



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>  
Eprints ID : 16488

**To cite this version :**

De Oliveira, Lucie and Suft, Gabrielle. *Étude volumique de la cavité tympanique des chiens brachycéphales et mésocéphales à l'aide d'images tomодensitométriques*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2016, 82 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@inp-toulouse.fr).

# ETUDE VOLUMIQUE DE LA CAVITÉ TYMPANIQUE DES CHIENS BRACHYCÉPHALES ET MÉSOCÉPHALES À L'AIDE D'IMAGES TOMODENSITOMÉTRIQUES

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**DE OLIVEIRA Lucie**

Née, le 09 juillet 1990 à Compiègne (60)

ET

**SUFT Gabrielle**

Née, le 31 janvier à 1991 Orthez (64)

---

**Directeur de thèse : Mme Patricia MEYNAUD**

---

## JURY

PRESIDENT :  
**Mme Isabelle BERRY**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**Mme Patricia MEYNAUD**  
**M. Giovanni MOGICATO**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



*Répartition des Enseignants-Chercheurs par Département.*

Mise à jour : 06/09/2016

**DIRECTRICE : ISABELLE CHMITELIN**

ELEVAGE ET PRODUITS/SANTÉ PUBLIQUE VÉTÉRINAIRE	SCIENCES BIOLOGIQUES ET FONCTIONNELLES	SCIENCES CLINIQUES DES ANIMAUX DE COMPAGNIE, DE SPORT ET DE LOISIRS
<p><b>Responsable : M. SANS</b></p> <p><u>ALIMENTATION ANIMALE :</u> M. ENJALBERT Francis, PR Mme PRIYENKO Nathalie, MC Mme MEYNADIER Annabelle, MC</p> <p><u>ÉPIDÉMIOLOGIE :</u> Mathilde PAUL, MC</p> <p><u>MALADIES RÉGLEMENTÉES-ZOONOSES- MÉDECINE PREVENTIVE DES CARNIVORES DOMESTIQUES-DROIT VÉTÉRINAIRE :</u> M. PICAUVET Dominique, PR</p> <p><u>PARASITOLOGIE-ZOOLOGIE :</u> M. FRANC Michel, PR M. JACQUIET Philippe, PR M. LIENARD Emmanuel, MC Mme BOUHSIRA Emilie, MC</p> <p><u>HYGIÈNE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS :</u> M. BRUGÈRE Hubert, PR M. BAILLY Jean-Denis, PR Mme BIBBAL Delphine, MC Mme COSTES Laura, AERC Mme DAVID Laure, MCC</p> <p><u>PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION :</u> M. BERTHELOT Xavier, PR M. BERGONIER Dominique, MC Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, PR Mme HAGEN-PICARD Nicole, PR M. NOUVEL Laurent-Xavier, MC Mme MILA Hanna, MC</p> <p><u>PATHOLOGIE DES RUMINANTS :</u> M. SCHELCHER François, PR M. FOUCRAS Gilles, PR M. CORBIÈRE Fabien, MC M. MAILLARD Renaud, MC M. MEYER Gilles, PR</p> <p><u>PRODUCTION ET PATHOLOGIE AVIAIRE ET PORCINE :</u> Mme WARET-SZKUTA Agnès, MC M. JOUGLAR Jean-Yves, MC M. GUERIN Jean-Luc, PR M. LE LOC'H Guillaume, MC</p> <p><u>PRODUCTIONS ANIMALES AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ÉCONOMIE :</u> M. DUCOS Alain, PR M. SANS Pierre, PR M. RABOISSON Didier, MC</p>	<p><b>Responsable : Mme GAYRARD</b></p> <p><u>ANATOMIE :</u> M. MOGICATO Giovanni, MC M. LIGNÈREUX Yves, PR Mme DEVIERS Alexandra, MC</p> <p><u>ANATOMIE PATHOLOGIQUE - HISTOLOGIE :</u> M. DELVERDIER Maxence, PR Mme LETRON-RAYMOND Isabelle, MC Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, PR Mme LACROUX Caroline, PR</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE :</u> Mme BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle, MC</p> <p><u>MICROBIOLOGIE – IMMUNOLOGIE - MALADIES INFECTIEUSES :</u> M. MILON Alain, PR M. BERTAGNOLI Stéphane, PR M. VOLMER Romain, MC Mme BOULLIER Séverine, MC Mme DANIELS Hélène, MC</p> <p><u>BIOSTATISTIQUES :</u> M. CONCORDET Didier, PR M. LYAZRHI Faouzi, MC</p> <p><u>PHARMACIE-TOXICOLOGIE :</u> M. PETIT Claude, PR Mme CLAUW Martine, PR M. GUERRE Philippe, PR M. JAEG Philippe, MC</p> <p><u>PHYSIOLOGIE –PHARMACOLOGIE THÉRAPEUTIQUE :</u> M. BOUSQUET-MELOU Alain, PR Mme GAYRARD-TROY Véronique, PR Mme FERRAN Aude, MC M. LEFEBVRE Hervé, PR</p> <p><u>BIOCHIMIE :</u> Mme BENNIS-BRET Lydie, MC</p> <p><u>ANGLAIS :</u> M. SEVERAC Benoît, PLPA Mme MICHAUD Françoise, PCEA</p>	<p><b>Responsable : Mme CADIERGUES</b></p> <p><u>ANESTHÉSIOLOGIE</u> M. VERWAERDE Patrick, MC</p> <p><u>CHIRURGIE :</u> M. AUTEFAGE André, PR M. ASIMUS Erik, MC M. MATHON Didier, MC Mme MEYNAUD-COLLARD Patricia, MC Mme PALIERNE Sophie, MC</p> <p><u>MÉDECINE INTERNE :</u> Mme DIQUELOU Armelle, MC M. DOSSIN Olivier, MC Mme LAVOUE Rachel, MC Mme GAILLARD-THOMAS Elodie, MCC</p> <p><u>OPHTALMOLOGIE :</u> M. DOUET Jean-Yves, MC</p> <p><u>DERMATOLOGIE :</u> Mme CADIERGUES Marie-Christine, PR</p> <p><u>IMAGERIE MÉDICALE</u> M. CONCHOU Fabrice, MC</p> <p><u>BIOLOGIE MOLECULAIRE :</u> Mme TRUMEL Catherine, PR</p> <p><u>PATHOLOGIE DES ÉQUIDES :</u> M. CUEVAS RAMOS Gabriel, MC Mme PRADIER Sophie, MC Mme LALLEMAND Elodie, AERC</p>



# REMERCIEMENTS

A notre présidente de thèse,

**A Madame le Professeur Isabelle BERRY**

Professeur des Universités

Université de Paul-Sabatier de Toulouse

Praticien hospitalier

Biophysique

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse, qu'elle reçoive ici nos hommages respectueux.

A notre jury de thèse,

**A Madame le Docteur Patricia MEYNAUD-COLLARD**

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie chirurgicale

Qui nous a fait l'honneur de nous confier ce travail et de nous guider dans sa réalisation, pour sa patience et sa disponibilité, qu'elle en soit ici remerciée.

**Monsieur le Docteur Giovanni MOGICATO**

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie-Imagerie médicale

Qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de thèse, qu'il reçoive ici nos plus sincères remerciements et toute notre reconnaissance.



# TABLES DES MATIERES

TABLES DES FIGURES.....	9
TABLES DES ANNEXES .....	11
INTRODUCTION.....	13

<b>PREMIERE PARTIE : PRINCIPES PHYSIQUES DE LA TOMODENSITOMETRIE ET REALISATION PRATIQUE D'UN EXAMEN SCANNER .....</b>	<b>15</b>
1. Principes de base de la tomodensitométrie .....	15
2. Fonctionnement du scanner .....	18
2.1. L'appareil et ses réglages .....	18
2.2. Les éléments de la chaîne scanographique .....	19
2.3. Déroulement d'un examen tomodensitométrique .....	20

<b>DEUXIEME PARTIE : RAPPELS ANATOMIQUES DE LA STRUCTURE DE L'OREILLE DU CHIEN .....</b>	<b>21</b>
1. Organisation générale de l'oreille du chien .....	21
1.1. L'oreille externe .....	21
1.2. L'oreille moyenne .....	22
1.3. L'oreille interne .....	22
1.4. Structures voisines de l'oreille .....	23
1.4.1. Les structures nerveuses .....	24
1.4.2. Les autres structures .....	24
2. Structures osseuses et anatomiques de l'oreille moyenne .....	24
2.1. L'os temporal, support osseux de l'oreille moyenne .....	24
2.1.1. Partie écailleuse .....	26
2.1.2. Partie pétreuse .....	27
2.1.3. Partie tympanique .....	27
2.2. Structures anatomiques de l'oreille moyenne .....	28
2.2.1. La membrane tympanique .....	28
2.2.2. La cavité tympanique .....	29
2.2.3. La chaîne des osselets .....	30
2.2.4. La trompe auditive .....	31
3. L'examen tomodensitométrique : un moyen efficace d'analyse de l'oreille moyenne	31

<b>TROISIEME PARTIE : MESURES DES CAVITES TYMPANIQUES .....</b>	<b>35</b>
1. Matériels et méthodes .....	35
1.1. Objectif de l'étude .....	35
1.2. Population.....	35
1.2.1. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	35
1.2.2. Répartition des chiens .....	35
1.3. Réalisation de l'examen tomodensitométrique .....	36
1.3.1. Protocole de l'examen tomodensitométrique.....	36
1.3.2. Acquisition des images .....	36
1.4. Traitement des images par le logiciel ImageJ ® .....	36

1.4.1.	Présentation générale du logiciel .....	36
1.4.2.	Echelle de codage des nuances de gris .....	37
1.5.	Mesure du volume de la cavité tympanique .....	37
1.5.1.	Etude préliminaire sur quatre chiens .....	38
1.5.1.1.	Mise en place de l'échelle .....	38
1.5.1.2.	Réalisation des mesures des aires .....	39
1.5.1.3.	Choix des nuances de gris à inclure .....	40
1.5.1.4.	Méthode de calcul du volume de la cavité tympanique .....	42
1.5.2.	Etude principale : Réalisation des mesures après traitement de l'image ...	43
1.6.	Mesure de la longueur de la cavité tympanique .....	45
1.7.	Analyse statistique .....	45
1.7.1.	Outils statistiques .....	45
1.7.2.	Tests statistiques .....	45
2.	Résultats .....	46
2.2.	Volumes et longueurs des cavités tympaniques .....	48
2.3.	Influence de l'anatomie des oreilles sur le volume et la longueur .....	51
2.3.1.	Influence de la latéralisation de l'oreille chez le chien .....	51
2.3.2.	Influence des otites externes ou des otolithes chez le chien .....	51
2.3.3.	Bilan .....	51
2.4.	Influence du poids sur le volume et la longueur des cavités tympaniques .....	51
2.4.1.	Corrélation linéaire entre poids, volume et longueur de la cavité tympanique .....	51
2.4.2.	Influence du format de l'animal sur la taille de la cavité tympanique .....	54
2.4.2.1.	Chez les chiens mésocéphales .....	54
2.4.2.2.	Chez les chiens brachycéphales .....	55
2.5.	Influence des paramètres épidémiologiques .....	56
2.5.1.	Influence du sexe de l'animal .....	57
2.5.1.1.	Chez les chiens mésocéphales .....	57
2.5.1.2.	Chiens brachycéphales .....	59
2.5.2.	Influence de l'âge .....	59
2.5.3.	Influence de la race .....	59
2.6.	Comparaison chiens mésocéphales/chiens brachycéphales .....	60
3.	Discussion .....	61
	CONCLUSION .....	65
	BIBLIOGRAPHIE .....	69
	ANNEXES .....	71

## TABLES DES FIGURES

Figure 1 : Principes de fonctionnement de la tomодensitométrie .....	15
Figure 2 : Mouvements source- détecteur autour du patient [16] .....	16
Figure 3 : Echelle de Hounsfield [12] [21].....	17
Figure 4 : Visualisation et notion de fenêtres et de niveaux [12] [21] .....	18
Figure 5 : Schéma d'une section transversale passant par l'oreille moyenne, l'oreille interne et le méat acoustique externe [13].....	22
Figure 6 : Schéma d'une coupe transversale de tête de chien montrant les principales structures périphériques à l'oreille moyenne [18] [26].....	23
Figure 7 : Ostéologie du crâne d'un chien, vues latérale et ventrale (la mandibule a été retirée) [15] .....	25
Figure 8 : Os temporal gauche de chien [1] [15].....	26
Figure 9 : Schéma en vue otoscopique de la membrane tympanique gauche de chien [18] ....	28
Figure 10 : Schéma des trois parties de l'oreille moyenne d'un chien, <i>d'après la figure 5</i> .....	29
Figure 11 : Schéma des articulations et des muscles des osselets de l'oreille gauche d'un chien, en vue caudale [1] .....	30
Figure 12 : Variations morphologiques physiologiques des cavités tympaniques chez le chien en coupe transversale .....	32
Figure 13 : Image tomодensitométrique normale des cavités tympaniques chez un chien en fenêtre osseuse en coupe transversale passant par les bulles tympaniques, l'oreille interne et le conduit auditif. ....	33
Figure 14 : Fenêtre principale du logiciel ImageJ ®.....	37
Figure 15 : Echelle de codage des nuances de gris en 8 bits.....	37
Figure 16 : Définition de l'échelle sur le logiciel ImageJ ® .....	38
Figure 17 : Sélection du périmètre interne d'une bulle tympanique à l'aide de l'outil « Polygon selections » sur ImageJ®.....	39
Figure 18 : Affichage de l'aire sur ImageJ®.....	39
Figure 19 : Mesures pour une image .....	40
Figure 20 : Transformation des images après sélection de 3 nuances de gris différentes.....	41
Figure 21 : Transformation de l'image sur ImageJ® .....	43
Figure 22 : Mesure de l'aire d'une cavité tympanique droite de chien par l'outil « wand » sur ImageJ ® .....	44
Figure 23 : Délimitation de la membrane tympanique sur une oreille saine.....	44
Figure 24 : Délimitation de la membrane tympanique en présence d'une otite externe .....	45
Figure 25 : Répartition des chiens mésocéphales et brachycéphales en fonction de leur âge .	47
Figure 26 : Répartition des chiens mésocéphales et brachycéphales en fonction de leur format .....	47
Figure 27 : Répartition des chiens mésocéphales par race .....	48
Figure 28 : Volume moyen des cavités tympaniques en fonction du poids chez les chiens mésocéphales et brachycéphales .....	52
Figure 29 : Longueur moyenne des cavités tympaniques en fonction du poids chez les chiens mésocéphales et brachycéphales .....	53
Figure 30 : Influence du format des chiens sur le volume moyen et la longueur moyenne de la cavité tympanique des chiens mésocéphales.....	54

Figure 31 : Influence du format des chiens sur le volume moyen et la longueur moyenne de la cavité tympanique des chiens brachycéphales .....	56
Figure 32 : Volumes moyens de la cavité tympanique des chiens mésocéphales en fonction du sexe.....	57
Figure 33 : Longueurs moyennes de la cavité tympanique des chiens mésocéphales en fonction du sexe.....	58
Figure 34 : Répartition des femelles et des mâles chez les chiens mésocéphales en fonction du format .....	58
Figure 35 : Comparaison des volumes moyens des cavités tympaniques des chiens brachycéphales et mésocéphales en fonction de la gamme de poids .....	60

Tableau 1 : Aires totales obtenues pour les 4 premiers chiens par les deux opérateurs à l’œil nu et après transformation .....	42
Tableau 2 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction du gabarit des chiens ..	49
Tableau 3 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction du sexe des chiens .....	49
Tableau 4 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction de l’âge des chiens .....	49
Tableau 5 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction de la race des chiens ...	50
Tableau 6 : Influence du format sur les dimensions de la cavité tympanique chez les chiens mésocéphales.....	55
Tableau 7 : Influence du format sur les dimensions de la cavité tympanique chez les chiens mésocéphales.....	55
Tableau 8 : Influence du sexe sur les dimensions de la cavité tympanique chez les chiens mésocéphales par format .....	59
Tableau 9 : Comparaison des volumes et des longueurs de la cavité tympanique entre chiens mésocéphales et brachycéphales par gamme de poids .....	60

## **TABLES DES ANNEXES**

Annexe 1 : Liste des chiens mésocéphales.....	71
Annexe 2 : Liste des chiens brachycéphales .....	75
Annexe 3 : Résultats individuels des chiens mésocéphales .....	76
Annexe 5 : Résultats individuels des chiens brachycéphales.....	80
Annexe 5 : Résultats des 5 mesures d'aire (mm <sup>2</sup> ) réalisées sur les 4 premiers chiens par les opérateurs 1 et 2 .....	81



# INTRODUCTION

L'atteinte de l'oreille est un motif de consultation fréquent en clientèle canine. Chacune des trois parties qui la composent (l'oreille externe, moyenne et interne) peut être affectée par des processus pathologiques tels que des otites, des processus tumoraux ou des polypes. L'implication de l'oreille moyenne, par sa difficulté d'accès, est très fréquemment source de complications cliniques et d'échecs thérapeutiques. De par sa complexité anatomique, lors de suspicion d'atteinte de l'oreille moyenne, les moyens diagnostiques et thérapeutiques mis en place passent souvent par l'imagerie médicale et la chirurgie. Dans ce cadre, l'examen tomodensitométrique s'impose comme l'examen complémentaire de choix pour explorer les affections de l'oreille moyenne mais aussi pour mieux en appréhender l'anatomie.

En effet, la grande diversité raciale et morphologique des chiens induit une grande diversité anatomique de l'oreille moyenne. L'emploi de l'imagerie scanner est alors incontournable à la préparation d'interventions chirurgicales souvent uniques solutions thérapeutiques.

L'objectif de cette travail est ainsi d'étudier les variations physiologiques de la taille de l'oreille moyenne afin d'aider à la prise en charge thérapeutique et chirurgicale des animaux lors d'atteinte pathologique.

Les première et seconde parties seront consacrées à une étude bibliographique dans lesquelles seront rappelés le principe de fonctionnement du scanner puis les particularités anatomiques nécessaires à l'approche de l'oreille moyenne du chien.

La troisième partie présentera la mise en place de l'étude et les résultats obtenus. Ces derniers seront ensuite commentés et discutés.



# PREMIERE PARTIE : PRINCIPES PHYSIQUES DE LA TOMODENSITOMETRIE ET REALISATION PRATIQUE D'UN EXAMEN SCANNER

Depuis ces dernières années, l'imagerie médicale prend une place de plus en plus importante dans le monde de la médecine vétérinaire. L'examen tomodensitométrique, ou scanner, s'inscrit dans cette évolution. La tomodensitométrie permet ainsi, par l'utilisation des rayons X, l'obtention d'image en coupes du corps et une représentation des tissus mous plus précise que celle obtenue par les techniques traditionnelles d'imagerie médicale : la radiographie et l'échographie.

Dans cette partie, nous détaillerons ainsi le fonctionnement du scanner et plus précisément les principes de base de la tomodensitométrie permettant l'obtention des images.

## 1. Principes de base de la tomodensitométrie

La tomodensitométrie représente une méthode de mesure de la densité radiologique des volumes élémentaires au sein d'une coupe transversale. Ce principe de base repose sur la différence d'atténuation des rayons électromagnétiques d'un tissu à l'autre (Figure 1).

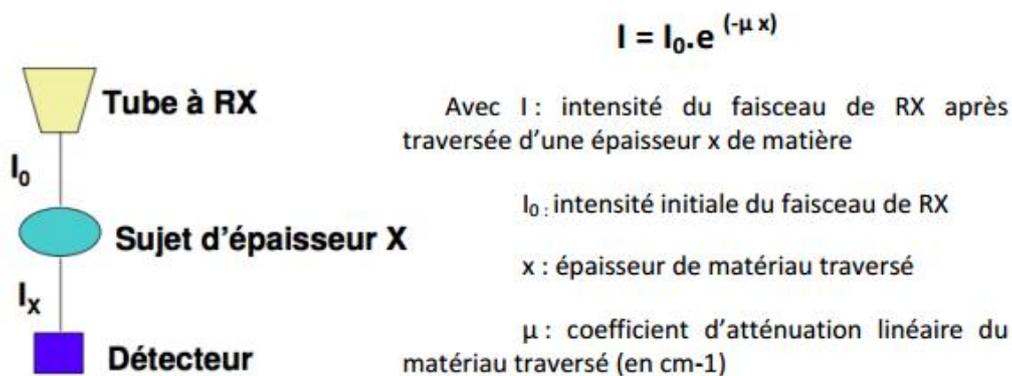


Figure 1 : Principes de fonctionnement de la tomodensitométrie

Le faisceau de rayons X traversant un objet, subit une atténuation caractérisée par un coefficient  $\mu$  (coefficient d'atténuation) fonction de la densité électronique des éléments composant cet objet.

$$\mu = \log (I_x/I_0)$$

La technique scanner mesure l'atténuation  $\mu$  des éléments constitutifs d'un volume élémentaire (aussi appelé voxel pour *volumetric pixel*) grâce aux détecteurs. L'objectif est d'effectuer la plus grande discrimination possible parmi les différentes valeurs de  $\mu$  pour pallier les insuffisances de la radiologie conventionnelle.

Pendant l'examen tomодensitométrique, le couple source des rayons X-détecteur effectue une rotation hélicoïdale, ou spiralée, autour du corps à étudier, alors que la table sur laquelle repose le patient est animée d'un mouvement de translation (Figure 2). Un ordinateur détermine ensuite quelle est la participation de chaque volume élémentaire « voxel » rencontré par les rayons X à l'atténuation globale et calcule ainsi la densité de chacun à partir des coupes transversales de la région à explorer. Enfin, pour chaque volume élémentaire est attribuée une valeur  $\mu$ , reflet de l'atténuation du rayon X incident.

Le logiciel du scanner crée une image numérique à partir de ces données. A chaque pixel, ou élément élémentaire de l'image numérique, est attribuée une valeur de densité Hounsfield, fonction de son coefficient d'atténuation  $\mu$ .

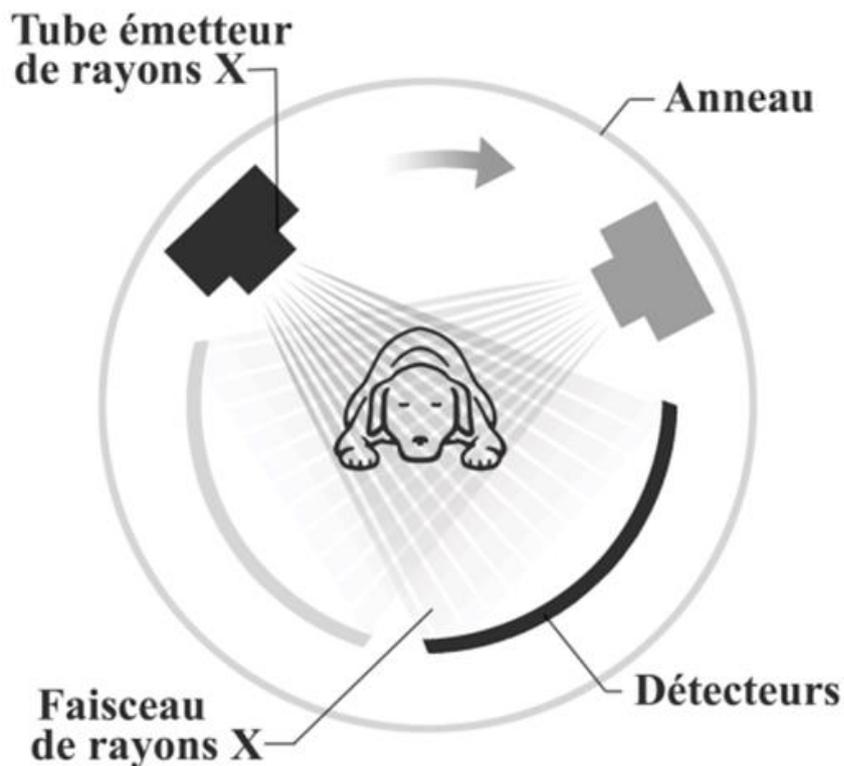


Figure 2 : Mouvements source- détecteur autour du patient [16]

L'ordinateur attribue ensuite un ton de gris à chaque densité ce qui permet d'obtenir l'image de la coupe. Il distingue 2000-4000 nuances de densité qui ont été classées par Godfrey Hounsfield : échelle de Hounsfield (Figure 3).

