il est démontré que la **prise en charge chirurgicale** demeure **utile et nécessaire** pour les animaux souffrant d'un SORB de grade III, car elle permet **une réduction des formes graves ainsi que l'obtention d'une durée de vie non significativement différente** des populations atteintes de collapsus laryngé de grade II.

La limite principale de notre protocole demeure l'évaluation des grades cliniques par les propriétaires à l'origine d'erreurs d'évaluation. Nous aurions souhaité inclure dans notre étude des paramètres quantitatifs permettant de pallier la subjectivité de l'évaluation par les propriétaires. Le recours à la pléthysmographie barométrique comme cela a été fait par Liu et al. ou à l'évaluation de la température corporelle avant et après l'effort ainsi qu'au « 6 minutes walking test » comme cela a été réalisé par Honorine Sadowski aurait été une alternative intéressante (Liu *et al.*, 2017b ; Sadowski, 2021). Toutefois cela était rendu impossible par la dimension rétrospective de notre étude.

Il aurait été intéressant de réévaluer le grade de collapsus laryngé après la chirurgie afin de statuer sur sa stabilité ou non, permettant de s'interroger sur la capacité de régression des lésions tissulaires une fois l'obstruction des voies aériennes supérieures partiellement levée. Cela n'était pas envisageable rétrospectivement et éthiquement car nécessitant une anesthésie uniquement pour l'évaluation.

Liste des références bibliographiques

- ARONSON L.R. (2022) Small animal surgical emergencies, 2nd edition. ed. Hoboken, John Wiley & Sons
- ARULPAGASAM S., LUX C., ODUNAYO A., BISKUP J., SUN X. (2018) Evaluation of Pulse Oximetry in Healthy Brachycephalic Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 54(6), 344-350
- BALAKRISHNAN A., TONG C.W. (2020) Clinical Application of Pulmonary Function Testing in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Canine and Feline Respiratory Medicine: An Update* 50(2), 273-294
- BANNASCH D., YOUNG A., MYERS J., *et al.* (2010) Localization of Canine Brachycephaly Using an Across Breed Mapping Approach. *PLOS ONE* 5(3), e9632
- BERGEAUD P. (2010) La laryngoscopie. *Pratique Vet* 45, 214-216
- BOUYSSOU S., SPECCHI S., DESQUILBET L., PEY P. (2017) Radiographic Appearance of Presumed Noncardiogenic Pulmonary Edema and Correlation with the Underlying Cause in Dogs and Cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 58(3), 259-265
- BRDECKA D., RAWLINGS C., HOWERTH E., CORNELL K., STIFFLER K. (2007) A Histopathological Comparison of Two Techniques for Soft Palate Resection in Normal Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 43(1), 39-44
- BUZEK A., SERWAŃSKA-LEJA K., ZAWORSKA-ZAKRZEWSKA A., KASPROWICZ-POTOCKA M. (2022) The shape of the nasal cavity and adaptations to sniffing in the dog (*canis familiaris*) compared to other domesticated mammals : a review article. *Animals* 12(4), 517
- CANOLA R.A.M., SOUSA M.G., BRAZ J.B., *et al.* (2018) Cardiorespiratory evaluation of brachycephalic syndrome in dogs. *Pesq. Vet. Bras.* 38, 1130-1136
- CANTATORE M., GOBBETTI M., ROMUSSI S., *et al.* (2012) Medium term endoscopic assessment of the surgical outcome following laryngeal sacculae resection in brachycephalic dogs. *Veterinary Record* 170(20), 518-518
- CARABALONA J.P.R., BOEDER K.L., PONCET C.M. (2022) Complications, prognostic factors, and long-term outcomes for dogs with brachycephalic obstructive airway syndrome that underwent H-pharyngoplasty and ala-vestibuloplasty: 423 cases (2011–2017). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 260(S1), S65-S73
- CONTE A., BERLATO D., RASOTTO R., *et al.* (2022) Comparison of harmonic shears, diode laser, and scissor cutting and suturing for caudal palatoplasty in dogs with brachycephalic obstructive airway syndrome. *The Veterinary Journal* 280, 105802
- CRANE C., ROZANSKI E.A., ABELSON A.L., DELAFORCADE A. (2017) Severe brachycephalic obstructive airway syndrome is associated with hypercoagulability in dogs. *J VET Diagn Invest* 29(4), 570-573
- CROSSE K., BRAY J., ORBELL G., PRESTON C. (2015) Histological evaluation of the soft palate in dogs affected by brachycephalic obstructive airway syndrome. *New Zealand Veterinary Journal* 63(6), 319-325
- DARCY H.P., HUMM K., HAAR G. ter (2018) Retrospective analysis of incidence, clinical features, potential risk factors, and prognostic indicators for aspiration pneumonia in three brachycephalic dog breeds. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 253(7), 869-876
- DAVIS M.S., CUMMINGS S.L., PAYTON M.E. (2017) Effect of brachycephaly and body condition score on respiratory thermoregulation of healthy dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 251(10), 1160-1165
- DECLUE A.E., COHN L.A. (2007) Acute respiratory distress syndrome in dogs and cats: a review of clinical findings and pathophysiology. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 17(4), 340-347
- DESQUILBET L. (2019a) Biostatistique en Médecine Vétérinaire. Polycopié. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de Communication et réglementation dans la profession vétérinaire

