



## 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 : 8639

**To cite this version :**

Dangy, Louise. *Etude comparative de la tomодensitométrie et de l'imagerie par résonance magnétique dans le diagnostic des tumeurs intracrâniennes chez le chien et le chat*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2012, 201 p.

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

---

**ETUDE COMPARATIVE DE L'UTILISATION DE LA  
TOMODENSITOMETRIE ET DE L'IMAGERIE PAR  
RESONANCE MAGNETIQUE DANS LE  
DIAGNOSTIC DES TUMEURS  
INTRACRANIENNES CHEZ LE CHIEN ET LE  
CHAT**

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

*par*

**DANGY Louise**  
Née, le 11/02/1988 à PARIS (75)

Directeur de thèse : M. Fabrice CONCHOU

---

**JURY**

**PRESIDENT :**

**Mme Isabelle BERRY**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

**ASSESEURS :**

**M. Fabrice CONCHOU**

**M. Giovanni MOGICATO**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**MEMBRE INVITE :**

Docteur Kirsten GNIRS

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche**  
**ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

**Directeur** : M. A. MILON

**Directeurs honoraires** M. G. VAN HAVERBEKE.  
M. P. DESNOYERS

**Professeurs honoraires** :

NEGRE	M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES
	M. C. LABIE	M. JF. GUELF	M. DORCHIES
	M. C. PAVAU	M. ECKHOUTTE	
	M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
	M. A. RICO	M. CABANIE	
	M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
	Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

**PROFESSEURS CLASSE  
EXCEPTIONNELLE**

M. AUTFAGE André, *Pathologie chirurgicale*  
M. BRAUN Jean-Pierre, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
M. CORPET Denis, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*  
M. ENJALBERT Francis, *Alimentation*  
M. EUZEBY Jean, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*  
M. FRANC Michel, *Parasitologie et Maladies parasitaires*  
M. MARTINEAU Guy, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
M. PETIT Claude, *Pharmacie et Toxicologie*  
M. REGNIER Alain, *Physiopathologie oculaire*  
M. SAUTET Jean, *Anatomie*  
M. TOUTAIN Pierre-Louis, *Physiologie et Thérapeutique*

**PROFESSEURS  
1° CLASSE**

M. BERTHELOT Xavier, *Pathologie de la Reproduction*  
Mme CLAUW Martine, *Pharmacie-Toxicologie*  
M. CONCORDE Didier, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*  
M. DELVERDIER Maxence, *Anatomie Pathologique*  
M. SCHELCHER François, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS  
2° CLASSE**

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

#### 1.1.1.1 PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

#### 2 MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

#### MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
- Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
- M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*

- M. NOUVEL Laurent, *Pathologie de la reproduction*
- Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
- Mme TROGELER-MEYNADIER Annabelle, *Alimentation*
- M. VOLMER Romain, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
- M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

2.1.1 MAITRES DE CONFERENCES ET  
AGENTS CONTRACTUELS

- M. BOURRET Vincent, *Microbiologie et infectiologie*
- M. DASTE Thomas, *Urgences-soins intensifs*

**ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE  
CONTRACTUELS**

- Mlle DEVIERS Alexandra, *Anatomie-Imagerie*
- M. DOUET Jean-Yves, *Ophthalmologie*
- Mlle LAVOUE Rachel, *Médecine Interne*
- Mlle PASTOR Mélanie, *Médecine Interne*
- M. RABOISSON Didier, *Productions animales*
- Mlle TREVENEC Karen, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
- M. VERSET Michaël, *Chirurgie des animaux de compagnie*

Remerciements :

A mon président de thèse

A Madame le Professeur Isabelle Berry,  
Professeur des Universités  
Praticien Hospitalier  
Biophysique et Médecine Nucléaire  
CHU de Toulouse – Hôpital de Rangueil  
*Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse*  
*Hommages respectueux*

A mon jury de thèse

Au Docteur Fabrice CONCHOU,  
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
Anatomie et Imagerie Médicale

*Qui m'a fait l'honneur de diriger cette thèse*  
*Pour la confiance et l'intérêt qu'il m'a accordés,*  
*Qu'il trouve ici toute ma gratitude.*