Pixel → Densité → Nuance de gris

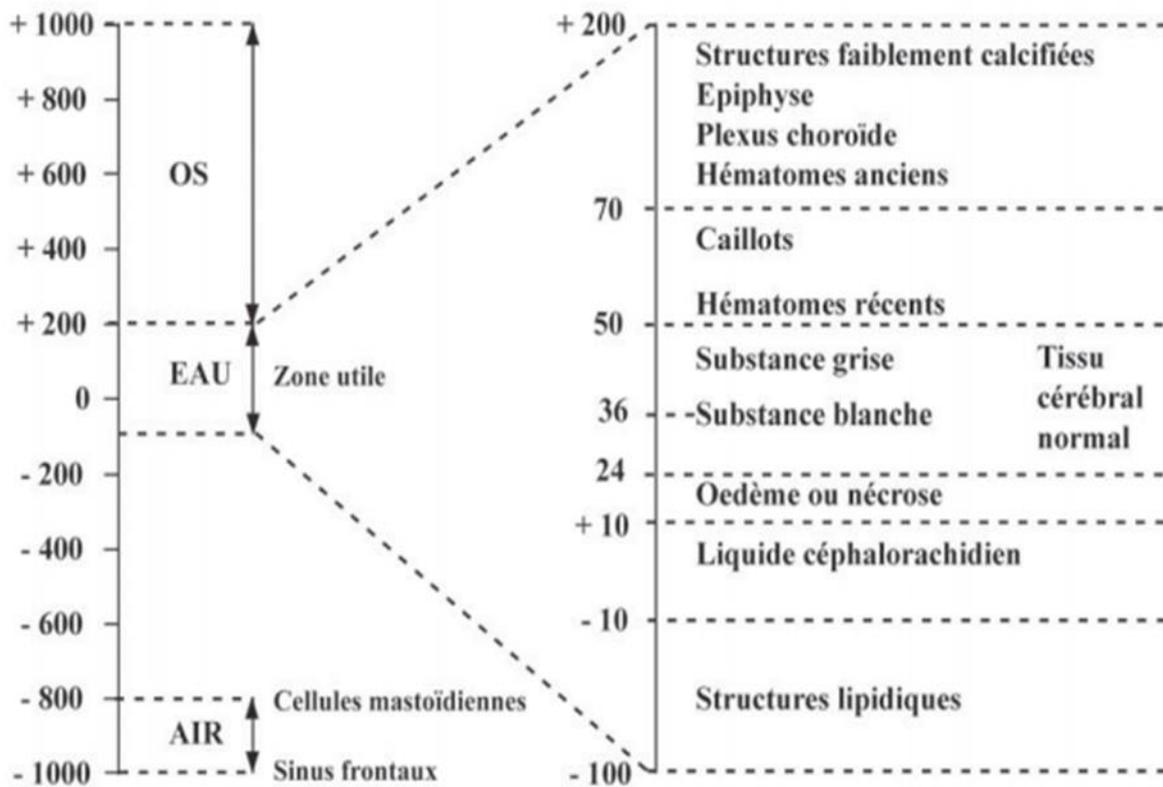


Figure 3 : Echelle de Hounsfield [12] [21]

Ainsi, chaque densité est exprimée en indice Hounsfield (IH) sur une échelle allant de -1000 (densité de l'air, en noir sur l'écran) à + 1000 (densité de l'os, en blanc sur l'écran) selon la formule :

$$\text{IH d'un corps A} = \frac{\mu_a - \mu_{\text{eau}}}{\mu_{\text{eau}}} \times 1000$$

Sur l'échelle de Hounsfield, sont présentées les densités des différents tissus cérébraux. Cependant, cette échelle est trop précise pour l'œil humain qui ne peut distinguer que 15 à 20 nuances de gris. Il est donc inutile d'attribuer une nuance de gris à chaque densité. Néanmoins, le regroupement de plusieurs densités afin de n'en conserver que 15 se traduira par une perte importante de la précision de l'image.

Ainsi, seules des parties de l'échelle appelées « fenêtres » sont représentées : elles sont caractérisées par un niveau et une largeur. Le niveau est la densité sur laquelle est centrée l'intervalle, c'est-à-dire la médiane de la fenêtre. La largeur représente l'étendue de la fenêtre. Plus la fenêtre est étroite, plus la discrimination est importante et plus il est possible de différencier des structures de densités très proches. Le niveau détermine aussi la brillance de l'image, la largeur de la fenêtre caractérise également le contraste.

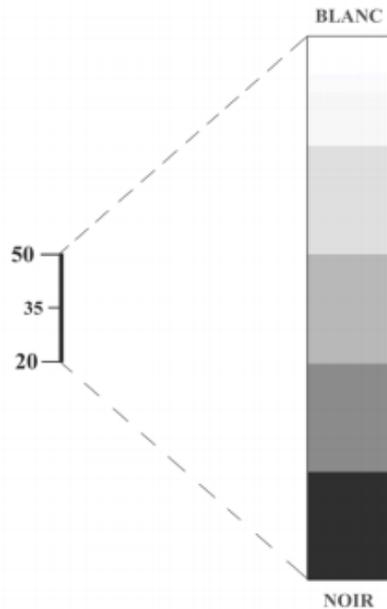


Figure 4 : Visualisation et notion de fenêtres et de niveaux [12] [21]

Dans l'exemple de la figure 4, le niveau de la fenêtre choisi est de + 35, la largeur est de 30. Toutes les valeurs supérieures à 50 sont confondues dans le blanc et toutes les valeurs inférieures à 20 sont confondues dans le noir.

En général, deux types de fenêtre sont distingués :

- les fenêtres de type « os » permettant de repérer les reliefs et la structure du tissu osseux. Elles sont très larges afin de couvrir tous les types d'os. Toute la largeur de l'échelle de Hounsfield est en général choisie ;
- les fenêtres de type « tissus mous » destinées, comme leur nom l'indique, aux organes peu calcifiés, sont des fenêtres assez étroites, centrées autour du coefficient d'absorption du tissu choisi.

## 2. Fonctionnement du scanner

### 2.1. L'appareil et ses réglages

Le patient est placé sur une table qui se déplace dans le sens longitudinal à l'intérieur d'un court anneau. Celui-ci contient un tube à rayons X qui génère un faisceau d'une épaisseur de 1 à 10 millimètres et qui tourne autour du patient. En face du tube, sont placés des milliers de détecteurs qui mesurent l'intensité résiduelle du faisceau ayant traversé le corps du patient. L'appareil multiplie les mesures sur un angle de 360 degrés afin d'obtenir les coupes axiales les plus précises possibles.

Dans l'arceau, un premier détecteur électronique mesure l'intensité des rayons X émis par le tube radiogène avant qu'il ne balaie la tranche du corps à examiner point par point. Le tube effectue alors une rotation complète degré par degré. Une partie du rayonnement incident est absorbée par les tissus traversés. Le rayonnement émergent est capté par un détecteur électronique qui tourne de façon synchrone avec le tube. Au cours de la rotation, les rayons X

incidents et les rayons X émergents captés sont comparés et convertis en signaux électriques. L'ordinateur calcule l'absorption du rayonnement en chaque point de la coupe, fonction de la densité des tissus traversés. Les résultats sont alors enregistrés.

La réalisation de l'examen tomodensitométrique, nécessite le réglage de plusieurs paramètres :

- la tension exprimée en kilovolts (kV), responsable du contraste, c'est-à-dire de la pénétration des rayons X ;
- le temps d'exposition exprimé en secondes (s) qui doit être réduit au minimum selon les principes de la radioprotection ;
- l'intensité du courant exprimée en milliampères (mA), qui contrôle le nombre d'électrons, et donc, le degré de noircissement de l'image finale ;
- le nombre de coupes et leur espacement. Les coupes peuvent être :
  - o séparées par une zone aveugle si la distance entre deux coupes est supérieure à la largeur de la coupe ;
  - o jointives si l'espacement est égal à la largeur des coupes ;
  - o chevauchantes (Overlap) si l'espacement est inférieur à la largeur des coupes ;
- l'épaisseur des coupes ;
- la direction des coupes ;
- le champ : il s'agit du diamètre de la tranche anatomique visualisée sur l'image. Plus le champ est limité et meilleure sera la définition de l'image.

## **2.2. Les éléments de la chaîne scanographique**

Le système de mesure comprend la réception du rayonnement résiduel par les couples « tube radiogène-détecteurs », une conversion de ce rayon en signal électrique puis une intégration en signal numérique qui sera par la suite exploitable par l'ordinateur.

Chaque mesure correspond à un profil d'absorption. La quantité d'information brute est proportionnelle au nombre de mesures (rotation de 360 degrés, degré par degré) et au nombre de récepteurs. C'est le premier élément de la qualité de l'image radiographique.

Le système de reconstruction permet de traduire en image constituée de différents niveaux de gris, les différences d'atténuations des rayons X dans les divers volumes élémentaires (voxel) de l'organe examiné. Ces atténuations sont mesurées en confrontant le rayonnement résiduel capté par les détecteurs au rayonnement témoin. Ces signaux électriques sont convertis en nombre binaires qui vont être amplifiés et numérisés par l'ordinateur. La durée de reconstitution de l'image varie de 3 à 8 secondes.

La console de visualisation de l'image permet de convertir sur un écran d'ordinateur chaque donnée numérique en un point lumineux dont l'intensité (noir, gris, blanc) est proportionnelle à l'absorption des rayons X. On obtient alors une image écran classique représentant une coupe axiale de 1 à 10 millimètres d'épaisseur.

### **2.3. Déroulement d'un examen tomодensitométrique**

L'acquisition des images nécessite une parfaite immobilité. Il est donc nécessaire pour les animaux de compagnie de réaliser cet examen sous anesthésie générale. L'animal doit être présenté à jeun depuis au moins 12 heures. Durant l'examen ; les constantes physiologiques de l'animal sont étroitement surveillées (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, ECG, etc.).

# **DEUXIEME PARTIE : RAPPELS ANATOMIQUES DE LA STRUCTURE DE L'OREILLE DU CHIEN**

Dans cette partie, seront détaillés l'anatomie de l'oreille et les éléments physiologiques nécessaires à son étude.

## **1. Organisation générale de l'oreille du chien**

L'oreille est un organe sensoriel jouant un rôle majeur dans les fonctions de l'audition et de l'équilibre. Elle est divisée en trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. Chacune de ces structures contribue à la réalisation de la fonction auditive en aidant à la conduction et à la transformation des variations de pression de l'air (les sons) en vibrations puis en signaux nerveux transmis au cerveau afin d'y être intégrés [19] [22].

### **1.1. L'oreille externe**

L'oreille externe est constituée du pavillon auriculaire et du conduit auditif externe, soutenus par des cartilages formant un tube recouvert d'un épithélium. Elle permet la réception et la conduction des sons.

Le pavillon auriculaire est une structure mobile grâce aux nombreux muscles qui la composent et dont la conformation varie en fonction de la race du chien. Le pavillon peut, en effet, être dressé ou tombant. Il est constitué du cartilage auriculaire recouvert sur les deux côtés par un épiderme kératinisé contenant des glandes sébacées, des glandes apocrines et des follicules pileux surtout en face externe. La face interne présente un épiderme plus fin. Le pavillon auriculaire est une zone fortement vascularisée et innervée.

Le conduit auditif externe est divisé en deux portions : une partie verticale formée par le cartilage auriculaire et une partie horizontale soutenue par le cartilage annulaire et le méat acoustique externe [9] [18] [22]. L'épiderme, qui tapisse l'intérieur du conduit, est similaire à celui recouvrant le pavillon auriculaire. Il s'agit d'un épiderme kératinisé dont la couche superficielle migre latéralement à partir de la zone du tympan. Les follicules pileux sont simples et moins nombreux que sur le pavillon auriculaire. Leur densité est fortement dépendante du type racial. Les glandes sébacées associées au derme sont nombreuses et proéminentes. Leur nombre augmente en partie distale du conduit auditif. Elles produisent principalement des lipides. Les glandes cérumineuses sont plus nombreuses à proximité du tympan. Elles produisent des acides muco-polysaccharidiques et des phospholipides. Le cérumen produit (mélange des sécrétions et de débris épithéliaux) est donc plutôt aqueux à proximité du tympan et facilite la migration épithéliale. Il est plutôt lipidique à proximité du pavillon auriculaire et facilite la répulsion de l'eau [20].

## 1.2. L'oreille moyenne

L'oreille moyenne est composée de la membrane tympanique, de la cavité tympanique dans laquelle se situe la chaîne des osselets ainsi que des muscles et ligaments qui y sont associés. Cette cavité est reliée au nasopharynx via la trompe auditive (Figure 5). L'oreille moyenne permet la conduction et l'amplification des sons.

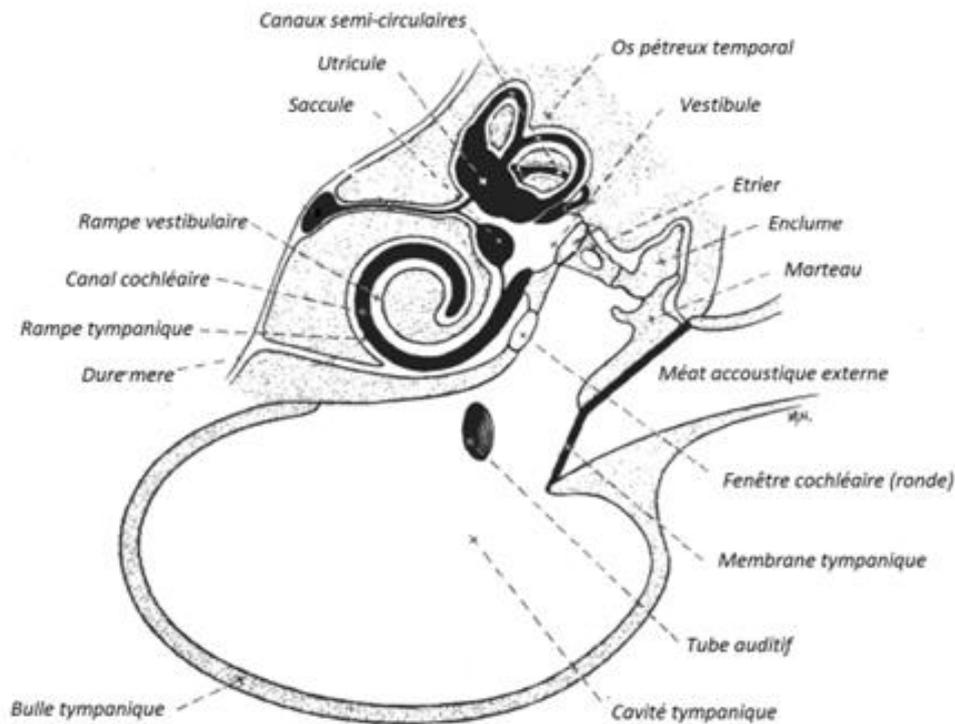


Figure 5 : Schéma d'une section transversale passant par l'oreille moyenne, l'oreille interne et le méat acoustique externe [13]

## 1.3. L'oreille interne

L'oreille interne est le siège des fonctions auditives et de l'équilibre. Elle est constituée des labyrinthes osseux et membraneux.

Le labyrinthe osseux est un réseau creusé dans la partie pétreuse de l'os temporal [9]. Il est divisé en trois parties : le vestibule qui communique avec les trois canaux semi-circulaires et leurs ampoules et la cochlée. Ce labyrinthe communique avec la cavité tympanique au niveau du vestibule par les fenêtres vestibulaire et cochléaire (Figure 5) [9] [13] [22].

Il est rempli de périlymphe et est le support du labyrinthe membraneux baignant lui aussi dans la périlymphe ; il est lui-même rempli d'endolymphe [13] [22]. Le labyrinthe membraneux contient l'organe sensoriel contrôlant l'audition et l'équilibre.

Il est constitué de trois unités fonctionnelles en relation [13] :

- le conduit cochléaire qui assure, d'une part la fonction d'audition grâce aux rampes vestibulaires et tympaniques contenant la périlymphe et d'autre part, la mise en mouvement de la membrane basilaire. Les vibrations acoustiques formées sont transformées en influx nerveux et transmis par le nerf cochléaire [9] ;
- les canaux semi-circulaires qui assurent une partie de la fonction d'équilibration. La transmission des déplacements de l'endolymphe au sein des canaux associés aux mouvements de la tête stimulent les cellules ciliées de la crête ampullaire qui transmettent alors un signal au nerf vestibulaire ;
- le saccule et l'utricule qui assurent l'autre partie de la fonction d'équilibration. Ils contiennent des otolithes qui permettent de repérer la position statique et les mouvements linéaires [20].

#### 1.4. Structures voisines de l'oreille

L'oreille est entourée par de nombreux éléments qui cheminent autour de l'oreille moyenne et influe sur sa structure.

Dans cette partie, seules les structures principales dont une atteinte engendrera des conséquences cliniques sont présentées (Figure 6).

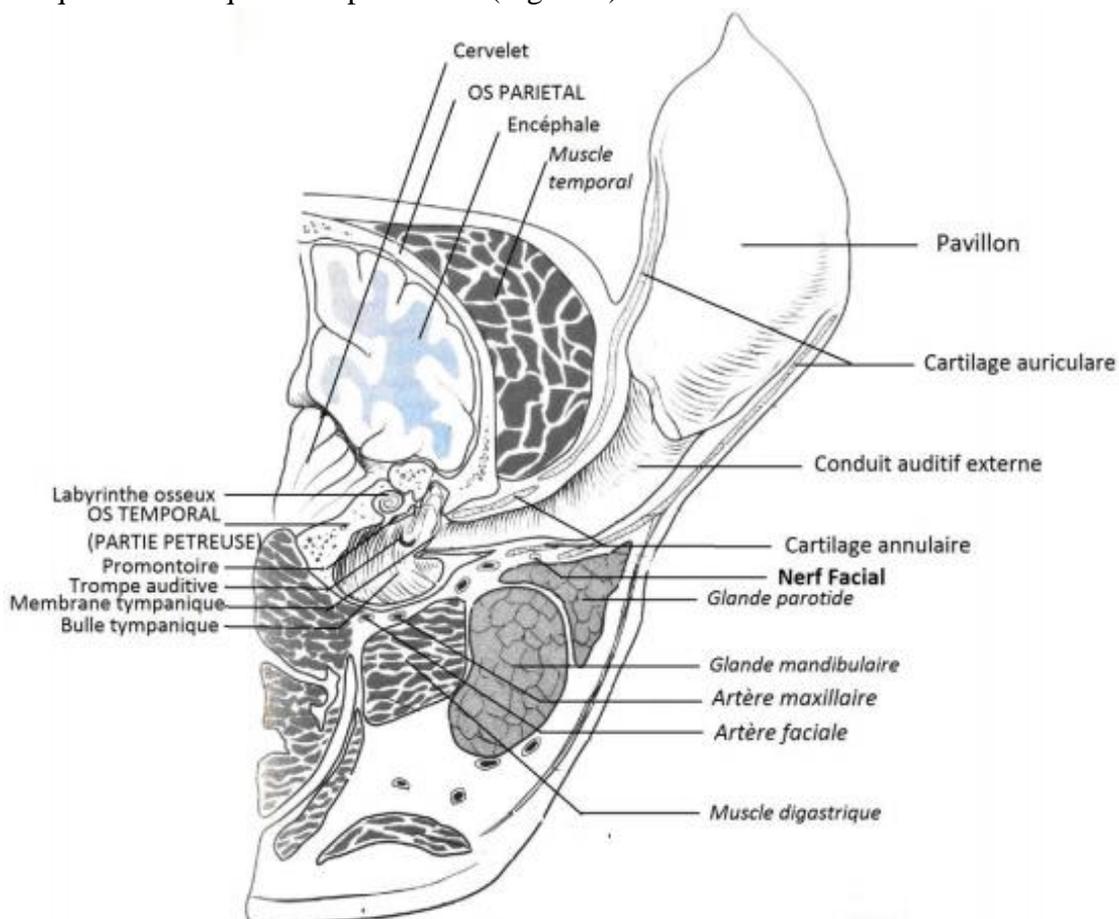


Figure 6 : Schéma d'une coupe transversale de tête de chien montrant les principales structures périphériques à l'oreille moyenne [18] [26]

### **1.4.1. Les structures nerveuses**

L'oreille est une structure anatomique fortement innervée. L'innervation motrice et sensitive est assurée par plusieurs nerfs crâniens : y participent le nerf trijumeau (V), le nerf intermédiaire-facial (VII), le nerf glosso-pharyngien (IX), le nerf vague (X) ainsi qu'une ramification issue du deuxième nerf cervical. L'innervation sensorielle met en jeu le nerf vestibulo-cochléaire (VIII) responsable de l'audition et de la fonction d'équilibration.

L'oreille moyenne est aussi le siège du passage de nombreux nerfs crâniens ne jouant aucun rôle dans son fonctionnement propre mais ayant une autre destination finale. Les lieux de passage de ces nerfs façonnent l'oreille moyenne et plus particulièrement la bulle tympanique.

### **1.4.2. Les autres structures**

A proximité de la bulle tympanique, se trouvent de nombreuses autres structures telles que les différentes glandes salivaires, des nœuds lymphatiques (notamment le mandibulaire qui draine la zone) ainsi que des vaisseaux sanguins.