- DESQUILBET L. (2019b) Introduction à l'analyse de survie, Polycopié. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de Communication et réglementation dans la profession vétérinaire
- DESQUILBET L. (2020) Epidémiologie Clinique, Polycopié. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de Communication professionnelle, scientifique et interpersonnelle
- DESQUILBET L. (2022) Utilisation d'Excel et du site Internet BiostaTGV pour réaliser quelques statistiques de base. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de Communication et réglementation dans la profession vétérinaire
- DIAS M.L. de M., MORRIS C.F.M., MORETI B.M., *et al.* (2016) Anatomical, Cardiovascular, and Blood Gas Parameters in Dogs with Brachycephalic Syndrome. *Acta Scientiae. Vet.* 44(1), 6
- DOWNING F., GIBSON S. (2018) Anaesthesia of brachycephalic dogs. *Journal of Small Animal Practice* 59(12), 725-733
- DUCAROUGE B. (2002) Le syndrome obstructif des voies respiratoires supérieures chez les chiens brachycéphales. Etude clinique à propos de 27 cas. Thèse de Médecine vétérinaire.
- DUNIÉ-MÉRIGOT A., BOUVY B., PONCET C. (2010) Comparative use of CO2 laser, diode laser and monopolar electrocautery for resection of the soft palate in dogs with brachycephalic airway obstructive syndrome. *Veterinary Record* 167(18), 700-704
- DUPRÉ G., HEIDENREICH D. (2016) Brachycephalic Syndrome. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 46(4), 691-707
- DYCE K.M., SACK W.O., WENSING C.J.G. (2017) Textbook of veterinary anatomy, 5th edition. ed. St Louis, W.B. Saunders Company
- EKENSTEDT K.J., CROSSE K.R., RISSELADA M. (2020) Canine Brachycephaly: Anatomy, Pathology, Genetics and Welfare. *J Comp Pathol* 176, 109-115
- ELLISON G.W. (2004) Alapexy: An Alternative Technique for Repair of Stenotic Nares in Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 40(6), 484-489
- ERJAVEC V., NEMEC SVETE A. (2022) Brachycephalic Dogs with Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome Have Increased Variability in Red Blood Cell Size. In *Socratic Lectures 7*. Présenté à Socratic Lectures 7, Ljubljana, University of Ljubljana Press, p. 57-62.
- EVANS H.E., DE LAHUNTA A. (2013) Miller's anatomy of the dog, 4th edition. ed. St-Louis, Saunders Elsevier
- FASANELLA F.J., SHIVLEY J.M., WARDLAW J.L., GIVARUANGSAWAT S. (2010) Brachycephalic airway obstructive syndrome in dogs: 90 cases (1991–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 237(9), 1048-1051
- FAWCETT A., BARRS V., AWAD M., *et al.* (2019) Consequences and Management of Canine Brachycephaly in Veterinary Practice: Perspectives from Australian Veterinarians and Veterinary Specialists. *Animals* 9(1), 3
- FINDJI L., DUPRÉ G. (2009) Folded flap palatoplasty for treatment of elongated soft palates in 55 dogs. *European Journal of Companion Animal Practice* 19(2), 125-32
- GALLMAN J., LEE-FOWLER T., CLARK-PRICE S., GROBMAN M. (2023) Evaluation of infrared thermography and 6-minute walk tests to assess airflow limitation, impaired thermoregulation, and exercise intolerance in dogs with brachycephalic obstructive airway syndrome. *PLOS ONE* 18(3), e0283807
- GINN J.A., KUMAR M.S.A., MCKIERNAN B.C., POWERS B.E. (2008) Nasopharyngeal Turbinates in Brachycephalic Dogs and Cats. *Journal of the American Animal Hospital Association* 44(5), 243-249
- GOBBETTI M., ROMUSSI S., BURACCO P., *et al.* (2018) Long-term outcome of permanent tracheostomy in 15 dogs with severe laryngeal collapse secondary to brachycephalic airway obstructive syndrome. *Veterinary Surgery* 47(5), 648-653
- GRAND J.-G.R., BUREAU S. (2011) Structural characteristics of the soft palate and meatus nasopharyngeus in brachycephalic and non-brachycephalic dogs analysed by CT. *Journal of Small Animal Practice* 52(5), 232-239
- GRUENHEID M., AARNES T.K., MCLOUGHLIN M.A., *et al.* (2018) Risk of anesthesia-related complications in brachycephalic dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 253(3), 301-306