Au Docteur Giovanni MOGICATO,  
Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
Anatomie et Imagerie Médicale

*Qui a accompagné la réalisation de cette thèse,*  
*Qu'il soit remercié de ses précieux conseils et de la documentation fournie*

Au Docteur Kirsten GNIRS,  
Neurologue à la Clinique Vétérinaire ADVETIA  
Diplômée de l'European College of Veterinary Neurology,

*Qui a accepté de se lancer dans l'encadrement de cette thèse,  
Qui m'a généreusement transmis tous les dossiers dont elle disposait,  
Qui m'a fait partager tout son intérêt pour la neurologie,  
Qui m'a fait découvrir l'étendue de son savoir, de son savoir-faire, de son humanisme et de sa rigueur,  
Qui a entraîné à sa suite les deux spécialistes en Imagerie de la clinique Advetia,  
Sans qui rien n'aurait été possible.  
Qu'elle trouve ici toute ma gratitude, mon amitié et, je l'espère, un dédommagement modeste pour le temps et l'énergie qu'elle m'a consacrés.*

Aux Docteurs Hugues GAILLOT et Yannick RUEL,  
Imageurs à la Clinique Vétérinaire ADVETIA  
Diplômés de l'European College of Veterinary Imaging,

*Qui ont accepté de lire et de relire maintes et maintes fois les séries d'images TDM et IRM,  
au prix de longues heures d'efforts,  
Sans qui rien n'aurait été possible non plus.  
Qu'ils trouvent ici toutes mes excuses pour les avoir houspillés si souvent, et surtout tous mes remerciements pour m'avoir fournis des comptes rendus, des explications et des conseils d'une si grande qualité  
Qu'ils reçoivent toute mon amitié*

A l'ensemble des vétérinaires et des assistantes de la Clinique Vétérinaire ADVETIA

*Qui m'ont accueillie avec gentillesse et passion*

Aux vétérinaires anatomopathologistes du LAPVSO,  
Notamment aux Docteurs Claire DALLY, le Dr. Mélanie FINE, et le Dr. Bérengère WYRZYKOWSKI

*Qui ont fourni les diagnostics définitifs pour tous les cas de cette thèse,  
Qui ont éclairé de leurs conseils judicieux l'aspect anatomopathologique de cette étude,  
Qu'elles reçoivent toute ma gratitude*

A tous les vétérinaires croisés pendant ces années d'école,  
Pour leur passion et leur gentillesse  
Pour tout ce qu'ils m'ont transmis, au-delà des connaissances théoriques

A mes parents,  
Pour leur amour, leur patience et leur confiance.  
Pour avoir cru en moi et écouté ma volonté  
Pour m'avoir accompagnée dans tous mes choix, pour leur soutien sans défection  
Pour tout ce qu'ils m'ont transmis d'impalpable et d'indicible  
Je n'aurai jamais assez de mots pour vous dire merci

A Noémi et Yann,  
Pour leurs conseils toujours avisés et parfois écoutés.  
Pour leur indulgence et leur amour  
Pour ces joggings infatigables et ces conversations à bâtons rompus,  
A eux deux un immense merci

A Mammie et Yayo,  
Pour m'avoir accueillie, nourrie et blanchie tant de fois pendant ces années vétérinaires,  
Pour leur soutien et leur intérêt,  
Pour l'amour commun que nous partageons

A Célestine,  
Mon grand amour toulousain.

A Marion,  
Avec qui tant d'états d'âmes et de réflexions auront été partagés  
En qui j'ai trouvé une amie sans comparaison  
Et une personne d'une rare qualité

A Mélanie  
Pour toutes ces années partagées  
Pour ces pleurs et ces rires  
Et tous ces souvenirs

A Simon  
Pour m'avoir initiée  
A la procrastination surtout



A Sophie,  
L'amie de toujours et pour toujours  
A qui je dois d'avoir eu envie de devenir vétérinaire  
Et infiniment plus

A Célia  
La plus rayonnante des amies  
Trouve ici toute mon admiration et toute mon amitié