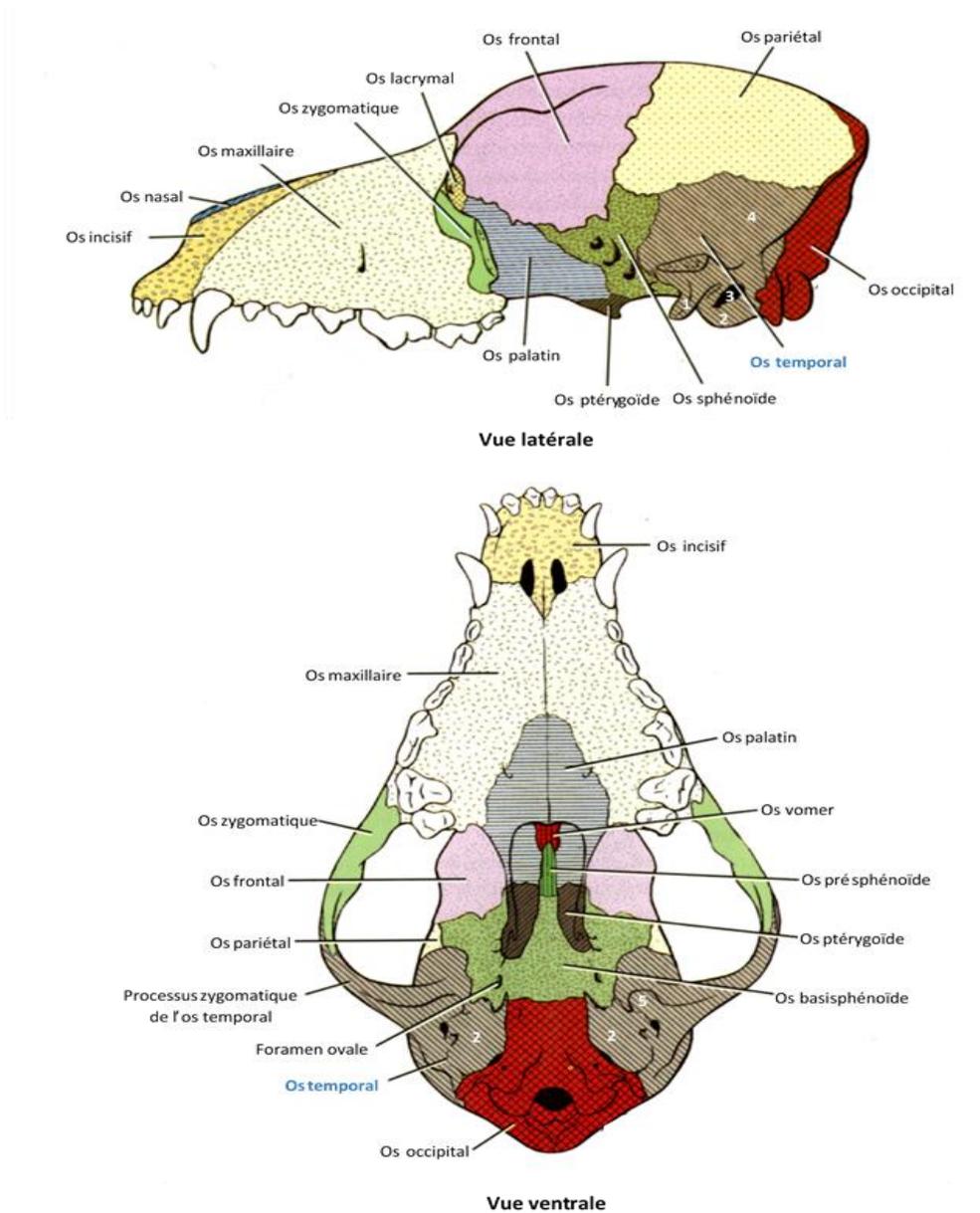
Le cerveau et le pont sont simplement séparés de l'oreille moyenne et externe par la partie écailleuse de l'os temporal.

## **2. Structures osseuses et anatomiques de l'oreille moyenne**

L'oreille moyenne se situe entre l'oreille interne, avec laquelle elle communique par deux fenêtres : la fenêtre vestibulaire ovale et la fenêtre cochléaire ronde, et l'oreille externe dont elle est séparée par la membrane tympanique. Elle se caractérise par une cavité enchâssée dans l'os temporal [22].

### **2.1. L'os temporal, support osseux de l'oreille moyenne**

L'os temporal est une structure complexe délimitée dorsalement par l'os pariétal, caudalement par l'os occipital, rostro-médialement par l'os sphénoïde et rostro-latéralement par l'os zygomatique (Figure 7) [15]. Il s'articule avec l'appareil hyoïdien via le cartilage tympanohyoïde et avec la branche montante de la mandibule (articulation temporo-mandibulaire) [13].

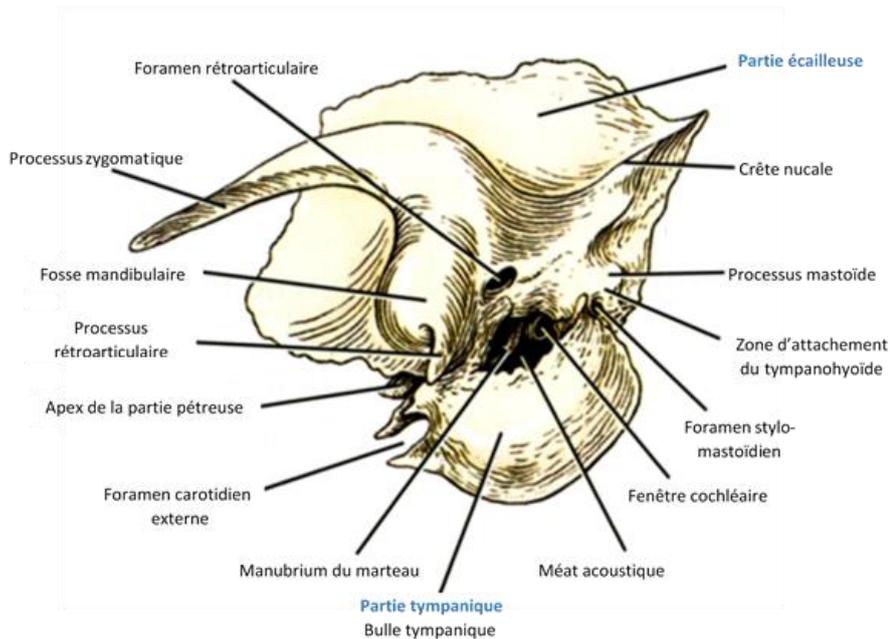


**Figure 7 : Ostéologie du crâne d'un chien, vues latérale et ventrale (la mandibule a été retirée) [15]**

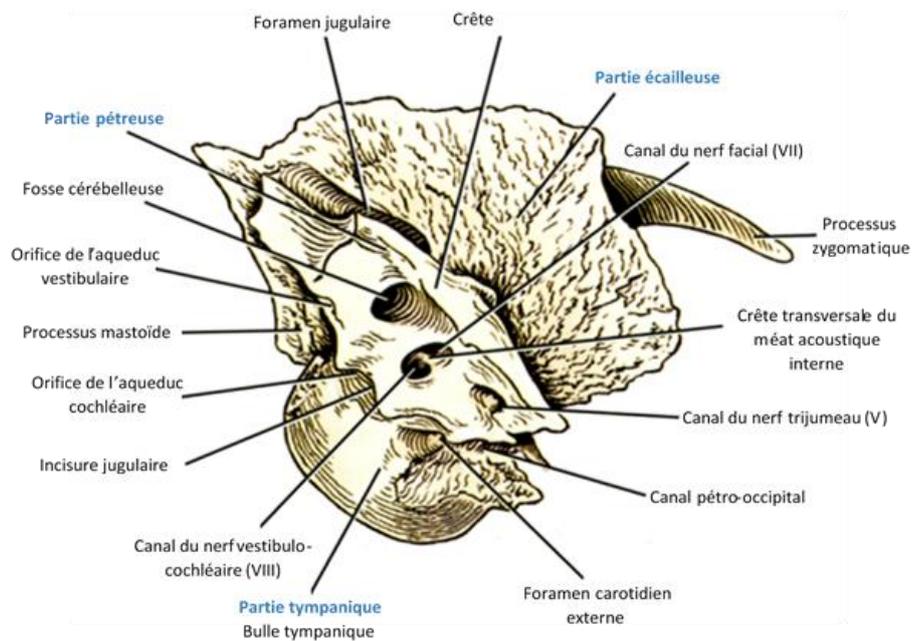
1 : Surface articulaire temporo-mandibulaire; 2 : Bulle tympanique; 3 : Incisure tympanique; 4 : Partie écaillée de l'os temporal; 5 : Processus rétroarticulaire

L'os temporal est constitué de deux parties où se localisent les différentes structures de l'oreille moyenne ainsi que des foramens et canaux, lieux de passage de nombreux nerfs et vaisseaux essentiels au fonctionnement de l'oreille moyenne (Figure 8) [15] :

- la partie écaillée en région dorsale ;
- la partie auriculaire (ou tubéreuse) en région caudale, ventrale et médiale, située entre l'os occipital et la partie écaillée. Elle est, elle-même divisée en deux parties : la partie pétreuse dorsalement et la partie tympanique ventralement.



**Vue latérale**



**Vue médiale**

**Figure 8 : Os temporal gauche de chien [1] [15]**

Dorsal en haut, ventral en bas, crânial à gauche et caudal à droite.

### 2.1.1. Partie écaillée

Elle constitue la partie dorsale de l'os temporal (Figure 8). Elle rejoint l'os zygomatic rostralement par le processus zygomatic pour former l'arcade zygomatic [14]. Caudalement et ventralement à la base du processus zygomatic, se trouve la jonction entre la partie écaillée et tympanique marquée par une échancrure, l'incisure tympanique, où se loge le méat acoustique externe.

### 2.1.2. Partie pétreuse

En face latérale (extracrânienne), caudalement à la base du processus zygomatique, se trouve le processus mastoïde (Figure 8). Il se poursuit dorso-caudalement par la crête mastoïdienne pour rejoindre la crête nucale au niveau de l'os occipital.

Ventralement au processus mastoïde et juste caudalement au méat acoustique externe, se trouve le foramen stylo-mastoïdien. Il correspond à la sortie du canal facial dans lequel circulent le nerf facial et le rameau auriculaire du nerf vague innervant l'oreille moyenne.

La paroi médiale de la cavité tympanique est logée dans une partie de la face latérale de l'os pétreux. On trouve sur cette partie un promontoire avec deux ouvertures : la fenêtre ronde (ou cochléaire) caudo-latérale et la fenêtre ovale (ou vestibulaire) rostrale et dorso-latérale, obturée par l'étrier. Trois fosses se dessinent également :

- le récessus épitympanique où se loge la chaîne des osselets ;
- la fosse du tenseur du tympan ;
- la partie ouverte du canal du nerf facial (avant le foramen stylomastoïde).

En face médiale intracrânienne, la crête pétreuse divise la surface en deux : la surface cérébrale dorso-rostralement et la surface cérébelleuse ventro-caudalement. Deux orifices majeurs se distinguent :

- le canal du nerf trijumeau (V) (racine sensitive et ganglion trigéminal) d'où émergent les trois branches ;
- le méat acoustique interne caudo-dorsalement, divisé en pertuis par une crête transverse constituant l'orifice endocrânien du canal facial d'une part et le passage des branches du nerf vestibulo-cochléaire d'autre part.

La partie profonde de la partie pétreuse, dorsalement à la bulle tympanique, est creusée par le labyrinthe (cochlée, vestibule et canaux semi-circulaires), support de l'oreille interne. Le foramen jugulaire entre l'os occipital et l'os pétreux permet le passage des nerfs glossopharyngien, vague et accessoire.

### 2.1.3. Partie tympanique

Elle correspond principalement à la bulle tympanique (Figure 8). Rostralement et médialement à la bulle tympanique, se trouve le processus musculaire sur lequel s'insèrent les muscles tenseurs et élévateurs du voile du palais.

Il existe trois ouvertures vers l'extérieur du crâne :

- l'ouverture du conduit auditif externe ou méat acoustique externe, située sur la partie latérale et dorso-caudale de la bulle ;
- le canal musculo-tubaire situé à la base du processus musculaire, en continuité avec la trompe auditive reliant l'oreille moyenne au nasopharynx ;
- le foramen carotidien externe (ou foramen lacerum), rostro-médial, où s'ouvre le canal carotidien. Le canal carotidien est le lieu de passage de l'artère carotide interne. Il longe la paroi médiale de la bulle tympanique, débute au niveau du foramen carotidien caudal et débouche au niveau du foramen carotidien externe.

Au sein de la bulle tympanique, se trouve la cavité tympanique, divisée en 3 parties (le récessus épitympanique, une large bulle ventrale et la bulle tympanique propre), développées en partie 2.2.2.

La paroi latérale est principalement formée par l'os tympanique. On y retrouve le méat acoustique externe, fermé par la membrane tympanique attachée au niveau de l'anneau tympanique.

La paroi médiale appartenant à la partie pétreuse a été décrite précédemment. Les osselets de l'ouïe : le marteau, l'enclume et l'étrier traversent la caisse du tympan, de la membrane tympanique sur laquelle s'attache le marteau jusqu'à la fenêtre vestibulaire sur laquelle s'attache l'étrier [15].

## 2.2. Structures anatomiques de l'oreille moyenne

### 2.2.1. La membrane tympanique

Le tympan est une fine membrane semi-transparente séparant le conduit auditif externe de la cavité tympanique [9] [13] [22]. Sa taille varie de 1 à 1,5 cm chez le chien. Le tympan s'insère selon un angle de 45 degrés par rapport à l'axe de la portion horizontale du canal auditif externe, au niveau du méat acoustique externe grâce à un bourrelet fibro-cartilagineux.

La membrane tympanique est divisée en deux parties [9] [22]:

- la *pars flaccida* est une petite partie triangulaire, lâche, formant le quart supérieur du tympan et obturant la partie dorsale du méat acoustique externe (Figure 9). De couleur blanche ou rose, elle reste opaque et est richement vascularisée par de petits vaisseaux sanguins. Chez la plupart des chiens, la *pars flaccida* est plate.
- la *pars tensa* est une partie tendue qui constitue les trois quarts restant du tympan (Figure 9). Elle se caractérise par une fine structure solide, grise, présentant des radiations autour du manubrium du marteau jusqu'au conduit auditif externe. Chez la plupart des chiens, la *pars tensa* présente une forme concave. Elle constitue la partie de la membrane tympanique assurant la transmission des ondes sonores.

Le tympan apparaît donc concave lors d'examen otoscopique et plus fin en son centre. Ce point de dépression est appelé l'*umbo* (Figure 9). Cette dépression est liée à la traction exercée par le manubrium du marteau qui s'attache sur la *pars tensa* de la membrane tympanique. L'*umbo* correspond alors à l'extrémité distale du manche du marteau [9] [13] [17] [18] [22].

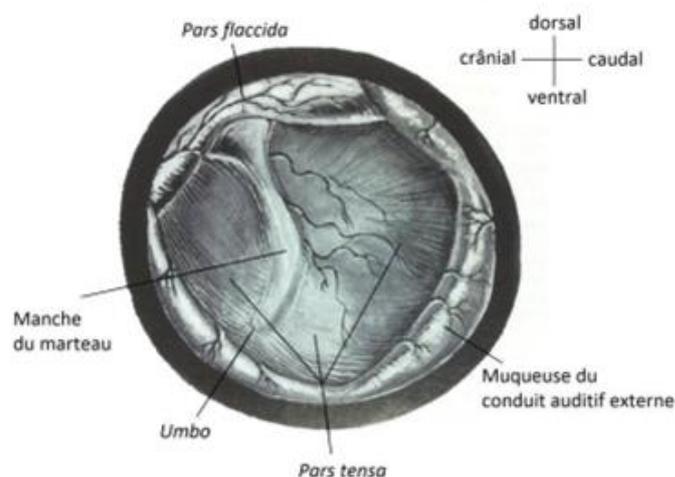


Figure 9 : Schéma en vue otoscopique de la membrane tympanique gauche de chien [18]

Histologiquement, le tympan est composé de trois couches : un épithélium externe squameux stratifié en continuité avec le conduit auditif externe [9] [19], une couche intermédiaire constituée de tissus conjonctif fibreux et une muqueuse interne d'origine pharyngée en continuité avec l'épithélium recouvrant la cavité tympanique, la trompe auditive et la cavité nasale. Cette muqueuse possède les caractéristiques d'un épithélium respiratoire (présence de cellules ciliées et calices) [13] [18].

La membrane tympanique peut se rompre. Une régénération se produit alors en 21-35 jours. La membrane alors obtenue est plus fine qu'une membrane saine  
Les vibrations de la membrane tympanique en réponse aux sons sont transmises à l'oreille interne.

### 2.2.2. La cavité tympanique

La cavité tympanique est enchâssée dans la bulle tympanique de l'os temporal. Elle se situe entre la membrane tympanique et l'os pétreux médialement. Elle joue le rôle de caisse de résonance.

Elle est divisée en trois portions [9] [13] :

- le récessus épitympanique dorsal au méat acoustique externe : il correspond à la plus petite partie de la cavité et est occupé presque entièrement par la tête du marteau et l'enclume (Figure 10).
- la portion mésotympanique adjacente au tympan sur sa face latérale : elle constitue la cavité tympanique à proprement dite. En son centre, s'abouche la trompe auditive (trompe d'Eustache) reliant l'oreille moyenne au nasopharynx (Figure 10).
- la portion hypotympanique ventrale au tympan : elle représente la plus grande des trois portions et est constituée de la bulle tympanique. Elle possède une ouverture elliptique dorsale qui la met en communication avec le reste de la cavité tympanique (Figure 10).

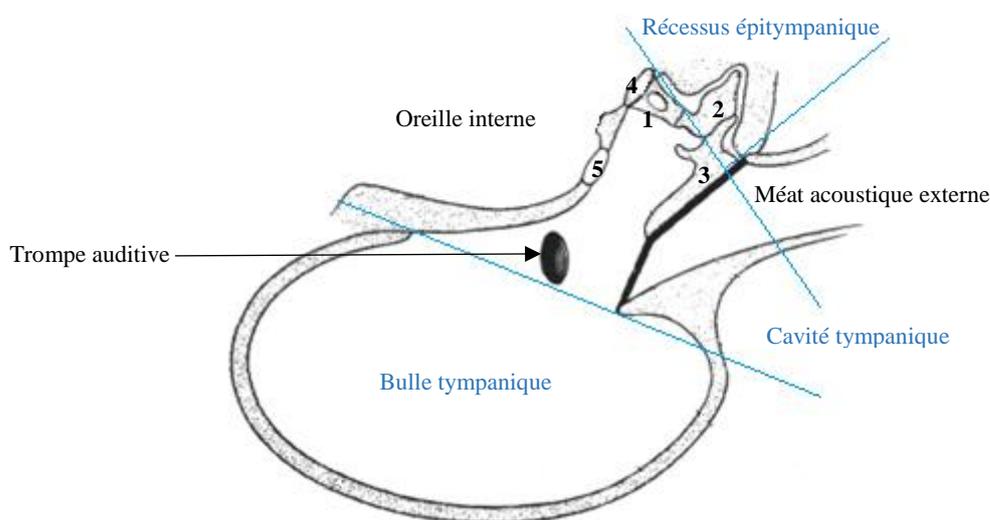


Figure 10 : Schéma des trois parties de l'oreille moyenne d'un chien, d'après la figure 5

1 : Etrier ; 2 : Enclume ; 3 : Marteau ; 4 : Fenêtre vestibulaire ; 5 : Fenêtre cochléaire

Sur la partie médiale de la cavité tympanique, se trouve une éminence osseuse, le promontoire. Sur sa partie caudo-latérale, se situe la fenêtré cochléaire recouverte par une fine membrane. La fenêtré vestibulaire est quant à elle située sur la partie dorso-latérale du

promontoire. Elle est également recouverte d'une membrane où s'attache l'étrier. Ces deux fenêtres mettent l'oreille moyenne en communication directe avec l'oreille interne.

Histologiquement, la cavité tympanique est recouverte sur sa face la plus interne d'un épithélium squameux simple (de type respiratoire modifié) reposant sur une fine couche de tissu conjonctif. Quelques cellules ciliées sont présentes en particulier sur le plancher de la cavité et sont dirigées vers la trompe auditive [9].

### 2.2.3. La chaîne des osselets

La chaîne des osselets est responsable de l'amplification et de la transmission des vibrations reçues par le tympan jusqu'à la fenêtre vestibulaire [9].

Elle est formée par trois petits os : le marteau, l'enclume et l'étrier. L'ensemble est lié par deux muscles, des articulations synoviales et des ligaments formant un pont traversant l'oreille moyenne dorsalement (Figure 11).

Le marteau, le plus large des osselets, présente un long processus, le manubrium, qui le relie à la membrane tympanique. Il se lie aussi à la partie pétreuse de l'os temporal.

L'enclume est de plus petite taille que le marteau et est suspendu entre lui et l'étrier. Il présente deux extensions osseuses.

L'étrier est le plus petit des osselets et possède une forme triangulaire dont la base se rattache à la fenêtre vestibulaire (ou ovale) le mettant directement en contact avec la périlymphe [9] [13] [22].

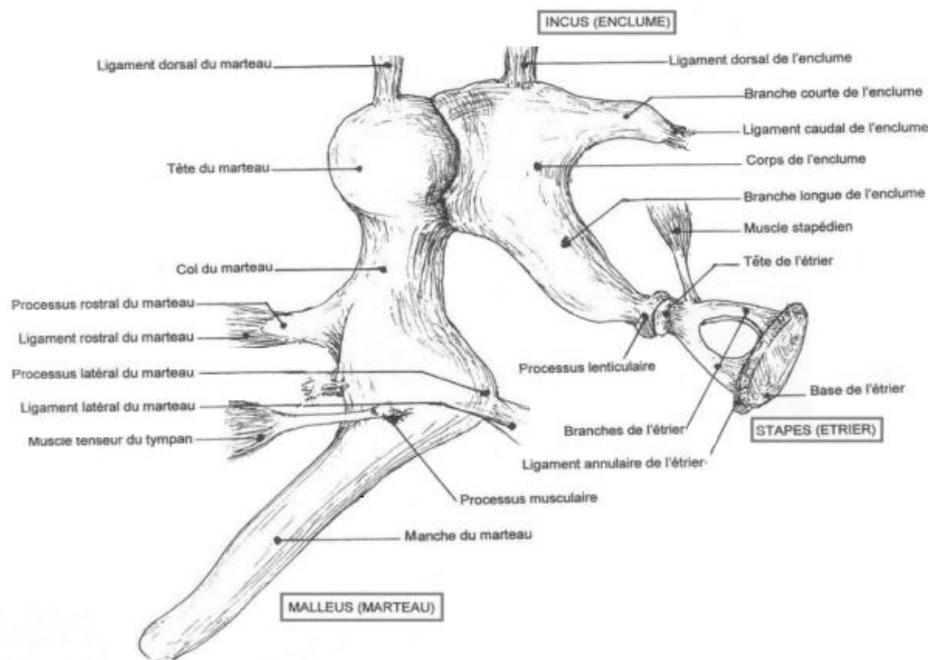


Figure 11 : Schéma des articulations et des muscles des osselets de l'oreille gauche d'un chien, en vue caudale [1]

Deux muscles sont associés aux osselets et contrôlent leur mouvement :

- le muscle tenseur du tympan, innervé par le nerf tenseur du tympan (branche du nerf V), qui s'insère sur le marteau.
- le muscle stapédien, innervé par la branche sapédiale du nerf facial VII, qui s'insère sur l'étrier.

Leur origine se trouve dans la bulle tympanique. Ils protègent, en se contractant, l'oreille moyenne des bruits forts et répétés.

#### **2.2.4. La trompe auditive**

La trompe auditive est un court canal reliant la partie rostrale de la bulle tympanique propre au nasopharynx [9] [13] [18] [19]. Elle permet d'équilibrer les pressions de part et d'autre de la membrane tympanique [9] [13].

Ce canal se divise en trois parties : une partie proximale cartilagineuse s'ouvrant dans le nasopharynx, une partie distale osseuse s'ouvrant rostralement dans la bulle tympanique et une partie jonctionnelle liant les parties cartilagineuse et osseuse.