- HAIMEL G., DUPRÉ G. (2015) Brachycephalic airway syndrome: a comparative study between pugs and French bulldogs. *Journal of Small Animal Practice* 56(12), 714-719
- HALL E.J., CARTER A.J., O'NEILL D.G. (2020) Incidence and risk factors for heat-related illness (heatstroke) in UK dogs under primary veterinary care in 2016. *Sci Rep* 10(1), 9128
- HARA Y., TESHIMA K., YAMAYA Y. (2019) Arterial blood gas analysis in dogs with bronchomalacia. *PLOS ONE* 14(12), e0227194
- HARVEY C.E. (1983) Review of results of airway obstruction surgery in the dog. *Journal of Small Animal Practice* 24(9), 555-559
- HOAREAU G. I., JOURDAN G., MELLEMA M., VERWAERDE P. (2012) Evaluation of Arterial Blood Gases and Arterial Blood Pressures in Brachycephalic Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 26(4), 897-904
- HOAREAU G., MELLEMA M. (2015) Pro-coagulant thromboelastographic features in the bulldog. *Journal of Small Animal Practice* 56(2), 103-107
- HOFFMAN J.M., O'NEILL D.G., CREEVY K.E., AUSTAD S.N. (2018) Do Female Dogs Age Differently Than Male Dogs? *The Journals of Gerontology: Series A* 73(2), 150-156
- HUGHES J.R., KAYE B.M., BESWICK A.R., TER HAAR G. (2018) Complications following laryngeal sacculectomy in brachycephalic dogs. *Journal of Small Animal Practice* 59(1), 16-21
- INGMAN J., NÄSLUND V., HANSSON K. (2014) Comparison between tracheal ratio methods used by three observers at three occasions in English Bulldogs. *Acta Veterinaria Scandinavica* 56(1), 79
- JONES B.A., STANLEY B.J., NELSON N.C. (2020) The impact of tongue dimension on air volume in brachycephalic dogs. *Veterinary Surgery* 49(3), 512-520
- KOCH D.A., ARNOLD S., HUBLER M., MONTAVON P.M. (2003) Brachycephalic syndrome in dogs. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 25(1), 48-55
- LINDSAY B., COOK D., WETZEL J.-M., SIESS S., MOSES P. (2020) Brachycephalic airway syndrome: management of post-operative respiratory complications in 248 dogs. *Australian Veterinary Journal* 98(5), 173-180
- LIU N.-C., SARGAN D.R., ADAMS V.J., LADLOW J.F. (2015) Characterisation of Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome in French Bulldogs Using Whole-Body Barometric Plethysmography. *PLoS One* 10(6), e0130741
- LIU N.-C., ADAMS V., KALMAR L., LADLOW J. f., SARGAN D. r. (2016) Whole-Body Barometric Plethysmography Characterizes Upper Airway Obstruction in 3 Brachycephalic Breeds of Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 30(3), 853-865
- LIU N.-C., TROCONIS E.L., KALMAR L., *et al.* (2017a) Conformational risk factors of brachycephalic obstructive airway syndrome (BOAS) in pugs, French bulldogs, and bulldogs. *PLOS ONE* 12(8), e0181928
- LIU N.-C., OECHTERING G.U., ADAMS V.J., *et al.* (2017b) Outcomes and prognostic factors of surgical treatments for brachycephalic obstructive airway syndrome in 3 breeds. *Veterinary Surgery* 46(2), 271-280
- LIU N.-C., GENAIN M.-A., KALMAR L., SARGAN D.R., LADLOW J.F. (2019) Objective effectiveness of and indications for laser-assisted turbinectomy in brachycephalic obstructive airway syndrome. *Veterinary Surgery* 48(1), 79-87
- LODATO D.L., HEDLUND C.S. (2012a) Brachycephalic airway syndrome: pathophysiology and diagnosis. *Compend Contin Educ Vet* 34(7), E1-E5
- LODATO D.L., HEDLUND C.S. (2012b) Brachycephalic Airway Syndrome: Management. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian* 34(8), 7
- LORENZI D.D., BERTONCELLO D., DRIGO M. (2009) Bronchial abnormalities found in a consecutive series of 40 brachycephalic dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 235(7), 835-840
- LORINSON D., BRIGHT R.M., WHITE R. a. S. (1997) Brachycephalic airway obstruction syndrome - a review of 118 cases. *Canine Practice* 22(5-6), 18-21
- MACH R., WIEGEL P.S., BACH J.-P., *et al.* (2022) Evaluation of a Treadmill-Based Submaximal Fitness Test in Pugs, and Collecting Breed-Specific Information on Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome. *Animals* 12(12), 1585

- MACPHAIL C. (2014) Laryngeal Disease in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Canine and Feline Respiratory Medicine* 44(1), 19-31
- MELBOURNE BULLDOG CLINIC (2022) Laryngeal Collapse. [<https://melbournebulldogclinic.com.au/bulldog-health/laryngeal-collapse/>] (consulté le 22/11/2022).
- MEOLA S.D. (2013) Brachycephalic Airway Syndrome. *Topics in Companion Animal Medicine* 28(3), 91-96
- MICHELL A.R. (1999) Longevity of British breeds of dog and its relationships with-sex, size, cardiovascular variables and disease. *Veterinary Record* 145(22), 625-629
- MITZE S., BARRS V.R., BEATTY J.A., HOBI S., BĘCZKOWSKI P.M. (2022) Brachycephalic obstructive airway syndrome: much more than a surgical problem. *Veterinary Quarterly* 42(1), 213-223
- MORTIER J. (2020) Interprétation des radiographies thoraciques - Les poumons, Diaporama. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de Pathologie médicale et thérapeutique 1
- NEVES D., GERMAN A., MURTAGH K. (2017) Effect of brachycephalic conformation on haematocrit. In *BSAVA Congress Proceedings 2017*. pp 487-487
- OECHTERING T.H., OECHTERING G.U., NÖLLER C. (2007) Strukturelle Besonderheiten der Nase brachycephaler Hunderassen in der Computertomographie. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere* 35(03), 177-187
- OECHTERING G.U., POHL S., SCHLUETER C., *et al.* (2016a) A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 1. Evaluation of Anatomical Intranasal Airway Obstruction. *Veterinary Surgery* 45(2), 165-172
- OECHTERING G.U., POHL S., SCHLUETER C., SCHUENEMANN R. (2016b) A Novel Approach to Brachycephalic Syndrome. 2. Laser-Assisted Turbinectomy (LATE). *Veterinary Surgery* 45(2), 173-181
- PACKER R.M.A., HENDRICKS A., BURN C.C. (2015) Impact of facial conformation on canine health: corneal ulceration. *PLoS One* 10(5), e0123827
- PACKER R.M.A., O'NEILL D.G., FLETCHER F., FARNWORTH M.J. (2019) Great expectations, inconvenient truths, and the paradoxes of the dog-owner relationship for owners of brachycephalic dogs. *PloS One* 14(7), e0219918
- PACKER R.M., TIVERS M.S. (2015) Strategies for the management and prevention of conformation-related respiratory disorders in brachycephalic dogs. *Vet Med (Auckl)* 6, 219-232
- PANTI A., BENNETT R. c., CORLETTO F., *et al.* (2009) The effect of omeprazole on oesophageal pH in dogs during anaesthesia. *Journal of Small Animal Practice* 50(10), 540-544
- PILOT-STORCK F. (2022) Physiologie respiratoire. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'histologie et physiologie des appareils circulatoire, respiratoire et urinaire
- PINK J.J., DOYLE R.S., HUGHES J.M.L., TOBIN E., BELLENGER C.R. (2006) Laryngeal collapse in seven brachycephalic puppies. *J Small Anim Pract* 47(3), 131-135
- PLANELLAS M., CUENCA R., TABAR M.-D., *et al.* (2012) Evaluation of C-reactive protein, Haptoglobin and cardiac troponin 1 levels in brachycephalic dogs with upper airway obstructive syndrome. *BMC Veterinary Research* 8(1), 152
- POHL S., ROEDLER F.S., OECHTERING G.U. (2016) How does multilevel upper airway surgery influence the lives of dogs with severe brachycephaly? Results of a structured pre- and postoperative owner questionnaire. *Vet J* 210, 39-45
- PONCET C.M., DUPRE G.P., FREICHE V.G., *et al.* (2005) Prevalence of gastrointestinal tract lesions in 73 brachycephalic dogs with upper respiratory syndrome. *Journal of Small Animal Practice* 46(6), 273-279
- PONCET C.M., DUPRE G.P., FREICHE V.G., BOUVY B.M. (2006) Long-term results of upper respiratory syndrome surgery and gastrointestinal tract medical treatment in 51 brachycephalic dogs. *Journal of Small Animal Practice* 47(3), 137-142
- RANCAN L., ROMUSSI S., GARCIA P., *et al.* (2013) Assessment of circulating concentrations of proinflammatory and anti-inflammatory cytokines and nitric oxide in dogs with brachycephalic airway obstruction syndrome. *American Journal of Veterinary Research* 74(1), 155-160