A Lorraine,  
Parfois dans la Lune mais toujours dans mon cœur

A Johanna et Claire

A tous les autres, que je n'ai pas oubliés vraiment

<b>1</b>	<b>IMAGERIE DE L'ESPACE INTRACRANIEU : PRINCIPE ET EXAMENS CHEZ L'ANIMAL SAIN .....</b>	<b>14</b>
1.1	L'imagerie de la région céphalique : quelques éléments de contexte.....	14
1.2	La tomодensitométrie de l'espace intracranien .....	15
1.2.1	Principe de la tomодensitométrie .....	15
1.2.2	Fonctionnement d'un appareil de TDM .....	15
1.2.2.1	Système de mesure.....	15
1.2.2.2	système de traitement des données .....	16
1.2.2.3	système de visualisation.....	16
1.2.2.4	système de conservation des données.....	17
1.2.3	Injection de produit de contraste iodé .....	17
1.3	Imagerie par résonance magnétique de l'espace intracranien.....	17
1.3.1	Principe de l'imagerie par résonance magnétique.....	17
1.3.1.1	Notions physiques pré-requises à la compréhension de l'IRM .....	17
1.3.1.2	les deux champs électromagnétiques appliqués à la région d'intérêt .....	18
1.3.1.2.1	Un champ statique fixe.....	18
1.3.1.2.2	Un champ électromagnétique tournant .....	19
1.3.1.3	Mécanisme d'obtention des images.....	19
1.3.1.3.1	Relaxation des protons tissulaires .....	19
1.3.1.3.2	Définition de T1 .....	19
1.3.1.3.3	Définition de T2 .....	20
1.3.1.3.4	Utilisation de T1 et T2 pour la sélection des paramètres de séquence .....	20
1.3.1.3.5	Définition de TR.....	20
1.3.1.3.6	Définition de TE.....	20
1.3.1.4	Les différentes catégories de séquences .....	20
1.3.1.4.1	Séquence pondérée en T1 .....	21
1.3.1.4.2	Séquence pondérée en T2 .....	21
1.3.1.4.3	Séquence pondérée en densité de protons .....	21
1.3.1.5	Séquences utilisées en imagerie médicale.....	21
1.3.1.5.1	Séquence d'écho de spin .....	21
1.3.1.5.2	Séquence en inversion-récupération .....	22
1.3.1.5.1	Séquence en écho de gradient .....	22
1.3.1.6	Utilisation d'un produit de contraste .....	23
1.4	Images de l'encéphale sain chez les carnivores domestiques.....	23
1.4.1	Images par tomодensitométrie de l'encéphale chez un carnivore domestique sain	23
1.4.1.1	Aspect usuel des structures de l'encéphale sain en TDM.....	23
1.4.1.2	principaux artéfacts rencontrés lors d'examen en TDM de la tête.....	24
1.4.1.2.1	Le flou cinétique.....	24
1.4.1.2.2	Durcissement osseux.....	24
1.4.1.2.3	Changement brutal de densité.....	24
1.4.2	Images par résonance magnétique de l'encéphale chez un carnivore domestique sain	25
1.4.2.1	Aspect usuel des structures de l'encéphale sain en IRM .....	25
1.4.2.1	principaux artéfacts rencontrés lors d'examen en IRM de la tête.....	26
1.4.2.1.1	Le flou cinétique.....	26
1.4.2.1.2	Implants magnétiques de petite taille.....	26
1.5	Indications et limites des différentes techniques d'imagerie de la région céphalique .....	26
1.5.1	Indications de la tomодensitométrie .....	26
1.5.2	Limites de la tomодensitométrie .....	27
1.5.3	Indications de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire .....	27
1.5.4	Limites de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire .....	28
1.5.5	Perspectives d'augmentation de la performance diagnostique de l'IRM et de la TDM	28