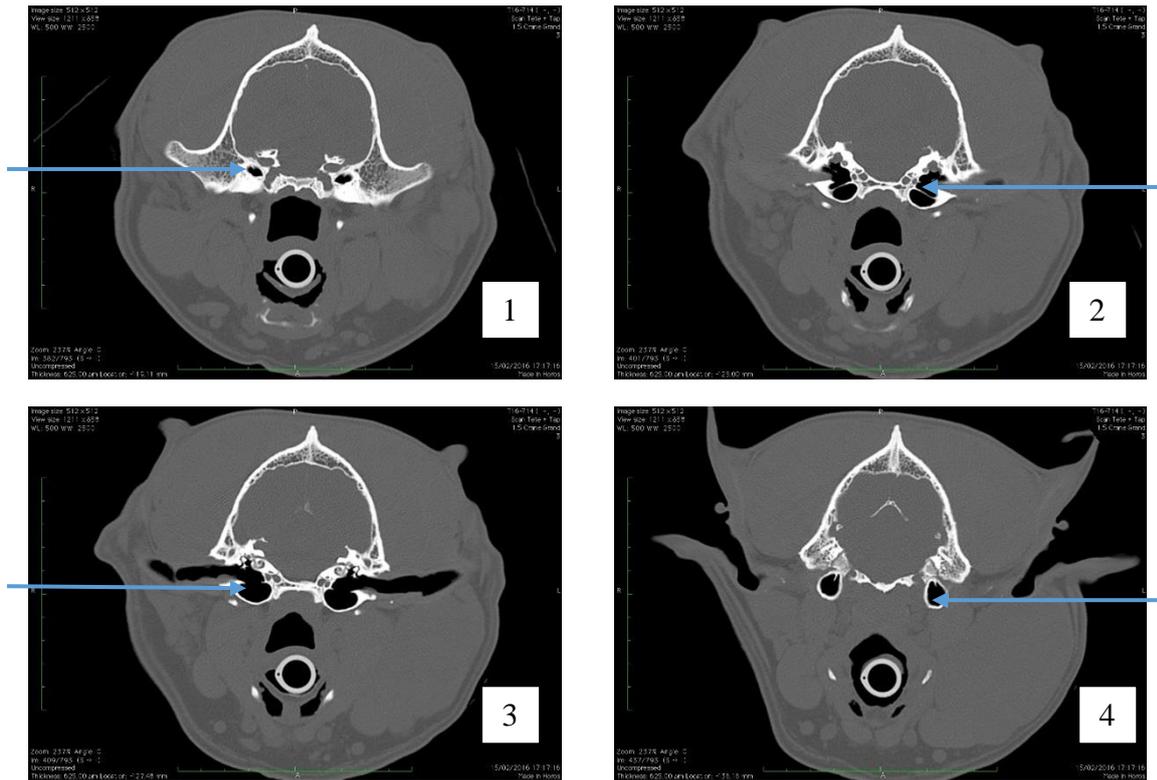
La partie osseuse est ouverte en permanence tandis que la partie cartilagineuse reste fermée sauf pendant la déglutition. L'ouverture de la partie cartilagineuse est permise par la contraction des muscles élévateurs et tenseurs du voile du palais [9]. Un défaut d'ouverture peut résulter en une mauvaise aération de la bulle tympanique.

Histologiquement, la trompe auditive est couverte d'un épithélium pseudostratifié ciliaire et columnaire [9] [18].

### **3. L'examen tomодensitométrique : un moyen efficace d'analyse de l'oreille moyenne**

Le diagnostic des affections de l'oreille moyenne grâce à l'examen direct est limité de par la difficulté d'accès des différentes structures qui la composent. L'emploi de l'imagerie médicale est alors souvent incontournable. La tomодensitométrie apparaît comme la technique la plus efficace pour l'analyser. En effet, la radiographie, bien qu'accessible dans la plupart des cliniques vétérinaires, aboutit à une interprétation compliquée liée la difficulté de positionnement de l'animal et au nombre important de superposition rendant la visualisation de l'oreille moyenne difficile. L'IRM, quant à elle, est coûteuse et moins efficace que la tomодensitométrie pour l'observation des structures osseuses.

L'examen tomодensitométrique de l'oreille moyenne permet la visualisation à la fois des différentes structures osseuses et de certains tissus mous. En effet, la membrane tympanique n'est en général peu ou pas visible, excepté lorsque le contenu du canal auditif vient surligner ses contours. La taille de l'oreille moyenne ne permet pas son observation sur une coupe unique. L'oreille moyenne est définie par plusieurs images, correspondant chacune à des coupes transversales du crâne (Figure 12).

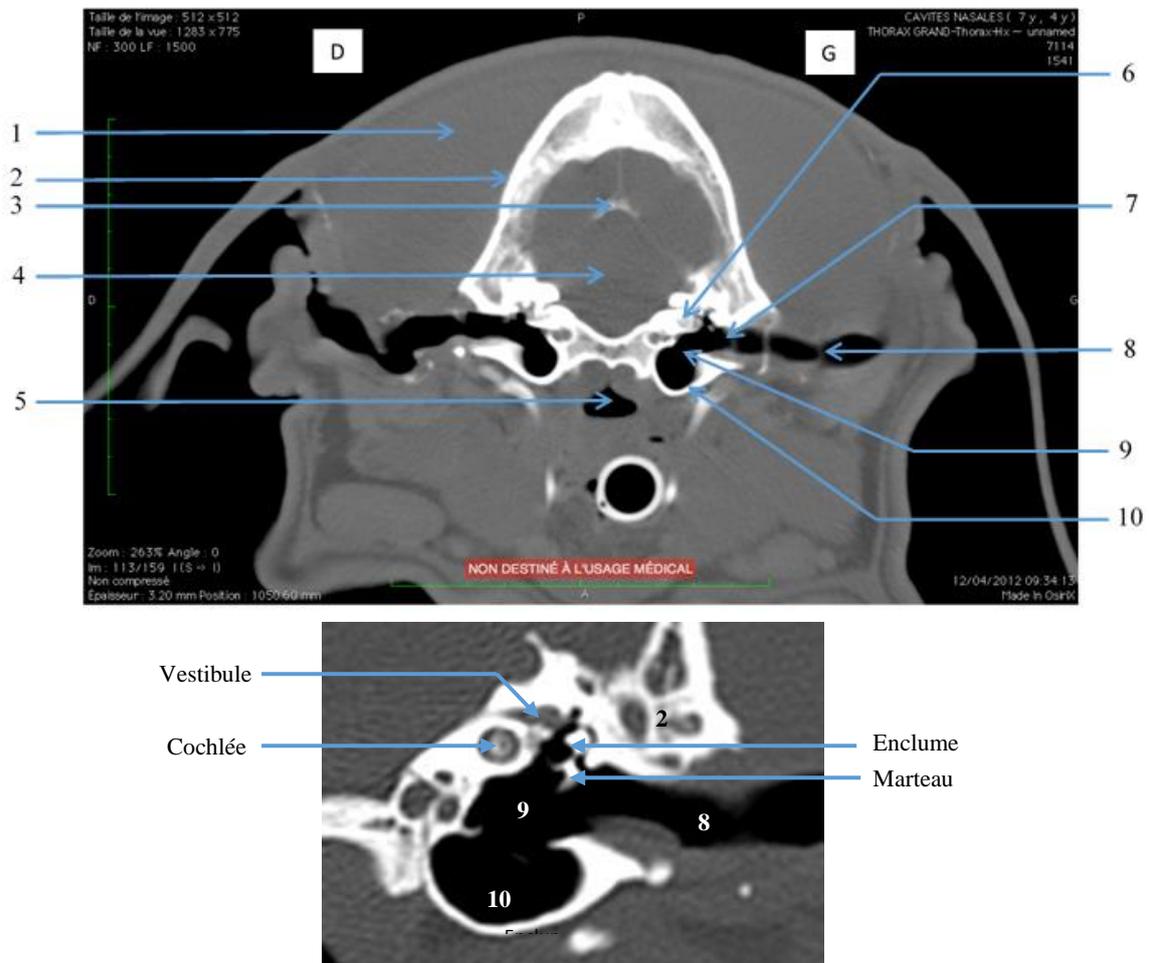


**Figure 12 : Variations morphologiques physiologiques des cavités tympaniques chez le chien en coupe transversale**

Les flèches indiquent les cavités tympaniques.

L'image 1 correspond à la coupe la plus rostrale, l'image 4 à la plus caudale.

L'examen tomодensitométrique constitue une technique efficace pour mettre en évidence différentes affections pathologiques se développant au sein de l'oreille moyenne. Cependant, compte tenu de la complexité anatomique de cette région, l'interprétation des images obtenues n'est pas toujours aisée. Il est donc indispensable de bien connaître la représentation physiologique de chaque structure sur une image tomодensitométrique pour ensuite identifier les anomalies (Figure 13).



**Figure 13 : Image tomodensitométrique normale des cavités tympaniques chez un chien en fenêtre osseuse en coupe transversale passant par les bulles tympaniques, l'oreille interne et le conduit auditif.**

1 : Muscle temporal droit ; 2 : Os temporal droit ; 3 : Tentorium cerebelli osseum ; 4 : Encéphale ; 5 : Nasopharynx ; 6 : Oreille interne ; 7 : Méat acoustique interne ; 8 : Canal auditif externe ; 9 : Cavité tympanique ; 10 : Bulle tympanique



# **TROISIEME PARTIE : MESURES DES CAVITES TYMPANIQUES**

## **1. Matériels et méthodes**

### **1.1. Objectif de l'étude**

L'objectif de l'étude a été de mesurer la taille de l'oreille moyenne, c'est-à-dire son volume et sa longueur, chez des chiens mésocéphales et brachycéphales. Les mesures ont été réalisées sur des images tomodensitométriques à l'aide d'un logiciel de traitement d'image ImageJ®.

Le volume mesuré correspond à l'ensemble de la cavité, c'est-à-dire au volume de la bulle tympanique, de la cavité tympanique et du récessus épitympanique (décrit dans la deuxième partie en 2.2.2). Il a été obtenu en considérant l'ensemble de l'air, apparaissant noir sur des images tomodensitométriques, contenu dans la cavité.

### **1.2. Population**

#### **1.2.1. Critères d'inclusion et d'exclusion**

Les animaux inclus dans l'étude ont été des chiens ayant subi un scanner pour diverses raisons et contenant une vue complète du crâne. Les animaux présentant des anomalies pathologiques des 2 oreilles moyennes (otite moyenne, masse, lyse de la paroi de la bulle tympanique) ont été exclus. Chez les chiens présentant des signes d'atteinte pathologique d'une seule oreille moyenne, seule la cavité tympanique saine a été mesurée. La présence d'otite externe ou d'otolithe dans la bulle tympanique n'ont pas constitué des critères d'exclusion.

#### **1.2.2. Répartition des chiens**

Le recueil des commémoratifs de chaque patient a été obtenu par la consultation des registres informatiques de l'ENV Toulouse (logiciel informatique Clovis ®). Plusieurs paramètres ont été compilés :

- la race ;
- le poids des chiens ;
- le sexe des chiens ;
- l'âge des chiens.

Les chiens ont été répartis selon leur âge et leur poids, indépendamment de leur race.

Trois catégories d'âge ont été constituées :

- « chien junior » pour les chiens âgés d'un an ou moins ;
- « chien adulte » pour les chiens âgés de 2 ans à 9 ans ;
- « chien senior » pour les chiens âgés de plus de 9 ans.

Quatre gammes de poids ont été définies :

- « chien de petit format » : chiens pesant moins de 10 kg ;
- « chien de format moyen » : chiens pesant entre 10 et 25 kg ;
- « chien de grand format » : chiens pesant entre 25 et 40 kg ;
- « chien de très grand format ou géant » : chiens pesant plus de 40 kg.

### **1.3. Réalisation de l'examen tomodensitométrie**

#### **1.3.1. Protocole de l'examen tomodensitométrie**

Les examens tomodensitométriques ont été réalisés sous anesthésie générale afin de maintenir l'animal immobile en décubitus sternal. Les protocoles anesthésiques employés étaient adaptés au statut de chaque chien. Un suivi des paramètres vitaux (température, pression artérielle, fréquences cardiaque et respiratoire) a été mis en place pour chaque chien.

#### **1.3.2. Acquisition des images**

Les images ont été acquises grâce à un scanner Optima (Philips). Pour chaque examen, divers paramètres ont été enregistrés :

- l'algorithme de reconstruction ou filtre. L'étude n'a porté que sur les images acquises en filtre osseux ;
- l'épaisseur de coupe ;
- la matrice de reconstruction ;
- le temps de rotation ;
- l'angle d'inclinaison ;
- la position de la première et dernière coupe et l'espacement entre chaque coupe.

Une fois le scanner réalisé, les images DICOM ont été transformées en version jpeg par le biais des logiciels Osirix® et Horos®. Pour un chien, l'examen tomodensitométrie était composé d'une série d'images contenant toute une partie de la cavité tympanique (Figure 12). La mesure du volume de la cavité tympanique a été permise par l'étude de chaque image composant l'oreille moyenne.

### **1.4. Traitement des images par le logiciel ImageJ ®**

L'analyse des images a été effectuée à l'aide du logiciel ImageJ®. Pour chaque animal, la totalité des coupes transversales passant par les bulles tympaniques a été importée dans le logiciel.

#### **1.4.1. Présentation générale du logiciel**

ImageJ® est un logiciel multiplateforme et open source de traitement et d'analyse d'images, développé par les National Institutes of Health. Il est écrit en Java et permet l'ajout de nouvelles fonctionnalités via des plugins et macros.

ImageJ® se présente sous la forme d'une fenêtre principale flottante (Figure 14) permettant l'ouverture de fenêtres de données, elles aussi flottantes. La fenêtre principale contient les menus et les boutons des outils disponibles.

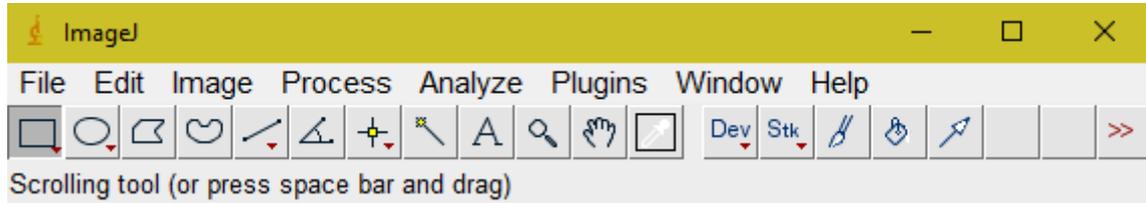


Figure 14 : Fenêtre principale du logiciel ImageJ ®

### 1.4.2. Echelle de codage des nuances de gris

Sur ce logiciel, l'information d'une image est codée de façon binaire à l'aide de 0 et de 1. Cette information élémentaire de 2 possibilités s'appelle le bit.

Plusieurs codages sont alors possibles :

- l'élément codé sur 1 bit n'a que 2 possibilités, soit du noir soit du blanc ;
- l'élément codé sur 2 bits a  $2^2$  possibilités, soit 4 couleurs ;
- l'élément codé sur 4 bits a  $2^4$  possibilités, soit 16 couleurs ;
- l'élément codé sur 8 bits a  $2^8$  possibilités, soit 256 couleurs.

Les images de scanner sont des images codées sur 8 bits. Il y a donc 256 nuances de gris classées de 0 (noir) à 255 (blanc). C'est ce que l'on appelle l'échelle de codage des nuances de gris (Figure 15).

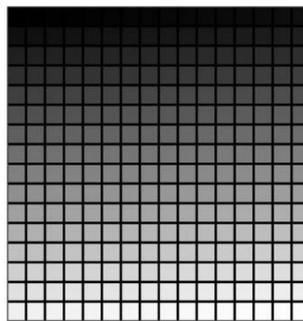


Figure 15 : Echelle de codage des nuances de gris en 8 bits

La compréhension de ce codage est essentielle pour comprendre la réalisation des mesures.

## 1.5. Mesure du volume de la cavité tympanique

Afin de vérifier la faisabilité des mesures et de définir le protocole, une étude préliminaire a été menée sur 4 chiens. Deux types de mesures ont été réalisés : le volume et la longueur des cavités tympaniques.

### 1.5.1. Etude préliminaire sur quatre chiens

Les images issues de l'examen tomodensitométrique sont constituées de plusieurs teintes de gris. L'air, contenu dans la cavité tympanique, est constitué de nuances de gris sombres et de noir. Les mesures des volumes des cavités dépendent de la perception des gris de chaque opérateur. Afin d'être le plus précis et le moins subjectif, une étude a été menée sur 4 chiens pour définir une méthode reproductible permettant de s'affranchir des variations induites par l'opérateur. Pour ces 4 animaux, deux opérateurs différents ont alors réalisé les mesures selon la technique décrite ci-dessous.

#### 1.5.1.1. Mise en place de l'échelle

La mise en place d'une échelle permet de convertir en millimètres des distances exprimées en pixels. Cette étape est essentielle pour obtenir par la suite le volume et la longueur de la cavité tympanique.

Chaque image tomodensitométrique contient une échelle pour laquelle une graduation correspond à un centimètre, soit 10 millimètres. A l'aide de l'outil « straight » situé dans la fenêtre principale, une droite est tracée sur une de ces graduations. Dans l'onglet « analyze » puis dans la rubrique « set scale », la distance en pixels de cette droite est transformée en distance en millimètres en renseignant les cases « known distance », ici 10 mm, et « unit of length », ici millimètres (Figure 16). La sélection de la case « global » permet d'étendre l'échelle à toutes les images qui seront ouvertes par la suite.

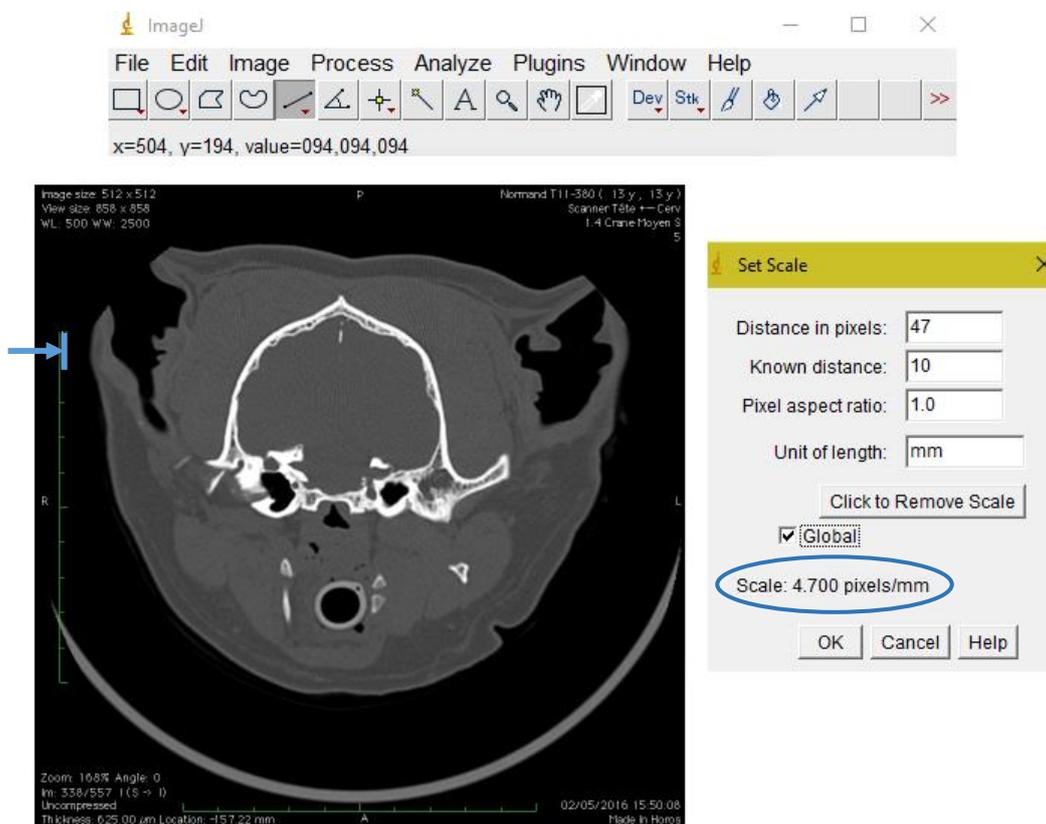


Figure 16 : Définition de l'échelle sur le logiciel ImageJ ®

Dans l'exemple de la figure 16, l'échelle représente 4,7 pixels par millimètres.

Pour chaque chien, cette étape doit être renouvelée sur chaque série d'images.

#### 1.5.1.2. Réalisation des mesures des aires

Une fois l'échelle définie, les deux opérateurs ont réalisé la mesure des aires. Sur chaque image composant une série, la zone aérique, correspondant à la cavité tympanique, a été délimitée à l'aide de l'outil « polygon selections » : le périmètre interne de la cavité tympanique a été tracé point par point en suivant au plus près les parois osseuses. Seuls les pixels noirs voire gris foncés ont été sélectionnés, en prenant soin de ne jamais intégrer de pixels blancs représentant la structure osseuse (Figure 17). Afin d'obtenir le tracé le plus précis possible, les images ont été zoomées

Chaque opérateur a réalisé 5 mesures d'aire par oreille moyenne.

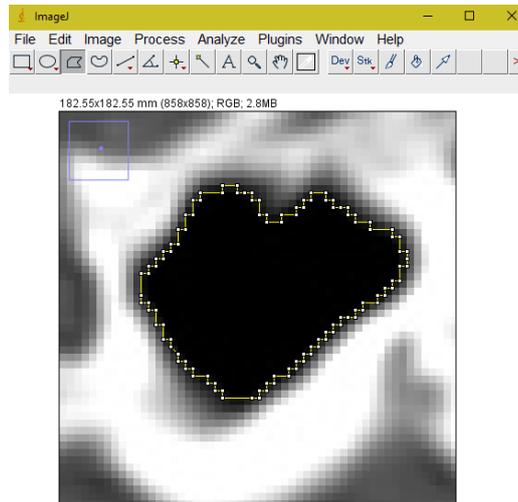


Figure 17 : Sélection du périmètre interne d'une bulle tympanique à l'aide de l'outil « Polygon selections » sur ImageJ®

Une fois le contour de la cavité obtenu, via l'onglet « analyze » puis la rubrique « measure », la mesure de l'aire sélectionnée apparaît dans un tableur (Figure 18).

	Area	Mean	Min	Max
1	41.548	0.302	0	24

Figure 18 : Affichage de l'aire sur ImageJ®

Dans ce tableur, apparaît également deux valeurs : une valeur minimale et une valeur maximale correspondant aux valeurs des nuances de gris sélectionnées dans l'aire. Dans l'exemple ci-dessus, les nuances de gris ont varié, dans l'aire sélectionnée, de 0 (correspondant au noir) à 24 (correspondant au gris foncé).

La colonne « mean » correspond à la moyenne des nuances de gris des pixels sélectionnés dans l'ensemble de l'aire. Par exemple, si dans une aire, trois pixels sont sélectionnés et associés à des nuances de gris respectivement de 0, 1 et 2, la valeur « mean » sera donc égale à  $(0+1+2)/3$  soit 1. Cette colonne n'a pas présenté d'intérêt dans cette étude.