- REGIER P.J., GROSSO F.V., STONE H.K., VAN SANTEN E. (2020) Radiographic tracheal dimensions in brachycephalic breeds before and after surgical treatment for brachycephalic airway syndrome. *Can Vet J* 61(9), 971-976
- RICART M.C., RODRÍGUEZ S.M., DURÉ R.M. (2020) Laryngeal stent for acute and chronic respiratory distress in seven dogs with laryngeal paralysis. *Open Vet J* 10(1), 4-10
- RIECKS T.W., BIRCHARD S.J., STEPHENS J.A. (2007) Surgical correction of brachycephalic syndrome in dogs: 62 cases (1991–2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 230(9), 1324-1328
- SADOWSKI H. (2021) Evolution de l'expression clinique du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales après prise en charge chirurgicale : étude prospective d'une cohorte de chiens brachycéphales opérés par rhinoplastie et palatoplastie à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort entre octobre 2018 et février 2021 : 24 cas. Thèse de Médecine vétérinaire.
- SCHUENEMANN R., POHL S., OECHTERING G.U. (2017) A novel approach to brachycephalic syndrome. 3. Isolated laser-assisted turbinectomy of caudal aberrant turbinates (CAT LATE). *Veterinary Surgery* 46(1), 32-38
- SEGEV G., AROCH I., SAVORAY M., KASS P.H., BRUCHIM Y. (2015) A novel severity scoring system for dogs with heatstroke. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 25(2), 240-247
- SHERMAN R., KARAGIANNIS M. (2017) Aspiration Pneumonia in the Dog: A Review. *Topics in Companion Animal Medicine* 32(1), 1-7
- SIEDENBURG J.S., DUPRÉ G. (2021) Tongue and Upper Airway Dimensions: A Comparative Study between Three Popular Brachycephalic Breeds. *Animals* 11(3), 662
- SOCIÉTÉ CENTRALE CANINE (2022) LOF 2021 : les races de chiens préférées des Français. [<https://www.centrale-canine.fr/actualites/lof-2021-les-races-de-chiens-preferees-des-francais>] (consulté le 22/06/2022).
- STIEGLITZ M., RIVIÈRE G. (2014) Etude comparative de deux techniques de resection du voile du palais: la coblation et la méthode chirurgicale classique. Thèse de Médecine vétérinaire.
- TORREZ C.V., HUNT G.B. (2006) Results of surgical correction of abnormalities associated with brachycephalic airway obstruction syndrome in dogs in Australia. *J Small Anim Pract* 47(3), 150-154
- TRAPPLER M., MOORE K. (2011) Canine brachycephalic airway syndrome: surgical management. *Compend Contin Educ Vet* 33(5), E1-E8
- TROSTEL C.T., FRANKEL D.J. (2010) Punch Resection Alaplasty Technique in Dogs and Cats With Stenotic Nares: 14 Cases. *Journal of the American Animal Hospital Association* 46(1), 5-11
- UDESHI A., CANTIE S.M., PIERRE E. (2010) Postobstructive pulmonary edema. *Journal of Critical Care* 25(3), 538.e1-538.e5
- UNITÉ PÉDAGOGIQUE D'ANATOMIE DE L'ENVA (2022) Anatomie de la tête et des membres.
- WHITE R.N. (2012) Surgical management of laryngeal collapse associated with brachycephalic airway obstruction syndrome in dogs. *Journal of Small Animal Practice* 53(1), 44-50
- WYKES P.M. (1991) Brachycephalic airway obstructive syndrome. *Problems in Veterinary Medicine* 3(2), 188-197
- YAMINI S.H., KAVITHA S., NAMBI A.P. (2016) Blood Gas Analysis and Management of Canine Brachycephalic Airway Syndrome (BAS) in Brachycephalic Dogs. *Intas Polivet* 17(2)

Annexe 1

Questionnaire aux propriétaires

Bonjour,

Je suis étudiante en dernière année à l'École nationale vétérinaire d'Alfort et j'étudie le syndrome des races brachycéphales dans le cadre de mon travail de thèse de doctorat. Celui-ci a pour objectif de déterminer les résultats postopératoires de la chirurgie des chiens de race brachycéphale afin d'établir un pronostic plus précis avant leur prise en charge.

Vous avez été contacté car votre compagnon répond ou répondait aux critères de cette étude. J'ai conscience de la difficulté émotionnelle de répondre à ces questions si votre animal nous a quitté. Cependant les réponses que vous donnerez sont essentielles à la suite de ce travail. Merci d'avance de pour votre implication.

Ce questionnaire est composé de dix questions prenant 5 minutes à compléter. Je vous remercie de prendre ces quelques minutes pour y répondre.

Merci pour votre participation qui permettra l'aboutissement de mon travail.

Camille COLSON, étudiante en dernière année à l'École nationale vétérinaire d'Alfort.