Pour les quatre premiers chiens, la délimitation a donc été réalisée à l'œil sans préparation de l'image. Cette technique reste moyennement reproductible : les variations ont été très importantes, y compris au sein des mesures réalisées par 1 opérateur unique (Figure 19). De plus, en comparant les résultats obtenus par deux opérateurs différents, les aires obtenues sont significativement différentes ( $p < 0,02$  pour 5 oreilles sur 8).

Il a donc été décidé de transformer les images pour faciliter et fiabiliser les mesures.

File	Results			
	Area	Mean	Min	Max
1	24.518	0.483	0	14
2	23.967	0.230	0	8
3	24.242	0.409	0	20
4	24.151	0.327	0	17
5	24.059	0.282	0	14
6	37.282	0.389	0	35
7	37.006	0.203	0	10
8	36.915	0.271	0	23
9	37.006	0.213	0	12
10	37.098	0.287	0	23

**Figure 19 : Mesures pour une image**

Les 5 premières mesures correspondent à l'oreille droite et les 5 dernières à l'oreille gauche.

### 1.5.1.3. Choix des nuances de gris à inclure

Pour les quatre chiens, les cinq mesures d'aire par image et par oreille sont associées à des mesures minimales et maximales des nuances de gris (Figure 19).

La figure 19 montre que les aires mesurées sur une même image ont varié selon la gamme des gris inclus. En effet pour chaque coupe, une surestimation ou une sous-estimation de l'aire peut avoir lieu selon les nuances de gris sélectionnées.

Pour réduire les erreurs, il a été décidé de travailler sur des images transformées en noir et blanc, et donc de supprimer les nuances de gris. Il devient alors plus facile de délimiter les contours des surfaces à mesurer.

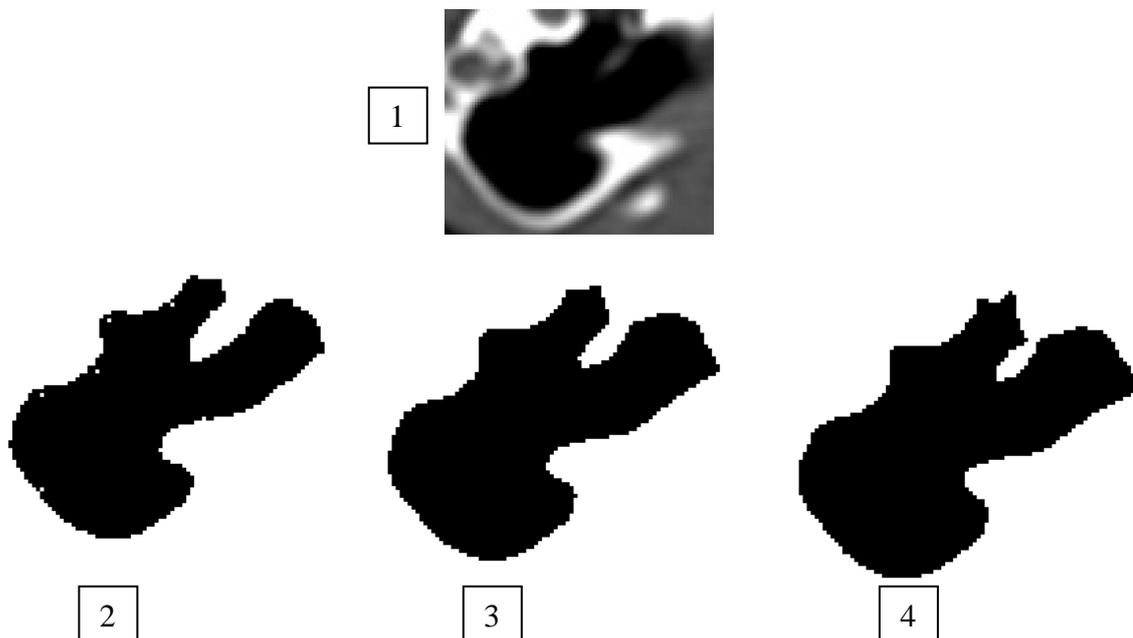
Il faut donc réaliser un seuillage des différentes valeurs afin que toutes les nuances proches

du blanc apparaissent blanches et que les gris foncés deviennent noir. Il s'agissait donc de sélectionner les nuances de gris les plus fréquemment rencontrées afin d'optimiser la précision de la mesure. Ces nuances de gris ont été choisies à partir des résultats obtenus sur les images brutes des 4 premiers chiens (valeurs « Max »).

Sur les 8 oreilles, la moyenne des valeurs maximales (nuances de gris le plus foncé) a été calculée. Sur cinq oreilles, la moyenne a été de 24. Pour les trois autres oreilles, la moyenne a oscillé autour de 36 (34, 35 et 38).

Les images ont été transformées en noir et blanc en se servant de 3 valeurs différentes de seuillage (Figure 20) :

- une première série en sélectionnant des nuances de gris de 0, ce qui revient à transformer tous les pixels de nuance supérieure à 0 en blanc (c'est-à-dire que toutes les teintes de gris sont considérées comme du blanc) ;
- une deuxième série en sélectionnant des nuances de gris de 24, ce qui revient à transformer tous les pixels de nuance supérieur ou égale à 24 en blanc et tous les pixels strictement inférieur à 24 en noir ;
- une troisième série en sélectionnant des nuances de gris de 36, ce qui revient à transformer tous les pixels de nuance supérieur ou égale à 36 en blanc et tous les pixels strictement inférieur à 36 en noir.



**Figure 20 : Transformation des images après sélection de 3 nuances de gris différentes**

1 : Image initiale ; 2 : Transformation en sélectionnant des nuances de gris de 0 ; 3 : Transformation en sélectionnant des nuances de gris de 24 ; 4 : Transformation en sélectionnant des nuances de gris de 36.

La figure 20 montre les différences d'aires obtenues en fonction des transformations réalisées. Plus les nuances de gris transformées en noir sont nombreuses, plus l'aire est

importante (ici aire de l'image 4 plus importante que l'aire de l'image 3 par exemple) et inversement.

Le tableau 1 répertorie les différentes aires mesurées par les deux opérateurs ainsi que celles obtenues sur les images transformées en fonction des 3 nuances de gris sélectionnées.

	Aire totale	Opérateur 1	Opérateur 2	Nuance de gris 0	Nuance de gris 24	Nuance de gris 36
Chien 1	Oreille droite	289,76	300,86	266,17	277,06	296,15
	Oreille gauche	324,10	340,30	296,74	325,54	353,69
Chien 2	Oreille droite	877,61	879,83	826,06	877,96	906,85
	Oreille gauche	894,34	892,07	843,41	891,99	931,61
Chien 3	Oreille droite	1129,09	1149,58	1074,36	1165,12	1225,48
	Oreille gauche	748,32	765,20	702,72	775,80	813,36
Chien 4	Oreille droite	2407,01	2429,36	2291,51	2408,89	2477,48
	Oreille gauche	2535,57	2570,57	2411,51	2546,62	2590,22

**Tableau 1 : Aires totales obtenues pour les 4 premiers chiens par les deux opérateurs à l'œil nu et après transformation**

Par traitement statistique à l'aide du logiciel Tanagra®, les trois types de mesures obtenues ont été comparés à celles obtenues sur les images brutes par les deux opérateurs. Après avoir vérifié les conditions (loi normale et variance homogène) pour pouvoir effectuer un test paramétrique, un T-test de Student apparié a été réalisé.

Pour les huit oreilles analysées, les mesures réalisées sur les images de seuillage à 0 et à 36 ont été significativement différentes dans tous les cas aux mesures réalisées sur images brutes ( $p < 0,05$  voire à 0,01 pour 7 mesures à 36 et 6 mesures à 0). Cela signifie que ces transformations de l'image ne permettent pas de s'approcher de l'aire réelle (sous ou surestimation).

Les images de seuillage à 24 sont celles dont les aires se rapprochent le plus de celles des images brutes ( $p > 0,05$ ). C'est donc ce seuillage qui permet d'obtenir les valeurs des aires les plus proches de la réalité.

Par la suite les images ont donc été analysées après cette transformation.

#### 1.5.1.4. Méthode de calcul du volume de la cavité tympanique

Un volume correspond à un objet défini sur trois dimensions. Chaque image tomodensitométrique correspond à une coupe et est associée à une épaisseur de coupe. Pour chaque image, l'aire occupée par la cavité tympanique a été mesurée. Le volume de la coupe a été obtenu en multipliant l'aire mesurée par l'épaisseur de la coupe [11].

Enfin, en sachant que l'épaisseur a été la même pour toutes les coupes d'une série, le volume total de la cavité tympanique a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Volume de la cavité tympanique (mm}^3\text{)} = \text{Somme des aires (mm}^2\text{)} \times \text{Epaisseur de coupe (mm)}$$

### 1.5.2. Etude principale : Réalisation des mesures après traitement de l'image

Les mesures ont été réalisées sur des images en noir et blanc obtenues en transformant les pixels de nuance supérieur ou égale à 24 en blanc et les pixels de nuance strictement inférieur à 24 en noir. Cette étape est permise par l'onglet « image » puis la rubrique « adjust » et enfin la sous-rubrique « brightness/contrast » : la valeur 23 est indiquée comme valeur minimale et 24 comme valeur maximale (Figure 21).

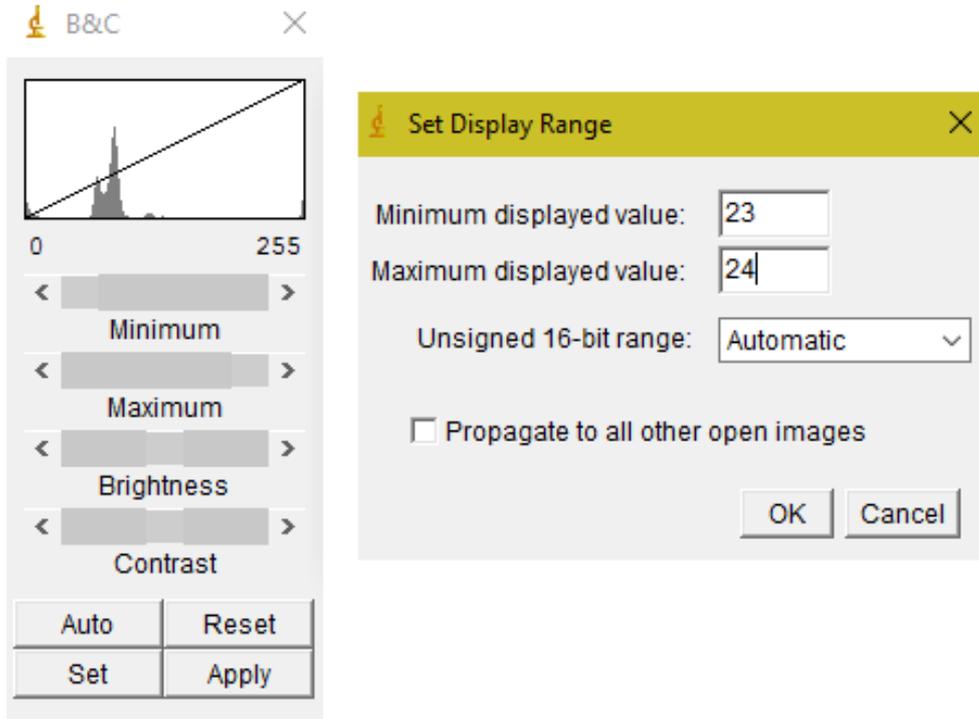


Figure 21 : Transformation de l'image sur ImageJ®

Les aires sont alors mesurées sur ces images à l'aide de l'outil « wand ». Cet outil permet de sélectionner en un seul clic l'ensemble des pixels noirs. La valeur obtenue correspond à l'aire de la cavité tympanique lorsque celle-ci est close (Figure 22).

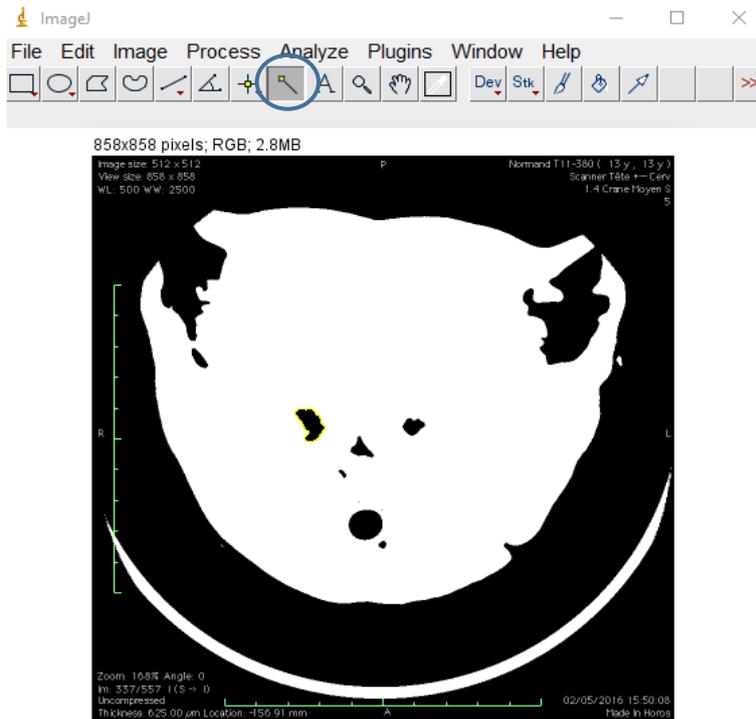


Figure 22 : Mesure de l'aire d'une cavité tympanique droite de chien par l'outil « wand » sur ImageJ ®

Cependant, sur certaines images, le conduit auditif externe était en continuité avec la cavité tympanique. Le conduit contenant lui aussi de l'air, l'aire mesurée associait alors les 2 structures. Il a donc été nécessaire de délimiter la fin de la cavité tympanique en faisant apparaître la membrane tympanique qui est invisible en fenêtre osseuse. En se basant sur l'anatomie physiologique du chien, la membrane tympanique a été tracée selon un angle de 45° par rapport à l'axe de la portion horizontale du canal auditif externe, entre les deux promontoires osseux (Figure 23) [11]. Une fois cette délimitation faite, l'outil « wand » a pu être utilisé.

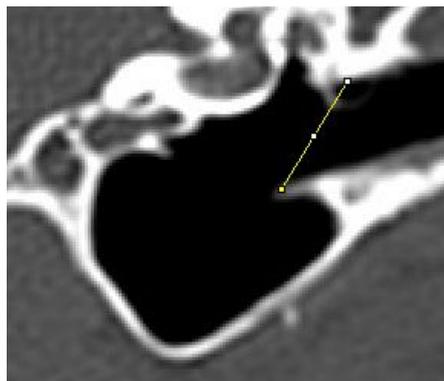


Figure 23 : Délimitation de la membrane tympanique sur une oreille saine

Pour les chiens présentant des otites externes sans atteinte de l'oreille moyenne, la membrane tympanique a été plus facile à repérer grâce à l'obstruction du canal auditif externe. En effet, le contenu venait alors dessiner le contour du tympan. C'est cette limite qui a été prise en compte (Figure 24).

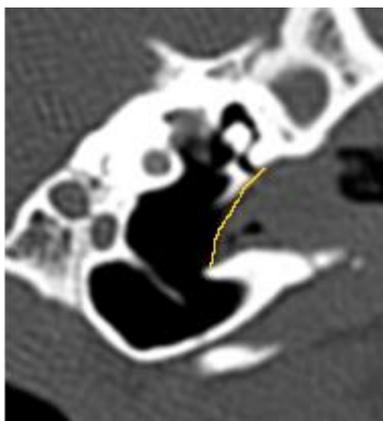


Figure 24 : Délimitation de la membrane tympanique en présence d'une otite externe

## 1.6. Mesure de la longueur de la cavité tympanique

La longueur de la cavité tympanique constitue la deuxième mesure réalisée sur les images tomodensitométriques en noir et blanc. Dans un premier temps, le nombre de coupes composant la cavité tympanique a été défini. La longueur de la cavité tympanique a été obtenue en multipliant le résultat par l'épaisseur des coupes.

## 1.7. Analyse statistique

### 1.7.1. Outils statistiques

Les données de cette étude ont été analysées grâce aux logiciels EXCEL® (Microsoft, 2012) et TANAGRA®.

### 1.7.2. Tests statistiques

A partir de ces mesures, il a été étudié, pour les chiens mésocéphales et les chiens brachycéphales, l'influence des paramètres suivants sur la taille de la cavité tympanique :

- l'anatomie de l'animal : effet de la latéralisation de l'oreille, existence d'otolithe ;
- les affections : présence ou non d'otite externe ;
- le poids de l'animal ;
- les paramètres épidémiologiques de l'animal, c'est-à-dire l'influence de la race, de l'âge et du sexe.

Le test des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon et le test des rangs de Kruskal-Wallis, tests non paramétriques, respectivement pour deux et plusieurs variables, ont été utilisés pour comparer les volumes et les longueurs des cavités tympaniques (oreille droite, oreille gauche et moyenne des deux) des différents chiens en fonction de plusieurs paramètres (poids, race, sexe). Deux valeurs ont été considérées comme différentes si  $p$  était inférieur à 5% ( $p < 0,05$ ).

## **2. Résultats**

### **2.1. Population**

#### **2.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion**

105 scanners de crânes de patients ont été répertoriés. 16 ont été exclus en raison de lésions de l'oreille moyenne : otite moyenne, masse, lyse de la paroi de la bulle tympanique. Un chien a été exclu par manque d'informations cliniques.

Au final, cette étude a donc porté sur 87 animaux séparés en deux groupes :

- les chiens mésocéphales : chiens dont le crâne est de longueur et largeur moyenne. Ils représentent 75 % des chiens rencontrés en France (race de type labrador, berger allemand, etc.) [4] ;
- les chiens brachycéphales : chiens dont le crâne est aussi développé dans le sens latéral que dans le sens longitudinal, aboutissant à un faciès plat avec un nez écrasé. Les races de chiens brachycéphales regroupent les Bouledogues français et anglais, le Boston Terrier, le Pékinois, le Carlin, le Shi Tzu, le Lhasa Apso, le Shar Peï, le Boxer, le Bulldog américains, le Dogue de Bordeaux, le Mastiff, le Mâtin de Naples, etc. [4] [5].

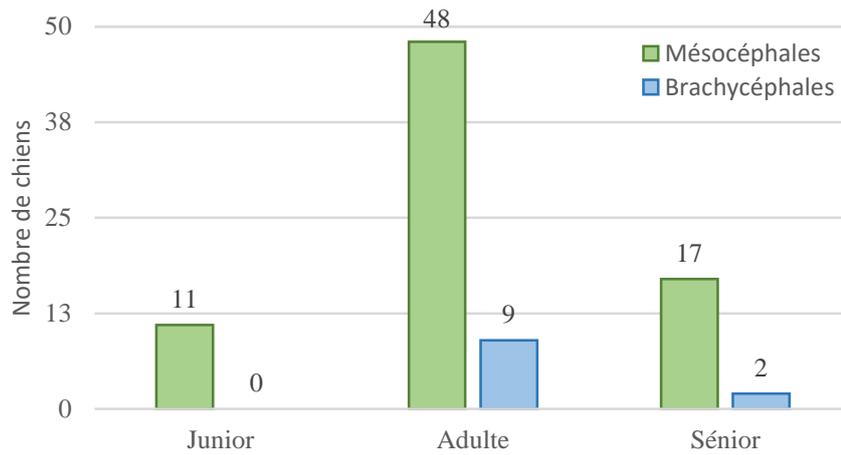
Un seul chien dolichocéphale étant représenté, il n'a pas été inclus dans l'étude.

Les motifs des examens tomodensitométriques ont été multiples : otites, crises convulsives, bilan d'extension tumorale, fractures des os du crâne, rhinite, reverse sneezing, syndrome vestibulaire, dysplasie des coudes, jetage nasal, syndrome de Cushing, tendinopathie bicipitale.

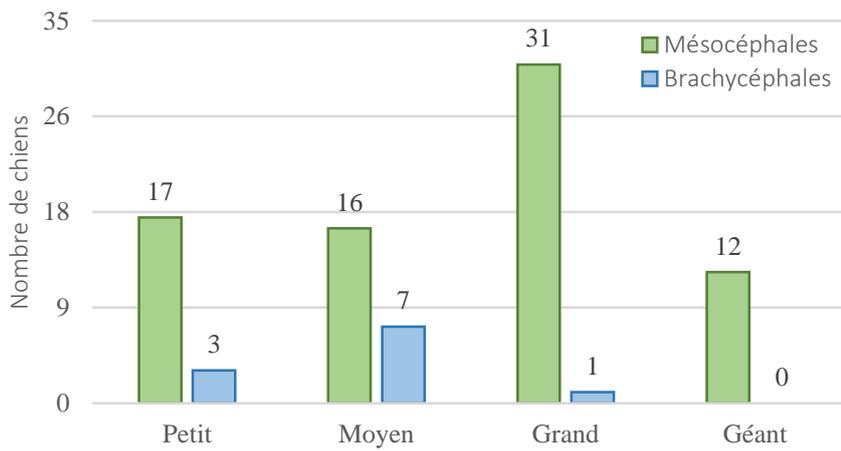
#### **2.1.2. Données épidémiologiques**

76 chiens mésocéphales ont été retenus, soit 87,4 % des animaux inclus dans l'étude. Au sein de ce groupe, se trouvaient 27 femelles et 49 mâles d'âge moyen de 6,2 ans et de poids moyen de 26,5 kg (Figures 25 et 26).

Les chiens brachycéphales ont regroupé 11 chiens, soit 12,6 % des animaux inclus dans l'étude. Ce groupe a été constitué de 7 femelles et 4 mâles d'âge moyen 5,8 ans et de poids moyen 15 kg. Le groupe ne contenait ni chien de moins de 1 an, ni de très grand format (Figures 25 et 26).

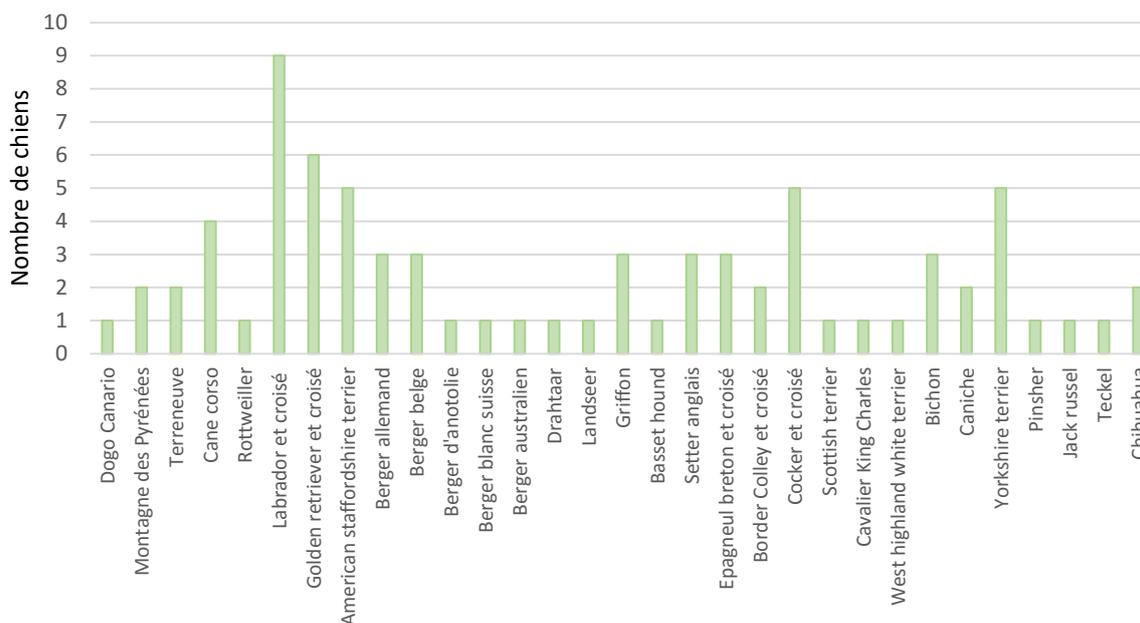


**Figure 25 : Répartition des chiens mésocéphales et brachycéphales en fonction de leur âge**



**Figure 26 : Répartition des chiens mésocéphales et brachycéphales en fonction de leur format**

Trente-quatre types raciaux étaient représentés dont trente et un chez les chiens mésocéphales (Figure 27).