GÉNÉRALITÉS

Votre nom :

Nom de votre compagnon :

Race :

Date de la chirurgie :

1. Votre animal a-t-il ou avait-il d'autres maladies connues ?

- Non
- Oui

2'. Si oui lesquelles ? (Plusieurs réponses possibles)

- Cardiaque
- Épilepsie
- Autre : _____

2. Votre animal avait-il des traitements médicaux après sa chirurgie ? (la question porte sur les traitements à long terme pas sur la période postopératoire immédiate)

- Non
- Oui

2'. Si oui lesquelles ? (Plusieurs réponses possibles)

- Anti acides (oméprazole...)
- Corticoïdes (prednisolone...) ; si oui à quelle fréquence ?
- Autre : _____

3. Votre animal a-t-il été opéré plusieurs fois pour ses anomalies conformationnelles (narines, palais) ?

- Non
- Oui

3'. Si oui lesquelles et quand ? (Donner la ou les dates les plus précises possibles)

QUALITÉ DE VIE

Cette partie consiste à comparer certains aspects de la vie quotidienne de votre animal avant et après la chirurgie

4. En combien de temps avez-vous constaté une amélioration clinique de votre animal ?

- Jamais < 1 mois Entre 1 et 3 mois > 3 mois Ne sais pas

5. Présence de bruits respiratoires et ronflements :

• Avant la chirurgie

- Jamais Rarement (1 fois par mois) Souvent (1 fois par semaine)
 Quotidiennement Constamment

• Après la chirurgie

- Jamais Rarement (1 fois par mois) Souvent (1 fois par semaine)
 Quotidiennement Constamment

6. Tolérance à l'effort et niveau d'exercice (cochez la case correspondant)

| Tolérance à l'effort et niveau d'exercice | Avant la chirurgie | Après la chirurgie |
|--|--------------------|--------------------|
| Quelques courtes promenades par semaine (<10 minutes), restriction importante de l'exercice | | |
| Une marche courte (<10 minutes) tous les jours, limitation modérée de l'exercice | | |
| Marches longues (>10 minutes) une a plusieurs fois par semaine, et/ou courses sur courte distance (quelque mètres), faible restriction de l'exercice | | |
| Courses régulières, pas de restriction de l'exercice | | |

7. Tolérance à la chaleur (cochez la case correspondant)

| Tolérance à la chaleur | Avant la chirurgie | Après la chirurgie |
|--|--------------------|--------------------|
| Coups de chaleur fréquents (>3 fois par an) nécessitant une prise en charge médicale | | |
| Signes importants avec détresse, nécessitant une prise en charge médicale, coups de chaleur occasionnels (<3 fois par an) | | |
| Signes modérés, facilement identifiables (respiration rapide, bouche ouverte), d'apparition rare pour une stimulation modérée, coup de chaleur rare (< 1 fois par an). | | |
| Bonne tolérance aux températures modérées à soutenues, signes discrets à imperceptibles (augmentation de la fréquence respiratoire discrète, respiration bouche ouverte sur peu de temps), pas de mise en danger | | |

8. Tolérance à l'excitation (émotions fortes...) (cochez la case correspondant)

| Tolérance à l'émotion | Avant la chirurgie | Après la chirurgie |
|--|---------------------------|---------------------------|
| Crise nécessitant une prise en charge médicale | | |
| Signes importants avec détresse voire malaise | | |
| Signes modérés, facilement identifiables (respiration rapide, bouche ouverte, anxiété sur plusieurs minutes), d'apparition régulière pour une stimulation modérée) | | |
| Signes discrets à imperceptibles (augmentation de la fréquence respiratoire discrète, respiration bouche ouverte sur peu de temps), pas de mise en danger | | |

9. Signes digestifs (salivation excessive, régurgitations, vomissements) :

• Avant la chirurgie

- Jamais Rarement (1 fois par mois) Souvent (1 fois par semaine)
 Quotidiennement Constamment

• Après la chirurgie

- Jamais Rarement (1 fois par mois) Souvent (1 fois par semaine)
 Quotidiennement Constamment

FIN DU QUESTIONNAIRE

10. Votre animal est-il décédé ?

- Non
 Oui

10'. Si oui

- Date du décès (JJ/MM/AAAA, en cas d'approximation sur le jour mettre au premier du mois) : __/__/____
○ Cause du décès : _____

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ces questions.

Camille COLSON

Annexe 2

Grille d'évaluation du grade clinique en fonction des réponses au questionnaire

| Critère \ Grade | 1 | | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|---|--------------|--|--|-------------------------------------|
| | Bruits respiratoires | Jamais | < 1 par mois | 1 fois par semaine | Quotidiennement |
| Tolérance à l'effort | Pas de restriction | | >10 min une à plusieurs fois semaine | < 10 min tous les jours | < 10 min parfois |
| Tolérance à la chaleur | Bonne tolérance à températures modérées | | Signes modérés, rare coup de chaleur (<1/an) | Détresse marquée, coups de chaleurs occasionnels (<3/an) | Coups de chaleur fréquents (>3/an) |
| Tolérance à l'excitation | Signes discrets à imperceptibles | | Signes modérés | Signes importants | Crise avec prise en charge médicale |
| Signes digestifs | Jamais | < 1 par mois | 1 fois par semaine | Quotidiennement | Constamment |

En cas de persistance de traitement de traitement, le grade était adapté selon sa nature.

Un traitement régulier à base de corticoïdes augmentait d'un rang les grades respiratoire, tolérance à l'effort, tolérance à la chaleur et tolérance à l'excitation sauf si le patient était déjà en grade 4 auquel cas il le restait.

De même, un patient ayant des traitements à valence digestive type antiacides ou pansements gastro-intestinaux voyait son grade digestif augmenté d'un rang sauf s'il était en stade 4.