**Figure 27 : Répartition des chiens mésocéphales par race**

Le groupe des brachycéphales était composé de trois races : 5 Shar Peï, 5 bouledogues français et 1 Shi Tzu.

Sur les 76 chiens mésocéphales, 145 oreilles moyennes ont été analysées. En effet, 7 oreilles ont été exclues car présentant des anomalies de l'oreille moyenne : 2 masses tumorales et 5 otites moyennes.

Sur les 145 oreilles moyennes, 52 étaient associées à des otites externes sans répercussion sur la cavité tympanique et 4 ont présenté des otolithes.

Sur les 11 chiens brachycéphales, 21 oreilles moyennes ont été analysées. En effet, une oreille a été exclue car présentant des anomalies de la cavité tympanique.

Sur les 21 oreilles moyennes, seulement une n'était pas associée à une otite externe et une présentait un otolithe.

## **2.2. Volumes et longueurs des cavités tympaniques**

La moyenne des volumes des cavités tympaniques des chiens mésocéphales (sans distinction de race, poids ou de sexe) a été de  $2,95 \pm 1,63 \text{ cm}^3$ , et celle des brachycéphales de  $1,69 \pm 1,1 \text{ cm}^3$ . Les résultats individuels sont présentés en annexes 2 et 3.

Les moyennes des volumes et des longueurs des cavités tympaniques des différentes catégories (sexe, poids ou âge) sont présentées dans les tableaux 2, 3, 4 et 5.

		Mésocéphale		Brachycéphale	
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Volume (cm <sup>3</sup> )	Petit	0,77	0,32	0,85	0,37
	Moyen	2,28	0,74	1,86	0,95
	Grand	3,90	1,05	3,69	0,13
	Géant	4,52	0,96	/	/
Longueur (mm)	Petit	27,07	4,06	28,13	2,12
	Moyen	38,30	4,60	34,81	7,00
	Grand	45,16	6,39	42,50	1,77
	Géant	46,39	3,66	/	/

**Tableau 2 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction du gabarit des chiens**

		Mésocéphale		Brachycéphale	
		Moyenne	Ecart- type	Moyenne	Ecart- type
Volume (cm <sup>3</sup> )	Mâle	3,34	1,47	2,10	1,34
	Femelle	2,22	1,66	1,58	0,91
Longueur (mm)	Mâle	42,05	8,14	36,02	5,78
	Femelle	35,66	9,20	32,50	7,64

**Tableau 3 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction du sexe des chiens**

		Mésocéphale		Brachycéphale	
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Volume (cm <sup>3</sup> )	Junior	2,90	1,96	/	/
	Adulte	3,25	1,49	2,04	1,09
	Sénior	2,21	1,54	0,79	0,14
Longueur (mm)	Junior	37,23	11,99	/	/
	Adulte	42,01	7,81	35,39	7,06
	Sénior	35,93	8,34	27,97	1,93

**Tableau 4 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction de l'âge des chiens**

Race	Volume (cm <sup>3</sup> )		Longueur (mm)	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Dogo Canario	3,69	0,07	49,06	0,44
Montagne des Pyrénées	5,39	0,70	48,91	4,85
Terreneuve	3,79	0,45	46,56	0,63
Cane corso	4,63	1,01	46,33	4,15
Rottweiler	4,31	0,04	40,63	2,65
Labrador et croisé	3,76	0,94	43,54	2,70
Golden retriever et croisé	4,25	1,09	47,56	3,86
American Staffordshire terrier	2,97	0,75	37,50	9,26
Berger allemand	3,49	0,10	45,75	3,17
Berger belge	3,83	0,25	47,71	2,55
Berger d'Anatolie	6,01	0,16	55	1,77
Berger blanc suisse	4,73	0,22	50,94	2,21
Berger australien	2,65	0,11	37,81	1,33
Drahthaar	4,33	0,23	48,75	0,88
Landseer	6,61	0,30	49,69	0,44
Griffon	3,94	0,71	46,38	2,81
Basset hound	2,81	0	35	0
Setter anglais	2,27	0,98	40,83	6,42
Epagneul breton et croisé	2,07	0,28	38,54	5,46
Border Colley et croisé	3,47	0,82	44,06	6,51
Cocker	1,88	0,42	36,25	2,39
Scottish terrier	1,65	0,04	32,19	1,33
Cavalier King Charles	0,78	0,15	29,38	0
West Highland white terrier	1,31	0	30,63	0
Bichon	0,78	0,06	26,98	2,35
Caniche	0,67	0,11	25,94	2,72
Yorkshire terrier	0,64	0,35	25,76	4,13
Pinscher	1,39	0,02	36,25	0
Jack Russel	1,18	0,01	30,63	0,88
Teckel	1,05	0,01	27,19	0,44
Chihuahua	0,46	0,14	22,81	2,19
Sharpei	2,54	0,92	37,61	7,40
Bouledogue français	0,90	0,32	30,18	2,27
Shi tzu	0,77	0,05	26,56	0,44

**Tableau 6 : Volume et longueur de la cavité tympanique en fonction de la race des chiens**

## **2.3. Influence de l'anatomie des oreilles sur le volume et la longueur**

### **2.3.1. Influence de la latéralisation de l'oreille chez le chien**

Sur les 79 chiens pour lesquels les mesures ont pu avoir lieu sur les 2 oreilles, aucun n'a montré de différence significative de volume entre ses oreilles moyennes droite et gauche. Ce résultat a été observé dans les 2 groupes mésocéphale et brachycéphale (respectivement  $p = 0,78$  et  $p = 0,94$ ).

Il en a été de même pour les longueurs des cavités tympaniques droite et gauche ( $p = 0,56$  chez les chiens mésocéphales et  $p = 0,68$  chez les chiens brachycéphales).

### **2.3.2. Influence des otites externes ou des otolithes chez le chien**

La présence d'otite externe ou d'otolithe n'a influé ni sur le volume ni sur la longueur de la cavité tympanique, quel que soit le groupe ( $p = 0,51$  pour le volume et  $p = 0,82$  pour la longueur chez les mésocéphales ;  $p = 0,13$  pour le volume et  $p = 0,051$  pour la longueur chez les brachycéphales).

### **2.3.3. Bilan**

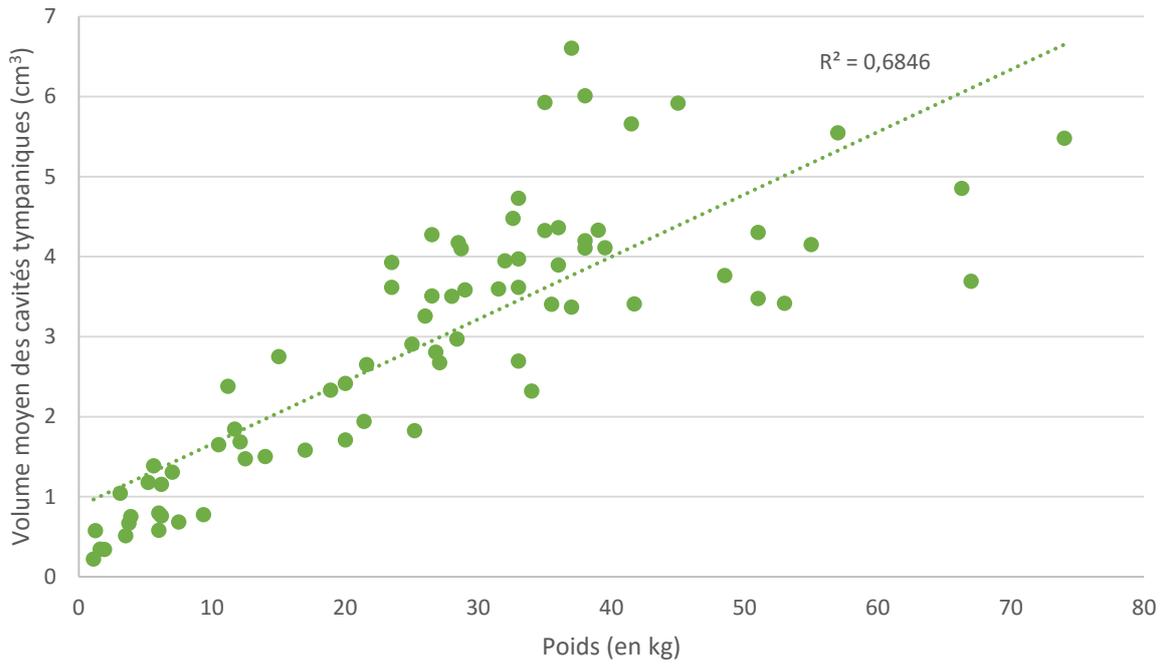
Les paramètres anatomiques n'ayant pas d'influence sur la taille de la cavité tympanique, les résultats suivants ont été obtenus à partir des moyennes de volume et de longueur de la cavité tympanique, sans prendre en considération les otolithes ou les otites externes.

## **2.4. Influence du poids sur le volume et la longueur des cavités tympaniques**

### **2.4.1. Corrélation linéaire entre poids, volume et longueur de la cavité tympanique**

Sur l'ensemble des résultats obtenus, le volume et la longueur de la cavité tympanique ont augmenté avec le poids de l'animal : les coefficients de corrélation linéaire ont été significativement différents dans les 2 groupes ( $R^2 > 0,4$ ) (Figures 28 et 29).

### Chiens mésocéphales



### Chiens brachycéphales

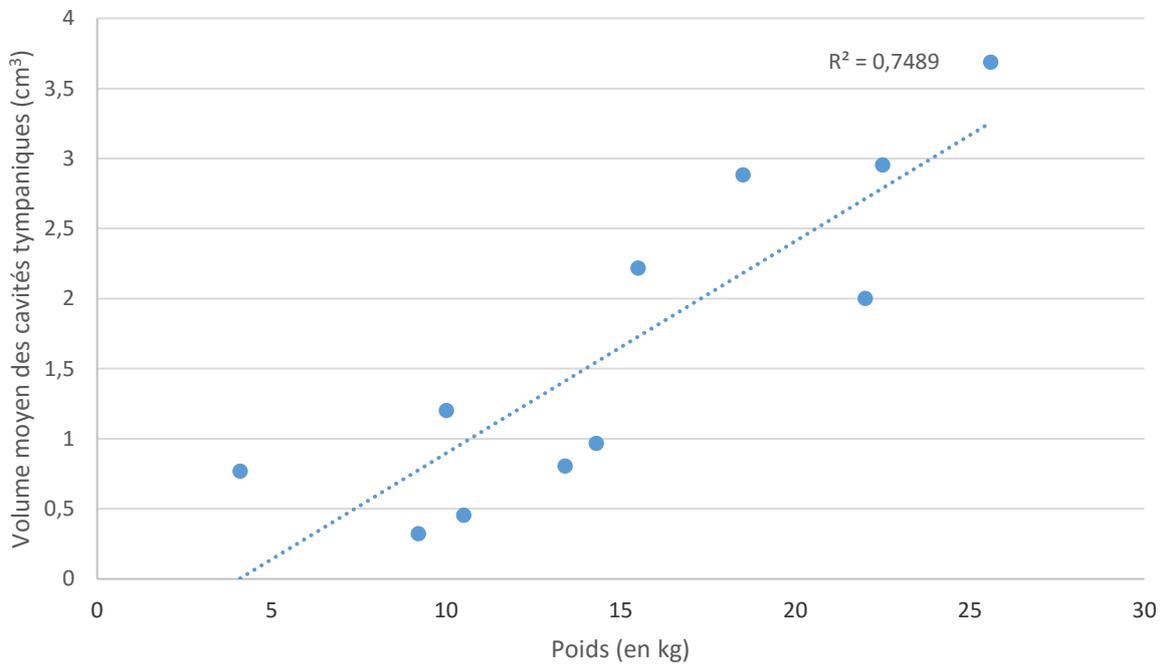
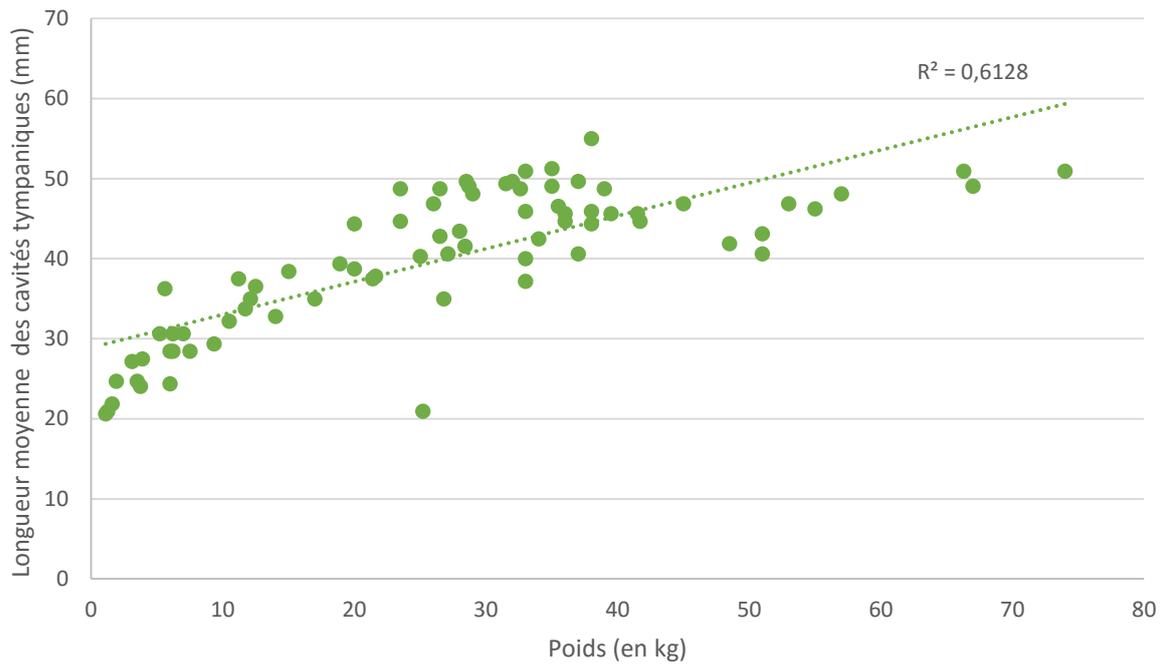


Figure 28 : Volume moyen des cavités tympaniques en fonction du poids chez les chiens mésocéphales et brachycéphales

### Chiens mésocéphales



### Chiens brachycéphales

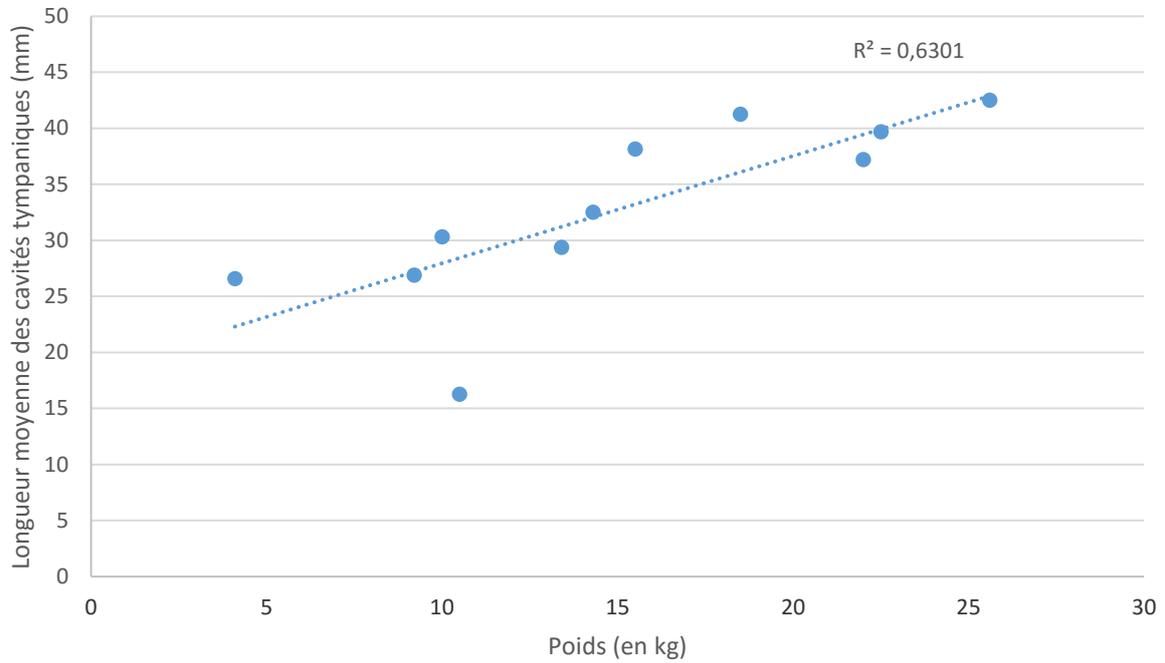
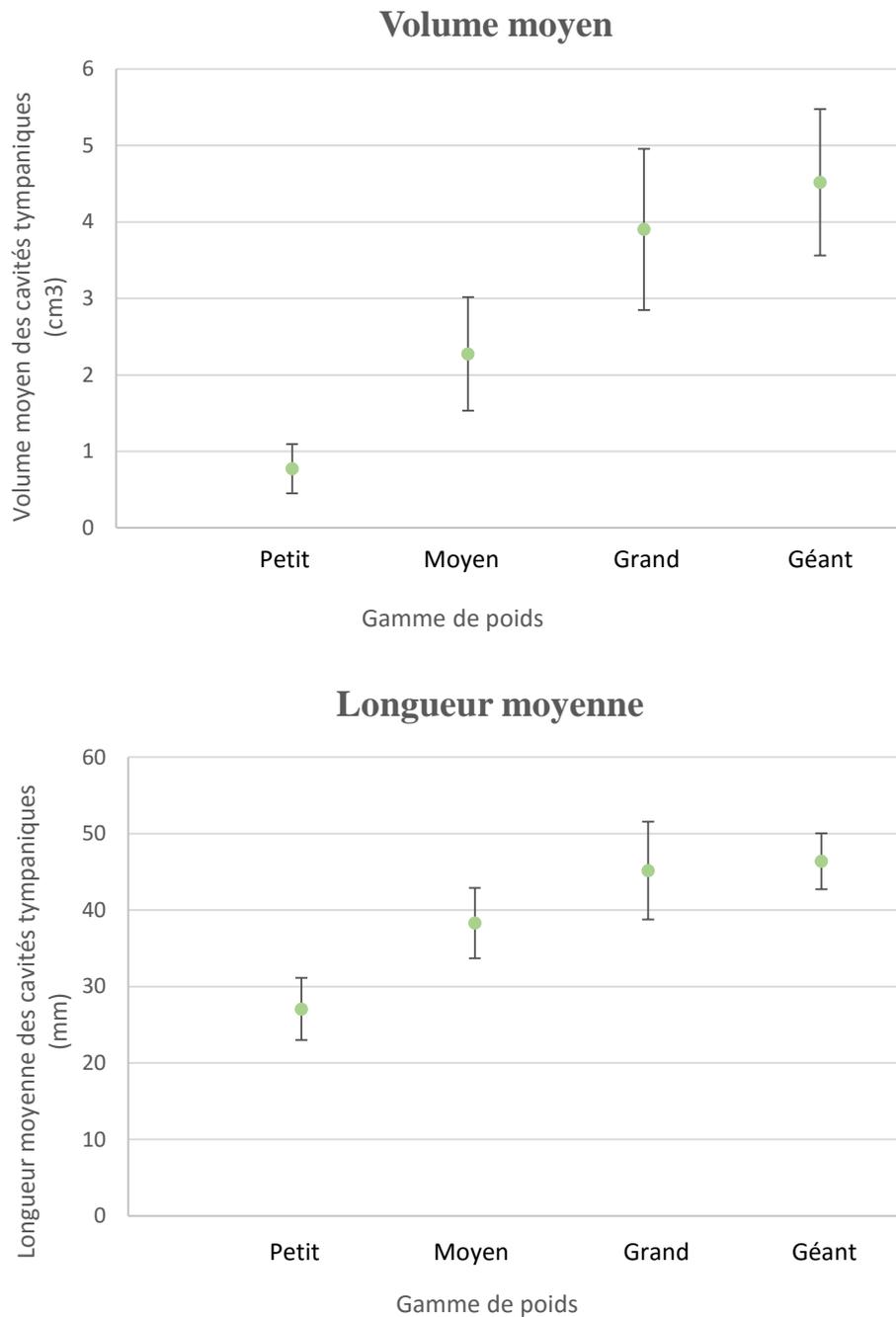


Figure 29 : Longueur moyenne des cavités tympaniques en fonction du poids chez les chiens mésocéphales et brachycéphales

## 2.4.2. Influence du format de l'animal sur la taille de la cavité tympanique

### 2.4.2.1. Chez les chiens mésocéphales

Selon le test des rangs de Kruskal-Wallis, le volume et la longueur des cavités tympaniques ont significativement augmenté en fonction du poids des chiens ( $p < 0,0001$ ) (Figure 30).



**Figure 30 : Influence du format des chiens sur le volume moyen et la longueur moyenne de la cavité tympanique des chiens mésocéphales**

La répartition des chiens en fonction de leur format (petit, moyen, grand et géant) a permis une analyse plus précise. En effet, après ajout d'une correction de Bonferroni, les gammes de poids ont été comparées deux à deux. Pour pouvoir affirmer qu'une différence était significative entre deux gammes de poids, la p-value devait être, dans cette situation, inférieure à 0,017.

Selon le test des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon, les volumes et longueurs de la cavité tympanique ont été significativement différents entre les petits et moyens gabarits ainsi que les moyens et grands gabarits. En revanche, les volumes et longueurs n'ont pas montré d'évolution significativement différente entre les grands formats et les géants (Tableau 6).