Annexe 3

Données permettant l'établissement de la courbe de survie ainsi que du modèle de régression multivarié de Cox

| N° idf | Collapsus | Date de naissance | Date chir | Sexe (stérilisé vs entier) | NEC (/9) | Race | Age au diagnostic collapsus (an) | Maladies concomitantes | Décès | Date du décès ou dernière nouvelle | Cause décès | Survie |
|--------|-----------|-------------------|------------|----------------------------|----------|---------------|----------------------------------|--------------------------------|-------|------------------------------------|--|--------|
| 1 | 0 | 12/01/2005 | 22/10/2007 | FE | 5 | Bouledogue fr | 2,8 | hernie discale | 1 | 07/07/2012 | Arrêt cardiaque | 1720 |
| 2 | 0 | 07/12/2006 | 15/02/2012 | MS | 7 | Bouledogue fr | 5,2 | Epilepsie (09/2012) | 1 | 01/01/2019 | Masse splénique | 2512 |
| 4 | 0 | 10/05/2009 | 30/03/2012 | ME | 5 | Bouledogue fr | 2,9 | | 1 | 01/05/2017 | Tumeurs pulmonaires | 1858 |
| 5 | 0 | 16/01/2006 | 25/09/2012 | ME | 6 | Spitz | 6,7 | Cardiaque | 0 | 23/10/2014 | | 758 |
| 6 | 0 | 25/06/2010 | 30/10/2012 | ME | 4 | Carlin | 2,4 | Myélopathie chronique st 2 à 3 | 0 | 08/04/2019 | | 2351 |
| 7 | 0 | 20/10/2005 | 27/12/2012 | FE | 4 | Bouledogue fr | 7,2 | | 1 | 07/10/2013 | eutha pyomètre | 284 |
| 8 | 0 | 20/10/2010 | 03/04/2013 | ME | 5 | Bulldog ang | 2,5 | | 1 | 06/04/2013 | Arrêt cardio-respi sur détresse à J+2 chir | 3 |
| 9 | 0 | 26/03/2003 | 03/04/2013 | ME | 8 | Bouledogue fr | 10,0 | Epilepsie | 1 | 10/05/2015 | Crise convulsive | 767 |
| 10 | 0 | 15/12/2009 | 05/04/2013 | ME | 5 | Bouledogue fr | 3,3 | | 0 | 05/05/2013 | | 30 |
| 11 | 0 | 29/11/2011 | 05/04/2013 | ME | 4 | Bouledogue fr | 1,4 | | 0 | 05/05/2013 | | 30 |
| 12 | 0 | 29/11/2011 | 08/04/2013 | ME | 5 | Bouledogue fr | 1,4 | | 0 | 08/05/2013 | | 30 |
| 13 | 0 | 29/11/2011 | 08/04/2013 | FE | 5 | Bouledogue fr | 1,4 | | 0 | 08/05/2013 | | 30 |
| 14 | 0 | 23/01/2009 | 09/04/2013 | ME | 7 | Bouledogue fr | 4,2 | | 1 | 01/01/2020 | Tumeur gorge | 2458 |
| 15 | 0 | 11/10/2008 | 27/05/2013 | ME | 6 | Bouledogue fr | 4,6 | Cardiaque | 0 | 15/06/2013 | | 19 |
| 16 | 0 | 17/09/2009 | 05/06/2013 | ME | 4 | Bouledogue fr | 3,7 | Epilepsie | 1 | 23/03/2023 | Eutha SORB | 3578 |

| N° idf | Collapsus | Date de naissance | Date chir | Sexe (stérilisé vs entier) | NEC (/9) | Race | Age au diagnostic collapsus (an) | Maladies concomitantes | Décès | Date du décès ou dernière nouvelle | Cause décès | Survie |
|--------|-----------|-------------------|------------|----------------------------|----------|----------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------|------------------------------------|--------------------|--------|
| 17 | 0 | 05/02/2011 | 06/06/2013 | ME | 8 | Bulldog ang | 2,3 | DAC | 1 | 01/06/2021 | Paralysie | 2917 |
| 18 | 0 | 21/01/2012 | 02/12/2013 | ME | 4 | Bouledogue fr | 1,9 | | 0 | 28/05/2014 | | 177 |
| 19 | 0 | 01/05/2013 | 17/12/2013 | ME | 6 | bulldog ang | 0,6 | | 1 | 01/12/2019 | Arrêt cardio-respi | 2175 |
| 20 | 0 | 01/07/2012 | 18/02/2014 | ME | 5 | Bouledogue fr | 1,6 | | 0 | 25/06/2014 | | 127 |
| 21 | 0 | 01/07/2010 | 16/04/2014 | ME | 6 | Bouledogue fr | 3,8 | | 0 | 20/10/2014 | | 187 |
| 22 | 0 | 25/06/2009 | 30/04/2014 | ME | 7 | Bulldog ang | 4,8 | Epilepsie, DAC | 1 | 01/11/2019 | AVC | 2011 |
| 23 | 0 | 12/07/2013 | 16/06/2014 | ME | 4 | Bouledogue fr | 0,9 | | 0 | 16/12/2014 | | 183 |
| 25 | 0 | 18/11/2010 | 22/09/2015 | ME | 5 | Bouledogue fr | 4,8 | DAC | 1 | 01/01/2022 | Crise convulsive | 2293 |
| 26 | 0 | 31/10/2014 | 07/02/2017 | ME | 5 | Bouledogue fr | 2,3 | Hernie discale | 0 | 05/06/2023 | | 2309 |
| 27 | 0 | 01/06/2012 | 27/03/2017 | ME | 7 | Bulldog ang | 4,8 | DAC | 1 | 22/12/2020 | Arrêt cardio-respi | 1366 |
| 28 | 0 | 20/03/2013 | 09/04/2018 | ME | 5 | Carlin | 5,1 | | 0 | 05/06/2023 | | 1883 |
| 29 | 0 | 15/07/2014 | 20/11/2018 | ME | 6 | Carlin | 4,4 | | 0 | 05/06/2023 | | 1658 |
| 30 | 0 | 15/11/2013 | 11/12/2018 | ME | 7 | Carlin | 5,1 | Cardiaque, histiocytome 7/2/19 | 0 | 05/06/2023 | | 1637 |
| 31 | 0 | 25/04/2017 | 02/03/2019 | ME | 5 | Bouledogue fr | 1,9 | Hernie discale | 0 | 05/06/2023 | | 1556 |
| 33 | 0 | 08/02/2015 | 22/07/2019 | FE | 4 | Bouledogue fr | 4,5 | Hernie discale | 0 | 05/06/2023 | | 1414 |
| 34 | 0 | 29/07/2019 | 10/11/2020 | ME | 5 | Boston terrier | 1,3 | | 0 | 05/06/2023 | | 937 |
| 36 | 0 | 26/05/2019 | 08/02/2021 | MS | 4 | Bouledogue fr | 1,7 | Hernie discale, DAC | 0 | 05/06/2023 | | 847 |
| 37 | 0 | 01/10/2014 | 14/04/2021 | FE | 7 | Carlin | 6,5 | | 0 | 05/06/2023 | | 782 |
| 38 | 0 | 05/04/2019 | 26/04/2021 | ME | 5 | Spitz | 2,1 | | 0 | 05/06/2023 | | 770 |
| 39 | 0 | 05/11/2017 | 17/05/2021 | ME | 6 | Bulldog am | 3,5 | | 0 | 05/06/2023 | | 749 |
| 40 | 0 | 21/12/2018 | 21/06/2021 | FS | 5 | Bouledogue fr | 2,5 | | 0 | 05/06/2023 | | 714 |
| 41 | 0 | 05/01/2021 | 23/09/2021 | FE | 4 | Bouledogue fr | 0,7 | | 0 | 05/06/2023 | | 620 |
| 42 | 0 | 05/08/2014 | 24/11/2021 | FS | 5 | Bouledogue fr | 7,3 | Hernie discale | 0 | 05/06/2023 | | 558 |
| 43 | 0 | 10/04/2019 | 23/02/2022 | FE | 7 | Bulldog ang | 2,9 | | 0 | 05/06/2023 | | 467 |
| 44 | 0 | 04/11/2020 | 02/03/2022 | FS | 6 | Carlin | 1,3 | Epiglottopexie incisionnelle 30/05/22 | 0 | 30/05/2022 | | 89 |
| 45 | 0 | 01/10/2017 | 15/03/2022 | ME | 5 | Bouledogue fr | 4,5 | DAC | 0 | 05/06/2023 | | 447 |