<b>Formats</b>	<b>Volume</b>	<b>Longueur</b>
Petits et moyens	p < 0,0001	p < 0,0001
Petits et grands	p < 0,0001	p < 0,0001
Petits et géants	p < 0,0001	p < 0,0001
Moyens et grands	p < 0,0001	p < 0,0001
Moyens et géants	p < 0,001	p < 0,0001
Grands et géants	p = 0,039	p = 0,72

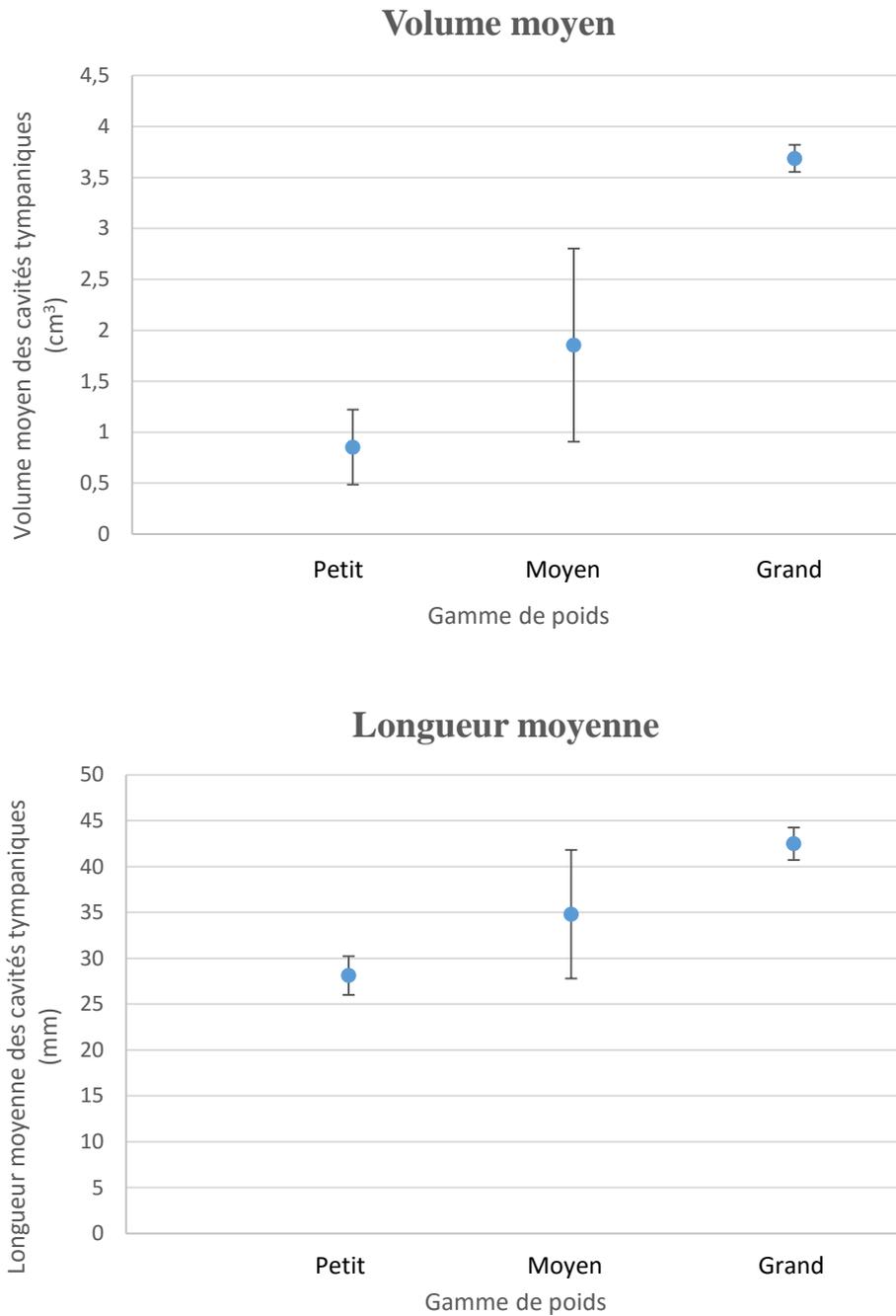
**Tableau 7 : Influence du format sur les dimensions de la cavité tympanique chez les chiens mésocéphales**

#### 2.4.2.2. Chez les chiens brachycéphales

Selon le test des rangs de Kruskal-Wallis, le volume et la longueur des cavités tympaniques ont significativement augmenté en fonction du poids des chiens (p = 0,01) (Figure 31).

Les gammes de poids ont ensuite été comparées deux à deux, en rajoutant une correction de Bonferroni. La gamme grand format ne contenant qu'un animal, l'échantillonnage n'a pas permis de réaliser les tests.

Selon le test des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon, les volumes des cavités tympaniques n'ont pas montré de différences significativement différentes entre les chiens de petit et moyen formats (p = 0,091). En revanche, les longueurs ont été statistiquement différentes entre les 2 groupes (p = 0,023).



**Figure 31 : Influence du format des chiens sur le volume moyen et la longueur moyenne de la cavité tympanique des chiens brachycéphales**

## 2.5. Influence des paramètres épidémiologiques

Trois paramètres ont été étudiés :

- l'influence du sexe de l'animal ;
- l'influence de l'âge de l'animal ;

- l'influence de la race de l'animal.

### 2.5.1. Influence du sexe de l'animal

Le groupe des chiens mésocéphales de 27 femelles et 49 mâles, le groupe des chiens brachycéphales était constitué de 7 femelles et 4 mâles.

#### 2.5.1.1. Chez les chiens mésocéphales

Sur la population globale, les mâles ont présenté des cavités tympaniques significativement plus grandes que les femelles ( $p < 0$ ) (Figures 32 et 33).

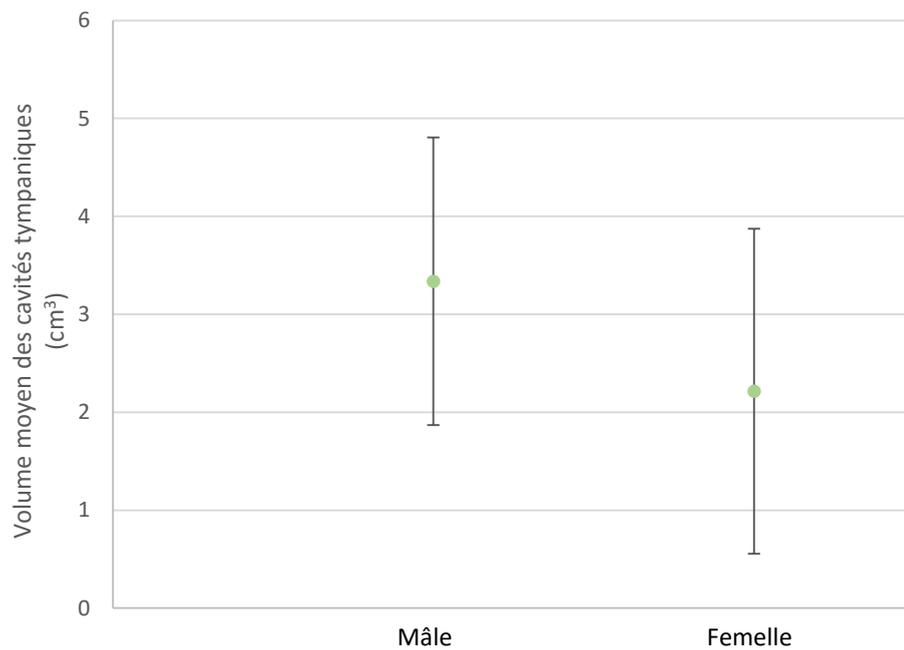
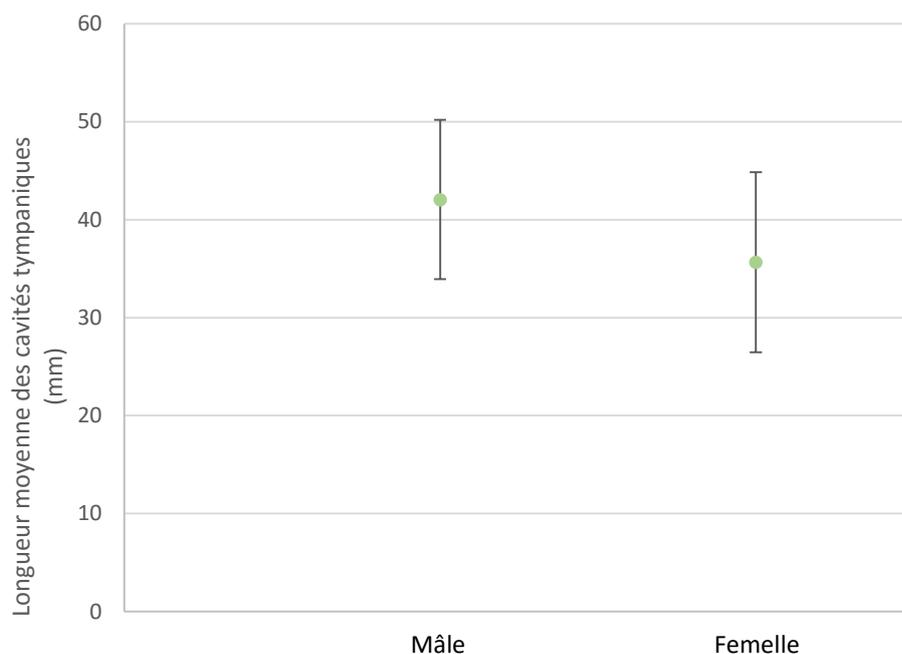
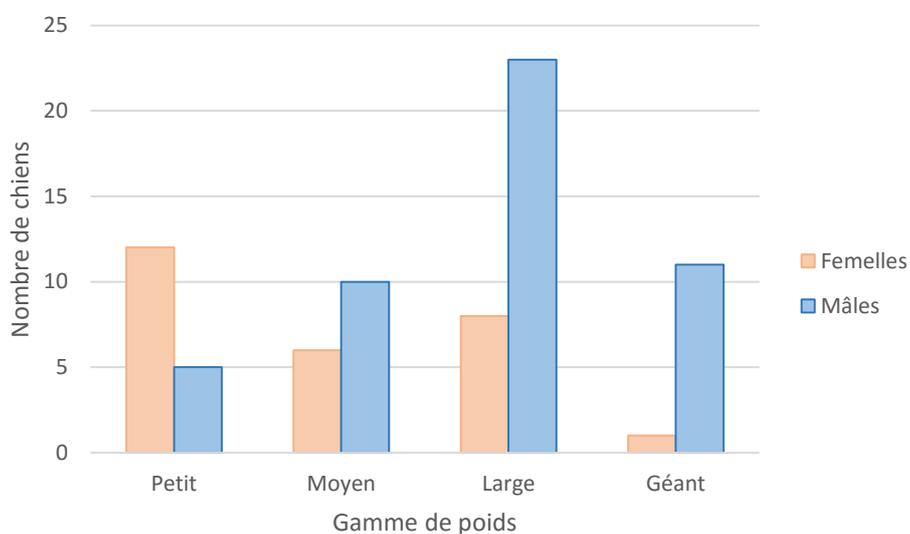


Figure 32 : Volumes moyens de la cavité tympanique des chiens mésocéphales en fonction du sexe



**Figure 33 : Longueurs moyennes de la cavité tympanique des chiens mésocéphales en fonction du sexe**

Cependant, il existe une répartition parfois très inégale entre mâles et femelles au sein des gammes de poids. En effet, les femelles étaient majoritairement de plus petit gabarit que les mâles (Figure 34).



**Figure 34 : Répartition des femelles et des mâles chez les chiens mésocéphales en fonction du format**

Ainsi, en rajoutant la correction de Bonferroni, la comparaison des volumes et longueurs des cavités tympaniques entre femelles et mâles au sein d'une même gamme de poids a montré que les différences n'étaient plus significatives (Tableau 7).

<b>Formats</b>	<b>Volume</b>	<b>Longueur</b>
Petits	p = 0,63	p = 0,96
Moyens	p = 0,24	p = 0,98
Grands	p = 0,67	p = 0,63
Géants	p = 0,05	p = 0,82

**Tableau 9 : Influence du sexe sur les dimensions de la cavité tympanique chez les chiens mésencéphales par format**

#### 2.5.1.2. Chiens brachycéphales

Pour les brachycéphales, aucune influence significative du sexe n'a pu être mise en évidence sur le volume et la longueur de la cavité tympanique (test des rangs de Kruskal-Wallis, respectivement  $p = 0,32$  et  $p = 0,21$ ).

#### **2.5.2. Influence de l'âge**

Chez les chiens mésocéphales, il existe une différence significative de volume et de longueur des cavités tympaniques en fonction de l'âge (test des rangs de Kruskal-Wallis, respectivement  $p = 0,015$  et  $p = 0,0019$ ).

Cependant, après correction de Bonferroni (seuil  $p < 0,025$  dans cette catégorie), il n'existe pas de différence significative de volume entre les chiens jeunes et adultes (test des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon,  $p = 0,33$ ). En revanche, la différence est significative entre les chiens adultes et âgés (test des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon,  $p = 0,021$ ).

Pour les chiens brachycéphales, en raison de l'absence de chiens juniors et la faible représentativité des chiens sénior (1 cas), il n'a pu être réalisé de tests.

#### **2.5.3. Influence de la race**

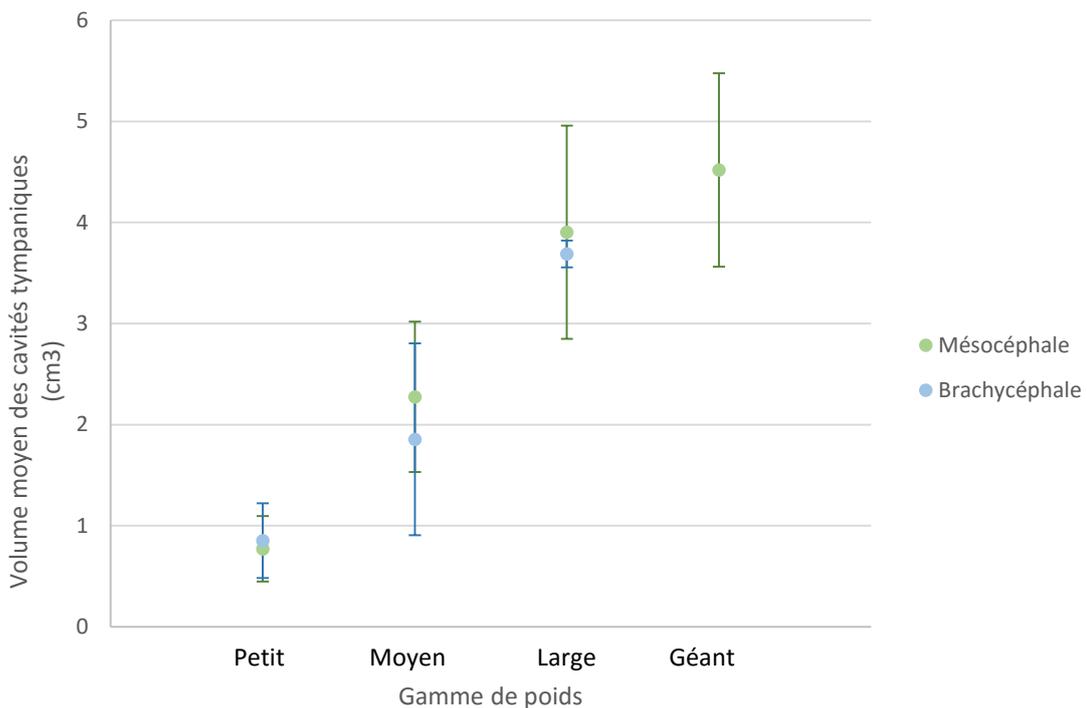
Trente et une races ont constitué le groupe des chiens mésocéphales et trois celui des chiens brachycéphales.

Selon le test des rangs de Kruskal-Wallis, la différence de volume et de longueur de la cavité tympanique est significative entre les races ( $p < 0$  pour les mésocéphales et  $p = 0,006$  pour les brachycéphales).

## 2.6. Comparaison chiens mésocéphales/chiens brachycéphales

Tous formats confondus, le volume moyen de la bulle tympanique des chiens brachycéphales est significativement plus faible que celui des chiens mésocéphales (test des rangs de Kruskal-Wallis, p-value = 0,0021).

En revanche, l'étude par format ne montre pas de différence significative, au sein de chaque groupe, entre les volumes des bulles tympaniques des chiens mésocéphales et des chiens brachycéphales (Figure 35 et Tableau 8).



**Figure 35 : Comparaison des volumes moyens des cavités tympaniques des chiens brachycéphales et mésocéphales en fonction de la gamme de poids**

Formats	Volume	Longueur
Petits	p = 0,51	p = 0,70
Moyens	p = 0,31	p = 0,25
Grands	p = 0,62	p = 0,23

**Tableau 10 : Comparaison des volumes et des longueurs de la cavité tympanique entre chiens mésocéphales et brachycéphales par gamme de poids**

Aucune différence significative n'a été mise en évidence au niveau des longueurs des bulles tympaniques entre des chiens mésocéphales et brachycéphales pour une même gamme de poids (Tableau 8).

### **3. Discussion**

Le recrutement des chiens de l'étude s'est basé sur la consultation des registres des examens tomodensitométriques réalisés à l'ENV Toulouse entre 2015 et 2016, date de mise en service du scanner. Seuls les animaux pour lesquels l'examen incluait une vue des oreilles moyennes ont été sélectionnés.

La présence d'atteintes de l'oreille moyenne ou le manque d'informations cliniques a conduit à l'exclusion de 18 chiens soit 17 % des examens initialement présélectionnés.

Au final, le grand nombre de chiens inclus dans cette étude (87 chiens) a conféré un certain degré de signification.

Les deux groupes de chiens inclus dans l'étude ont été définis selon leur type racial : les chiens mésocéphales et les chiens brachycéphales. La présence d'un seul chien dolichocéphale a conduit à son exclusion, l'effectif ne permettant pas de mener des comparaisons.

La répartition des chiens dans les 2 groupes montre une nette prédominance des chiens mésocéphales par rapport aux chiens brachycéphales (87,4 % de mésocéphales contre 12,6 % de brachycéphales). Il faut noter que les 2 principales indications d'examen tomodensitométrique chez les brachycéphales sont les otites chroniques (63,6% des cas) et les suspicions de hernie discale. Dans le cas des otites, l'atteinte de l'oreille moyenne étant fréquente, les nombreux examens disponibles n'ont pu être exploités. Quant aux suspicions d'hernie discale, l'affection est plus rarement localisée en région cervicale, de ce fait, l'examen ne comprend pas la tête. Ces raisons expliquent en grande partie le faible effectif de ces chiens, et compromettent l'interprétation des résultats concernant cette population.

Les protocoles utilisés pour la réalisation des examens tomodensitométriques des animaux ont été identiques. La lecture et l'interprétation des examens ont été réalisées par un seul imageur, ce qui confère une grande fiabilité aux données. De ce fait, les chiens inclus dans l'étude ne présentaient pas d'atteinte de l'oreille moyenne et les mesures étaient donc réalisables.

L'examen tomodensitométrique reste l'examen de choix pour l'obtention du volume de la cavité tympanique [11]. En effet, une étude a comparé deux techniques de mesure :

- une première, réalisée sur des cadavres, par remplissage de la cavité tympanique avec de l'eau après réalisation d'une ostéotomie ventrale. Le volume total d'eau injectée était alors mesuré pour indiquer le volume total de la cavité tympanique ;
- une deuxième par emploi de la tomodensitométrie. L'aire de chaque image était calculée afin d'obtenir le volume via la formule définie en partie 1.5.1.2.

L'auteur indique que le recours à la tomodensitométrie permet une plus grande précision dans la mesure des volumes et donc une plus grande fiabilité. La technique est également

moins invasive et plus simple à réaliser.

Une des principales étapes de cette étude a été d'établir une méthode standardisée, répétable et fiable permettant la réalisation des mesures, tout en s'inspirant des rares travaux publiés [11]. En effet, la perception des gris est dépendante de l'opérateur. Les images tomodynamométriques étant composées de nuances de gris, sans transformation, la délimitation des contours de la cavité tympanique est difficile et conduit à de fortes variations dans les mesures. La transformation de l'image en noir et blanc est alors nécessaire pour aboutir aux mesures les plus précises possibles. L'étude préliminaire menée sur 4 chiens a permis ainsi d'établir statistiquement la transformation la plus efficace à la réalisation des mesures. Cette méthode a donc permis de limiter le biais lié à l'opérateur.

Néanmoins, un biais persiste, lors de la réalisation des mesures, lié au positionnement de la membrane tympanique. En effet, celle-ci a ici été considérée comme une droite formant un angle de  $45^\circ$  par rapport à l'axe de la portion horizontale du canal auditif externe, entre les deux promontoires osseux [11]. En réalité, il ne s'agit pas d'une droite mais d'une membrane concave. Ceci est visible lors d'otite externe où le matériel cérumineux épouse les contours du tympan (Figure 23). Cela entraîne de légères différences de volume, restant cependant négligeables.

L'étude a permis d'analyser l'influence de différents paramètres sur la taille de la cavité tympanique des chiens : la longueur et le volume.

Le poids semble être le facteur prédominant, influençant la taille des oreilles moyennes. Ce résultat vient compléter les études préalablement réalisées qui ont démontré une influence du format sur des chiens de petit et moyen gabarits [6] [11]. Cependant, ces précédentes études ne regroupaient qu'un nombre limité d'individus (18 chiens pour l'étude de Delfaque [11]), n'incluait ni grand à très grand gabarits ni chiens brachycéphales et ne prenaient pas en compte les différences de gabarit entre les chiens.

La taille des cavités tympaniques augmente avec le poids que ce soit pour les chiens mésocéphales ou pour les chiens brachycéphales. Néanmoins, au-delà d'un certain poids, pour les chiens mésocéphales de très grand gabarit, la taille de la cavité tympanique atteint un palier et ne dépend plus du poids. Il faut cependant rester prudent en raison du nombre limité d'individus de poids supérieur à 40 kg et de par le manque d'informations sur leur indice corporel. En effet, l'obésité de certains chiens de compagnie peut avoir conduit à classer ces derniers dans des gammes de poids ne correspondant pas à celle de leur poids idéal, ce qui peut fausser l'interprétation des résultats. L'existence de ce palier n'a pu être confirmée pour les chiens brachycéphales, l'échantillon de ces derniers n'incluant aucun individu de très grand format.

La taille des cavités tympaniques a été significativement plus grande chez les mâles que chez les femelles. En effet, les mâles sont globalement plus grands que les femelles, ce qui peut expliquer la différence. Cela a été confirmé par l'étude "par gabarit" : en effet, la différence n'est plus significative si les mâles et les femelles sont comparés par gamme de poids.

En ce qui concerne l'âge, il a été noté, chez les chiens mésocéphales, une différence de taille entre les chiens adultes et les chiens âgés. Dans ce cas encore, il faut remarquer que le groupe des chiens âgés était principalement composé de chiens de petit gabarit, ayant donc des cavités tympaniques de plus petites tailles. Les résultats sont donc faussés. En raison du faible effectif des brachycéphales, aucune étude de l'influence de l'âge n'a pu être menée.

La race semble aussi influencer la taille des cavités tympaniques des chiens. La répartition des races pour les chiens mésocéphales a montré une prédominance de certaines races comme les Labradors et les Golden Retrievers, les American Staffordshire Terriers, les Cockers et les Yorkshires. Les autres races peuvent représenter des effectifs limités. En outre, si ces races présentent en commun le type mésocéphale, il faut noter que le groupe est très hétérogène en termes de gabarits et de morphologie : de 1,1 kg à 74 kg. Il faut donc rester prudent quant à l'interprétation des résultats visant à comparer les volumes et les longueurs moyennes des cavités tympaniques entre les races. Il conviendrait de continuer l'étude en intégrant l'ensemble des races en effectif suffisant.

Chez les chiens brachycéphales, trois races seulement composaient la population dont une constituée de seulement 1 chien. L'interprétation des différences de taille de cavités tympaniques n'est donc pas envisageable au regard de l'échantillon limité.

Bien que présentant des morphologies de crâne très différentes, cette étude n'a pas permis de montrer, à poids équivalent, de différence significative entre chien brachycéphale et chien mésocéphale. Ce résultat reste à modérer de par le trop faible échantillon de chiens brachycéphales.



## CONCLUSION

Les affections pathologiques des oreilles moyennes sont fréquentes et leur prise en charge thérapeutique passe le plus souvent par la chirurgie. Néanmoins, en raison de sa position au sein de la tête, la cavité tympanique est difficile d'accès. En outre, face à la grande diversité morphologique des chiens, la connaissance de l'anatomie de l'oreille moyenne est alors essentielle à la préparation de l'intervention.

Cette étude constitue un premier travail dans l'approche chirurgicale de l'oreille moyenne des chiens. Dans ce cadre, l'étude des images tomодensitométriques permet d'obtenir de façon relativement précise une idée de la taille de la cavité tympanique et des facteurs l'influençant. La méthode développée pour la réalisation des mesures de volume et de longueur est une méthode fiable et reproductible, réutilisable par la suite. Il est donc pertinent d'inclure l'examen tomодensitométrique dans la démarche diagnostique et thérapeutique lors d'atteinte pathologique de l'oreille moyenne.

Certains facteurs bien spécifiques impactant la taille de la cavité tympanique ont pu ainsi être décrits dans cette étude : le poids de l'animal a une influence majeure, son augmentation conduisant à une augmentation de la taille de la cavité jusqu'à atteindre un palier pour les chiens de très grand format. La race de l'animal est aussi un facteur influençant. Le type racial quant à lui n'a pas pu être défini comme un critère impactant la taille de la cavité, les chiens brachycéphales étant bien trop peu nombreux pour tirer des conclusions significatives.

Ce travail représente la première étape d'une étude plus globale visant à mieux définir les caractéristiques des cavités tympaniques (taille, localisation, etc.) afin de développer de meilleures voies d'abord et ainsi limiter les risques de lésions des structures environnantes comme les nerfs. Ce travail a permis de définir une procédure de mesures fiables qui servira pour la suite de l'étude, comme par exemple, l'analyse de la position de la bulle tympanique au sein du crâne ou la définition des critères morphologiques intrinsèques à la cavité (épaisseur des parois, position et taille des promontoires, etc.). En effet, si l'étude n'a pas montré de différences significatives de volume interne, la paroi de la bulle tympanique semble beaucoup plus épaisse chez les races brachycéphales sur les images tomодensitométriques. Cela nécessite une étude afin de vérifier et quantifier cette hypothèse.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussignée, Patricia MEYNAUD-COLLARD , Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **DE OLIVEIRA Lucie** intitulée « **Etude volumique de la cavité tympanique des chiens brachycéphales et mésocéphales à l'aide d'images tomодensitométriques** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 26 septembre 2016  
Docteur Patricia MEYNAUD-COLLARD  
Enseignant chercheur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :  
La Directrice de l'Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Isabelle CHMITELIN



Vu :  
Le Président du jury :  
Professeure Isabelle BERRY



Faculté de Médecine Rangueil  
Biophysique Médicale - CHU Rangueil  
1, avenue Jean Poulhès TSA 50032  
31059 TOULOUSE Cedex

Mlle DE OLIVEIRA Lucie  
a été admise(s) sur concours en : 2011  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 25/06/2015  
a validé son année d'approfondissement le : 08/09/2016  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Vu et autorisation de l'impression :  
Président de l'Université  
Paul Sabatier  
Monsieur Jean-Pierre VINEL



Le Président de l'Université Paul Sabatier  
par délégation,  
La Vice-Présidente de la CFVU  
  
Régine ANDRE-OBRECHT

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

**En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire**

Je soussignée, Patricia MEYNAUD-COLLARD, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de SUFT **Gabrielle** intitulée « Etude volumique de la cavité tympanique des chiens brachycéphales et mésocéphales à l'aide d'images tomодensitométriques » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 26 septembre 2016  
Docteur Patricia MEYNAUD-COLLARD  
Enseignant chercheur  
de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :  
La Directrice de l'École Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Isabelle CHMITELIN

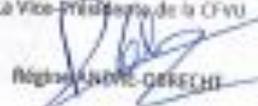
  


Vu :  
Le Président du jury :  
Professeure Isabelle BERRY

  
Faculté de Médecine Rangueil  
Anatomie Médicale - CHU Rangueil  
1, Avenue Jean Poulide TSA 50022  
31058 TOULOUSE Cedex

Vu et autorisation de l'impression :  
Président de l'Université  
Paul Sabatier  
Monsieur Jean-Pierre VINEL

Le Président de l'Université Paul Sabatier  
par délégation,  
La Vice-présidente de la CFVU

  
Régis ANDRÉ GIRECHI

Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARONNE R (1990). L'os temporal. In *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. 5ème édition. Paris : Vigot. Tome 1. 122-166.
- [2] BENIGNI L (2006). Diagnostic imaging of ear in the dog and cat. *Journal of the British Veterinary Association*, **28**, 122-130.
- [3] BISCHOFF MG, KNELLER SK (2004). Diagnostic imaging of the canine and feline ear. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, **34**, 437-458.
- [4] BUDRAS KD, MC CARTHY PH (2007). *Anatomy of the Dog : An illustrated text*. 5ème édition. Schluetersche. 224p.
- [5] CHAUDIEU G, DENIS B (1999). Génétique des races canines dites brachycéphales. *Prat Medicale Chir Anim Cie*. 571-577
- [6] COLE LK, PODELL M, KWOCKKA K (2000). , Impedance audiometric measurements in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, **61**, 442-445
- [7] COLE LK (2004). Otoscopic evaluation of the ear canal. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, **34**, 397-410.
- [8] COLE LK, VALERIE FS (2007). Contrast enhanced computed tomographic imaging of the auditory tube in mesaticephalic dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **48**, 125-128.
- [9] COLE LK (2009). Anatomy and physiology of the canine ear. *Vet Dermatol*, **20**, 412-421.
- [10] COLE LK, TABACCA N (2012). Practical otic anatomy and physiology of the dog and cat. *Vet Clin Small Anim*, **42**, 1109-1126.
- [11] DELFAQUE V, ROSENSTEIN D, EDMUND J, ROSSER JR (2005). Measurement of normal middle ear cavity volume in mesaticephalic dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, **46**, 490-493.
- [12] DOYON D (2000). *Scanner à rayons X : tomodensitométrie*. 2ème édition. Paris : Masson. 378p.
- [13] EVANS H, MILLER M. (1993). Cranial nerves and cutaneous innervation of the head. In *Miller's anatomy of the dog*. 3ème édition. Philadelphia : Saunders. 953-987.
- [14] EVANS H, MILLER M. (1993). The skeleton, the skull. In *Miller's anatomy of the dog*. 3ème édition. Philadelphia : Saunders. 122-166.
- [15] EVANS H, DELAHUNTA A (2012). *Miller's anatomy of the dog*. 4ème édition. Saint-Louis : Saunders. 84-85 et 94-95.
- [16] FANUEL B, BARRET D, LENIHOUANNEN JC (1987). Scanner : réalités et perspectives. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, **22**, 237-246.
- [17] FRASER G, GREGOR WW, MACKENZIE CP (1969). Canine ear disease. *Journal of small animal practice*, **10**, 725-754.
- [18] GOTTHELF L, KUMAR A (2005). Anatomy of the canine and feline ear. In *Small animal ear diseases*. 2ème édition. Saint-Louis : Elsevier. 1-21.
- [19] HAAGEN VV (2005). *Ear, nose, throat, and tracheobronchial diseases in dogs and cats*. Hannover : Harcover. 237p.
- [20] HARVEY RG, HARARI J, DELAUCHE AJ (2001). *Ear diseases of the dog and cat*. 1ere édition. London : Manson publishing. 272p.
- [21] HATHCOCK O, STICKLE RL (1993). Principles and concepts of computed tomography. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, **23**, 399-415.

- [22] HEINE PA (2004). Anatomy of the ear. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, **34**, 379-395.
- [23] HOSKINSON JJ (1993). Imaging techniques in the diagnosis of middle ear disease. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)*, **8**, 10-16
- [24] KRAVEL O, CANIVET S (2011). *Guide pratique du scanner en médecine et chirurgie vétérinaire canine et féline*. Paris : Med'com. 160p.
- [25] KIDONG E, HYOSUNG K (2008). Virtual ct otoscopy of the middle ear and ossicles in dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **49**, 545-550.
- [26] RUBERTE J, SAUTET J (1995). *Atlas d'Anatomie du Chien et du Chat – Tome I : Tête et cou*. Barcelone : Multimédica, 112 p.
- [27] RUSSO M, COVELLI EM, MEOMARTINO L (2002). Computed tomographic anatomy of the canine inner and middle ear. *Vet Radiol Ultrasound*, **43**, 22-28.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Liste des chiens mésocéphales

Chien	Race	Age	Sexe	Gammes	Oreille	Affection
1	Dogo Canario	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
2	Montagne des Pyrénées	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
3	Montagne des Pyrénées	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
4	Terreneuve	Junior	Mâle	Géant	Droite	Otolithe BT
					Gauche	Oreille saine
5	Terreneuve	Adulte	Femelle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
6	Cane corso	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
7	Cane corso	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
8	Cane corso	Adulte	Mâle	Grand	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
9	Cane corso	Junior	Femelle	Grand	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
10	Rottweiler	Âgé	Mâle	Géant	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
11	Labrador	Âgé	Mâle	Géant	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
12	Labrador	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
13	Labrador	Âgé	Femelle	Grand	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
14	Labrador	Adulte	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
15	Labrador	Âgé	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
16	Croisé Labrador	Adulte	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
17	Croisé Labrador	Adulte	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
18	Croisé Labrador	Adulte	Femelle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine

19	Croisé Labrador	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
20	Golden retriever	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Otite externe
21	Croisé Golden retriever	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Oreille saine
22	Golden retriever	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
23	Golden retriever	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Otite externe
24	Golden retriever	Adulte	Femelle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
25	Golden retriever	Sénior	Femelle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
26	American Staffordshire terrier	Sénior	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
27	American Staffordshire terrier	Adulte	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
28	American Staffordshire terrier	Junior	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
29	American Staffordshire terrier	Junior	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
30	American Staffordshire terrier	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otolithe BT
					Gauche	Otolithe BT
31	Berger allemand	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Otite externe
32	Berger allemand	Adulte	Mâle	Géant	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
33	Berger allemand	Jeune	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
34	Berger belge	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
35	Berger belge	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
36	Berger belge	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
37	Berger d'Anatolie	Adulte	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
38	Berger blanc suisse	Jeune	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
39	Berger australien	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine

40	Drahthaar	Sénior	Femelle	Large	Droite	Otolithe BT
					Gauche	Oreille saine
41	Landseer	Junior	Femelle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
42	Griffon	Sénior	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
43	Griffon	Adulte	Femelle	Large	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Oreille saine
44	Griffon	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
45	Basset hound	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Otite externe
46	Setter anglais	Adulte	Mâle	Large	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
47	Setter anglais	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
48	Setter anglais	Junior	Mâle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
49	Epagneul breton	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
50	Epagneul breton	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
51	Epagneul breton	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
52	Border Colley	Adulte	Mâle	Large	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
53	Border Colley	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
54	Cocker	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
55	Cocker	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
56	Cocker	Sénior	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
57	Cocker	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
58	Cocker	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
59	Scottish terrier	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
60	Cavalier King Charles	Adulte	Femelle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe

61	West Highland white terrier	Sénior	Mâle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite moyenne
62	Bichon	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
63	Bichon	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
64	Bichon	Adulte	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
65	Caniche	Sénior	Mâle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
66	Caniche	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
67	Yorkshire terrier	Adulte	Mâle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
68	Yorkshire terrier	Sénior	Mâle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
69	Yorkshire terrier	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
70	Yorkshire terrier	Adulte	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
71	Yorkshire terrier	Junior	Femelle	Petit	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Oreille saine
72	Pinscher	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
73	Jack Russel	Adulte	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
74	Teckel	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
75	Chihuahua	Junior	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine
76	Chihuahua	Junior	Mâle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine

## Annexe 2 : Liste des chiens brachycéphales

Chien	Race	Age	Sexe	Gammes	Oreille	Affection
77	Sharpeï	Adulte	Mâle	Grand	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
78	Sharpeï	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
79	Sharpeï	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
80	Sharpeï	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
81	Sharpeï	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
82	Sharpeï	Adulte	Femelle	Moyen	Droite	Otite moyenne
					Gauche	Otite externe
83	Bouledogue français	Adulte	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
84	Bouledogue français	Sénior	Mâle	Moyen	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
85	Bouledogue français	Adulte	Femelle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite externe
86	Bouledogue français	Adulte	Femelle	Petit	Droite	Otite externe
					Gauche	Otite moyenne
87	Shi tzu	Sénior	Femelle	Petit	Droite	Oreille saine
					Gauche	Oreille saine

### Annexe 3 : Résultats individuels des chiens mésocéphales

Chien	Oreille	Volume de la bulle tympanique (cm <sup>3</sup> )	Longueur de la bulle tympanique (mm)
1	Droite	3,75	48,75
	Gauche	3,64	49,38
2	Droite	4,79	48,13
	Gauche	4,92	53,75
3	Droite	5,53	42,50
	Gauche	6,31	51,25
4	Droite	4,23	45,63
	Gauche	4,08	46,88
5	Droite	3,58	46,88
	Gauche	3,26	46,88
6	Droite	5,68	51,88
	Gauche	5,29	50,00
7	Droite	5,38	48,13
	Gauche	5,71	48,13
8	Droite	3,81	46,88
	Gauche	4,41	44,38
9	Droite	3,36	41,25
	Gauche	3,38	40,00
10	Droite	4,28	38,75
	Gauche	4,33	42,50
11	Droite	3,90	42,50
	Gauche	3,63	41,25
12	Droite	5,60	45,00
	Gauche	5,72	46,25
13	Droite	4,04	46,88
	Gauche	4,17	45,00
14	Droite	3,54	46,88
	Gauche	3,27	46,25
15	Droite	2,17	41,25
	Gauche	2,48	43,75
16	Droite	3,43	38,13
	Gauche	3,80	41,88
17	Droite	3,95	43,75
	Gauche	4,00	48,13
18	Droite	2,83	40,63
	Gauche	2,53	40,63
19	Droite	4,18	43,13
	Gauche	4,37	42,50
20	Droite	/	/
	Gauche	4,20	44,38

21	Droite	4,40	51,88
	Gauche	4,26	50,63
22	Droite	6,28	50,00
	Gauche	5,58	48,13
23	Droite	/	/
	Gauche	3,60	49,38
24	Droite	3,81	49,38
	Gauche	4,39	48,75
25	Droite	2,31	39,38
	Gauche	3,63	43,75
26	Droite	3,89	45,63
	Gauche	3,90	45,63
27	Droite	2,66	36,88
	Gauche	2,74	37,50
28	Droite	3,54	42,50
	Gauche	3,47	44,38
29	Droite	1,77	20,00
	Gauche	1,88	21,88
30	Droite	2,91	40,63
	Gauche	2,91	40,00
31	Droite	/	/
	Gauche	3,48	43,13
32	Droite	3,43	44,38
	Gauche	3,39	45,00
33	Droite	3,65	45,00
	Gauche	3,53	51,25
34	Droite	3,81	48,75
	Gauche	4,09	50,63
35	Droite	3,61	48,13
	Gauche	3,63	49,38
36	Droite	3,67	43,75
	Gauche	4,19	45,63
37	Droite	6,13	56,25
	Gauche	5,90	53,75
38	Droite	4,58	49,38
	Gauche	4,89	52,50
39	Droite	2,58	36,88
	Gauche	2,73	38,75
40	Droite	4,17	48,13
	Gauche	4,50	49,38
41	Droite	6,39	49,38
	Gauche	6,82	50,00
42	Droite	4,43	45,00
	Gauche	4,30	44,38

43	Droite	/	/
	Gauche	4,48	48,75
44	Droite	3,73	50,00
	Gauche	2,78	43,75
45	Droite	/	/
	Gauche	2,81	35,00
46	Droite	3,52	47,50
	Gauche	3,50	50,00
47	Droite	1,96	39,38
	Gauche	1,46	38,13
48	Droite	1,62	35,00
	Gauche	1,55	35,00
49	Droite	1,92	40,63
	Gauche	1,96	34,38
50	Droite	2,45	41,88
	Gauche	2,39	46,88
51	Droite	1,86	33,13
	Gauche	1,84	34,38
52	Droite	4,21	50,00
	Gauche	4,14	49,38
53	Droite	2,80	38,13
	Gauche	2,70	38,75
54	Droite	2,24	40,00
	Gauche	2,43	38,75
55	Droite	1,44	32,50
	Gauche	1,57	33,13
56	Droite	1,48	36,25
	Gauche	1,48	36,88
57	Droite	1,69	34,38
	Gauche	1,68	35,63
58	Droite	2,33	37,50
	Gauche	2,43	37,50
59	Droite	1,68	33,13
	Gauche	1,63	31,25
60	Droite	0,89	29,38
	Gauche	0,67	29,38
61	Droite	1,31	30,63
	Gauche	/	/
62	Droite	0,67	28,75
	Gauche	0,70	28,13
63	Droite	0,77	27,50
	Gauche	0,82	29,38
64	Droite	0,66	23,75
	Gauche	0,68	24,38

65	Droite	0,61	26,88
	Gauche	0,56	21,88
66	Droite	0,79	27,50
	Gauche	0,72	27,50
67	Droite	1,13	31,88
	Gauche	1,19	29,38
68	Droite	0,67	28,75
	Gauche	0,85	28,13
69	Droite	0,55	26,88
	Gauche	0,49	22,50
70	Droite	0,37	23,13
	Gauche	0,32	20,63
71	Droite	/	/
	Gauche	0,22	20,63
72	Droite	1,38	36,25
	Gauche	1,40	36,25
73	Droite	1,18	30,00
	Gauche	1,18	31,25
74	Droite	1,04	27,50
	Gauche	1,06	26,88
75	Droite	0,33	24,38
	Gauche	0,35	25,00
76	Droite	0,56	20,63
	Gauche	0,59	21,25

#### Annexe 4 : Résultats individuels des chiens brachycéphales

Chien	Oreille	Volume de la bulle tympanique (cm <sup>3</sup> )	Longueur de la bulle tympanique (mm)
77	Droite	3,78	43,75
	Gauche	3,59	41,25
78	Droite	2,09	36,88
	Gauche	1,91	37,50
79	Droite	3,09	40,00
	Gauche	2,82	39,38
80	Droite	2,72	40,00
	Gauche	3,05	42,50
81	Droite	2,14	37,50
	Gauche	2,30	38,75
82	Droite	/	/
	Gauche	0,46	16,25
83	Droite	0,87	31,25
	Gauche	1,06	33,75
84	Droite	0,97	30,625
	Gauche	0,64	28,125
85	Droite	1,16	29,375
	Gauche	1,24	31,25
86	Droite	0,32	26,875
	Gauche	/	/
87	Droite	0,81	26,88
	Gauche	0,73	26,25

**Annexe 5 : Résultats des 5 mesures d'aire (mm<sup>2</sup>) réalisées sur les 4 premiers chiens par les opérateurs 1 et 2**

		Chien 1		Chien 2		Chien 3		Chien 4	
		Oreille droite	Oreille Gauche						
Opérateur 1	Mesure 1	289,49	321,80	877,49	894,28	1128,80	748,24	2402,90	2536,96
	Mesure 2	290,15	323,63	876,45	895,94	1130,12	749	2401,80	2538,04
	Mesure 3	289,27	324,29	875,64	891,88	1130,08	749,88	2407,955	2529,83
	Mesure 4	290,70	325,81	878,44	896,23	1126,92	746,16	2408,227	2537,18
	Mesure 5	289,18	324,95	880,06	893,36	1129,52	748,32	2414,188	2535,85
Opérateur 2	Mesure 1	302,06	339,54	881,03	891,35	1147,99	766,3	2429,05	2563,19
	Mesure 2	301,57	339,05	880,78	891,70	1151,35	766,5	2428,69	2562,85
	Mesure 3	299,92	339,99	878,89	892,77	1148,99	764,5	2432,29	2556,94
	Mesure 4	300,81	342,41	879,77	891,64	1150,82	762,8	2428,08	2564,41
	Mesure 5	299,98	340,52	878,67	892,88	1148,74	765,9	2428,73	2605,50



Toulouse, 2016

Noms : DE OLIVEIRA  
SUFT

Prénoms : Lucie  
Gabrielle

---

TITRE : ETUDE VOLUMIQUE DE LA CAVITE TYMPANIQUE DES CHIENS BRACHYCEPHALES ET MESOCEPHALES A L'AIDE D'IMAGES TOMODENSITOMETRIQUES.

Résumé : Lors de suspicion d'atteinte de l'oreille moyenne chez le chien, les moyens diagnostiques et thérapeutiques mis en place passent souvent par l'imagerie médicale et la chirurgie. Dans ce cadre, l'examen tomodensitométrie s'impose comme l'examen complémentaire de choix pour explorer les affections de l'oreille moyenne mais aussi pour mieux en appréhender l'anatomie.

L'objectif de cette étude a été d'évaluer la taille de la cavité tympanique et des facteurs l'influençant, à partir d'images tomodensitométriques.

L'étude a été réalisée sur soixante-seize chiens mésocéphales et onze brachycéphales ayant subi un scanner de la tête pour des affections ne concernant pas l'oreille moyenne.

Certains facteurs impactant la taille de la cavité tympanique ont pu être mis en évidence dans cette étude : le poids de l'animal a une influence majeure, son augmentation conduisant à une augmentation de la taille de la cavité jusqu'à atteindre un palier pour les chiens de très grand format. La race de l'animal est aussi un facteur influençant. Le type racial quant à lui n'a pas pu être défini comme un critère impactant la taille de la cavité, les chiens brachycéphales étant bien trop peu nombreux pour tirer des conclusions significatives.

Mots-clés : chien, mésocéphale, brachycéphale, cavité tympanique, oreille moyenne, volume, longueur, image tomodensitométrie

---

TITLE : SIZE STUDY OF THE MIDDLE EAR OF MESOCEPHALICS AND BRACHYCEPHALICS DOGS USING COMPUTERIZED TOMOGRAPHY (CT).

Abstract : When a middle ear damage is suspected in dogs, medical imaging and surgery are often used as diagnostic and therapeutic means. In this context, computerized tomography is becoming the preferred examination to explore middle ear disorder but also to get a better grasp of the anatomy.

The purpose of this study was to obtain the bulla's size and factors that affecting it, using computerized tomography.

Some factors have been identified to affect the size of the tympanic cavity : the body weight has a major influence: when it increases, the middle ear volume increases until it reaches a landing for extra-large dogs. The breed is also an influencing factor. Because of the low number of brachycephalic dogs in the study, the influence of the racial kind cannot be demonstrated.

Key words : dog, mesocephalic, brachycephalic, tympanic cavity, middle ear, volume, length, computerized tomography