| N° idf | Collapsus | Date de naissance | Date chir | Sexe (stérilisé vs entier) | NEC (/9) | Race | Age au diagnostic collapsus (an) | Maladies concomitantes | Décès | Date du décès ou dernière nouvelle | Cause décès | Survie |
|--------|-----------|-------------------|------------|----------------------------|----------|----------------|----------------------------------|--|-------|------------------------------------|------------------------------|--------|
| 46 | 0 | 17/08/2017 | 19/02/2019 | ME | 7 | Bulldog ang | 1,5 | | 0 | 05/06/2023 | | 1567 |
| 47 | 0 | 14/01/2018 | 09/03/2021 | ME | 5 | Bouledogue fr | 3,2 | | 0 | 05/06/2023 | | 818 |
| 48 | 1 | 25/05/2011 | 16/01/2020 | FS | 6 | Carlin | 8,7 | mastocytome abdominal (exérèse 05/20) ; mastocytome queue 29/07/22 | 0 | 29/07/2022 | | 925 |
| 49 | 1 | 16/04/2007 | 11/05/2010 | MS | 5 | Bouledogue fr | 3,1 | | 1 | 01/01/2013 | Arrêt cardiaque à l'exercice | 966 |
| 50 | 1 | 07/10/2010 | 28/10/2011 | ME | 4 | Bouledogue fr | 1,1 | | 0 | 12/11/2011 | | 15 |
| 51 | 1 | 13/06/2011 | 01/10/2012 | FE | 5 | Bouledogue fr | 1,3 | | 0 | 21/12/2013 | | 446 |
| 53 | 1 | 27/04/2006 | 15/04/2013 | ME | 4 | Bouledogue fr | 7,0 | | 0 | 30/04/2013 | | 15 |
| 54 | 1 | 19/01/2009 | 22/04/2013 | FS | 5 | Bouledogue fr | 4,3 | | 0 | 10/06/2013 | | 49 |
| 55 | 1 | 05/02/2011 | 13/05/2013 | ME | 6 | Carlin | 2,3 | DAC | 1 | 01/01/2019 | Eutha sur HD | 2059 |
| 56 | 1 | 01/03/2011 | 27/05/2013 | ME | 5 | Bouledogue fr | 2,2 | Epilepsie | 1 | 01/07/2017 | Tumeur | 1496 |
| 57 | 1 | 29/11/2008 | 25/06/2013 | ME | 4 | Carlin | 4,6 | | 0 | 07/05/2018 | | 1777 |
| 58 | 1 | 14/12/2010 | 10/07/2013 | ME | 5 | Bouledogue fr | 2,6 | | 0 | 24/10/2013 | | 106 |
| 59 | 1 | 05/12/2009 | 16/07/2013 | ME | 4 | Carlin | 3,6 | | 0 | 30/09/2015 | | 806 |
| 60 | 1 | 04/07/2012 | 21/01/2014 | ME | 6 | Bouledogue fr | 1,6 | | 0 | 05/06/2023 | | 3422 |
| 61 | 1 | 16/11/2012 | 19/03/2014 | ME | 4 | Bouledogue fr | 1,3 | | 1 | 01/06/2016 | SORB (anesthésie) | 805 |
| 62 | 1 | 17/12/2012 | 29/04/2014 | ME | 5 | Bouledogue fr | 1,4 | | 0 | 05/06/2023 | | 3324 |
| 63 | 1 | 26/09/2008 | 20/06/2014 | FE | 4 | Bouledogue fr | 5,7 | | 0 | 20/01/2016 | | 579 |
| 64 | 1 | 17/02/2012 | 03/03/2015 | FE | 5 | Bouledogue fr | 3,0 | | 1 | 01/07/2022 | Coup de chaleur | 2677 |
| 65 | 1 | 05/05/2011 | 12/09/2016 | ME | 5 | Carlin | 5,4 | | 0 | 05/06/2023 | | 2457 |
| 66 | 1 | 24/03/2011 | 25/10/2016 | ME | 6 | Carlin | 5,6 | | 0 | 04/04/2017 | | 161 |
| 67 | 1 | 05/10/2015 | 20/12/2016 | ME | 5 | Bouledogue fr | 1,2 | | 0 | 04/02/2021 | | 1507 |
| 68 | 1 | 05/02/2015 | 23/09/2019 | ME | 5 | Bouledogue fr | 4,6 | Cardiaque | 1 | 16/12/2019 | CC sur tumeur cérébrale | 84 |
| 69 | 1 | 27/12/2012 | 21/01/2021 | FS | 5 | York | 8,1 | | 0 | 26/01/2022 | | 370 |
| 70 | 1 | 16/11/2019 | 14/06/2021 | ME | 6 | American bully | 1,6 | DAC | 0 | 05/06/2023 | | 721 |
| 71 | 1 | 06/01/2011 | 24/06/2021 | ME | 5 | Bouledogue fr | 10,5 | | 0 | 05/06/2023 | | 711 |

INFLUENCE DU GRADE DE COLLAPSUS LARYNGÉ SUR LE PRONOSTIC POSTOPÉRATOIRE DU SYNDROME OBSTRUCTIF RESPIRATOIRE DES RACES BRACHYCÉPHALES : UNE ÉTUDE RÉTROSPECTIVE ET PROSPECTIVE DES CAS OPÉRÉS À L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT ENTRE 2007 ET 2023 : 71 CAS

AUTEUR : Camille COLSON

RÉSUMÉ :

Cette étude clinique rétrospective et prospective menée sur 71 chiens atteints du syndrome obstructif respiratoire des races brachycéphales (SORB) s'est intéressée à l'influence du grade de collapsus laryngé sur le pronostic postopératoire. Un questionnaire à destination des propriétaires a permis l'établissement de scores cliniques pré- et postopératoires selon le grade de collapsus laryngé. Nous avons ainsi évalué l'atteinte clinique initiale et la réponse à la chirurgie. Dans un second temps, la survie après chirurgie et les causes de décès ont été étudiées afin de statuer sur l'influence du grade de collapsus laryngé. Ce travail a permis d'établir que les individus atteints de collapsus laryngé de grade III étaient cliniquement plus handicapés que ceux avec collapsus laryngé de grade II ($p < 0,05$ pour l'atteinte respiratoire, l'intolérance à l'effort, à l'excitation et à la chaleur). Ceci n'a en revanche pas été démontré pour les symptômes digestifs. Notre étude laisse entendre que le score clinique est constamment amélioré par le geste chirurgical, et de manière égale entre les grades II et grades III. Ce qui signifie que le score clinique d'un grade III après chirurgie resterait sensiblement moins bon que pour un grade II. L'intérêt de la prise en charge chirurgicale est donc absolument démontré car celle-ci permet une amélioration clinique importante en réduisant les formes graves du SORB et l'obtention d'une durée de vie non significativement différente des populations atteintes de collapsus laryngé de grade II ($p > 0,05$). Notre étude ne permet pas de conclure quant à l'influence du grade de collapsus laryngé sur les causes de décès (trop faible nombre de cas décédés).

MOTS CLÉS :

SYNDROME RESPIRATOIRE OBSTRUCTIF / COLLAPSUS LARYNGÉ / RACE BRACHYCÉPHALE / ENDOSCOPIE / PALATOPLASTIE / RHINOPLASTIE / PRONOSTIC POSTOPÉRATOIRE / CHUVA / CHIEN

JURY :

Présidente : Pr Fanny PILOT-STORCK
Directrice de thèse : Dr Morgane CANONNE-GUIBERT
Examineur : Pr Mathieu MANASSERO

INFLUENCE OF LARYNGEAL COLLAPSE GRADE ON THE POSTOPERATIVE PROGNOSIS OF BRACHYCEPHALIC AIRWAY OBSTRUCTIVE SYNDROME: A RETROSPECTIVE AND PROSPECTIVE STUDY OF CASES OPERATED AT THE NATIONAL VETERINARY SCHOOL OF ALFORT BETWEEN 2007 AND 2023: 71 CASES

AUTHOR: Camille COLSON

SUMMARY:

This retrospective and prospective clinical study conducted on 71 dogs affected by Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome (BOAS) focused on the influence of the grade of laryngeal collapse on postoperative prognosis. A questionnaire aimed at owners facilitated the establishment of pre- and postoperative clinical scores based on the grade of laryngeal collapse. We evaluated the initial clinical condition and the response to surgery. Subsequently, survival after surgery and causes of death were analyzed to determine the impact of the grade of laryngeal collapse. This work established that individuals with grade III laryngeal collapse were clinically more impaired than those with grade II collapse ($p < 0.05$ for respiratory impairment, exercise intolerance, excitement intolerance, and heat intolerance). However, this was not demonstrated for digestive symptoms. Our study suggests that the clinical score consistently improves after surgical intervention, equally between grade II and grade III. This implies that the clinical score for grade III after surgery would remain substantially poorer than that for grade II. The benefit of surgical intervention is therefore absolutely demonstrated, as it allows for significant clinical improvement by reducing severe forms of SORB (Severe Obstructive Respiratory Syndrome) and achieving a lifespan not significantly different from populations affected by grade II laryngeal collapse. ($p > 0.05$). Our study does not allow us to conclude regarding the influence of the grade of laryngeal collapse on causes of death (due to a low number of deceased cases).

KEYWORDS:

OBSTRUCTIVE RESPIRATORY SYNDROME / LARYNGEAL COLLAPSE / BRACHYCEPHALIC BREED / ENDOSCOPY / PALATOPLASTY / RHINOPLASTY / POSTOPERATIVE PROGNOSIS / CHUVA

JURY:

Chairperson: Pr Fanny PILOT-STORCK

Thesis Director: Dr Morgane CANONNE-GUIBERT

Reviewer: Pr Mathieu MANASSERO