1.5.5.1	Perspectives d'augmentation de la performance diagnostique de la TDM.....	28
1.5.5.2	Perspectives d'augmentation de la performance diagnostique de l'IRM.....	29
1.5.5.2.1	Magnetic Transfer Imaging.....	29
1.5.5.2.2	Diffusion-Weighted Imaging.....	29
1.5.5.2.3	Magnetic Resonance Spectroscopy.....	29
<b>2</b>	<b>LES TUMEURS DE L'ENCEPHALE DU CHIEN ET DU CHAT.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1</b>	<b>Etude épidémiologique des tumeurs de l'encéphale du chien et du chat.....</b>	<b>30</b>
2.1.1	Données générales.....	30
2.1.1.1	Importance épidémiologique.....	30
2.1.1.2	Facteurs prédisposants.....	30
2.1.1.2.1	L'espèce.....	30
2.1.1.2.2	L'âge.....	30
2.1.1.2.3	La race.....	31
2.1.2	Le système de classification des tumeurs intracrâniennes du chien et du chat.....	31
<b>2.2</b>	<b>Classification des tumeurs intracrâniennes.....</b>	<b>31</b>
2.2.1	Méningiomes.....	32
2.2.1.1	Origine embryologique.....	32
2.2.1.2	Prédispositions.....	32
2.2.2	Tumeurs neuroépithéliales.....	33
2.2.2.1	Tumeurs gliales.....	33
2.2.2.1.1	Origine embryologique.....	33
2.2.2.1.2	Astrocytomes.....	34
2.2.2.1.3	Oligodendrogliomes.....	34
2.2.2.2	Tumeurs d'origine épithéliale.....	35
2.2.2.2.1	Tumeurs des plexi choroïdiens.....	35
2.2.2.2.2	Ependymomes.....	35
2.2.2.2.3	Médulloblastomes.....	35
2.2.3	tumeurs hypophysaires.....	36
2.2.4	lymphomes.....	37
2.2.4.1	origine et développement.....	37
2.2.4.2	Prédispositions.....	38
2.2.4.3	Localisation préférentielle.....	38
2.2.5	métastases intracrâniennes.....	38
2.2.5.1	définition.....	38
2.2.5.2	Tissu d'origine et incidence.....	38
2.2.5.3	Essaimage métastatique et répartition des types tumoraux à l'origine de métastases intracrâniennes.....	39
2.2.6	tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V (trijumeau).....	40
2.2.7	Autres types tumoraux.....	40
<b>2.3</b>	<b>APPROCHE CLINIQUE DES TUMEURS INTRACRANIENNES DES CARNIVORES DOMESTIQUES.....</b>	<b>40</b>
2.3.1	Physiopathologie des tumeurs intracrâniennes du chien et du chat.....	41
2.3.2	Suspecter une affection tumorale.....	41
2.3.2.1	motifs de consultations.....	41
2.3.2.2	Importance de la neurolocalisation.....	42
2.3.3	éléments de neurolocalisation des affections encéphaliques.....	42
2.3.3.1	Symptomatologie schématique de l'atteinte des différentes régions de l'encéphale....	43
2.3.3.2	Syndrome vestibulaire.....	44
2.3.4	Examens complémentaires.....	44
2.3.4.1	électroencéphalographie.....	44
2.3.4.2	Analyse de liquide cerebro-spinal (LCS).....	44
2.3.4.3	Potentiels évoqués auditifs.....	45
<b>2.4</b>	<b>CARACTERISTIQUES HISTOPATHOLOGIQUES DES TUMEURS DE L'ENCEPHALE DU CHIEN ET DU CHAT.....</b>	<b>45</b>
2.4.1	considérations concernant l'analyse histopathologique de l'encéphale des carnivores domestiques.....	45

2.4.2	Réalisation de l'analyse histopathologique.....	45
2.4.3	Typologie histopathologique des tumeurs de l'encéphale du chien et du chat.....	46
2.4.3.1	Méningiomes.....	46
2.4.3.1.1	Aspects macroscopiques.....	46
2.4.3.1.2	Aspects microscopiques des méningiomes bénins.....	47
2.4.3.1.3	Particularités.....	48
2.4.3.1.4	Marquage immunohistochimique.....	49
2.4.3.2	Astrocytomes.....	49
2.4.3.2.1	Aspects macroscopiques.....	49
2.4.3.2.2	Aspects microscopiques.....	49
2.4.3.2.3	Gradation.....	50
2.4.3.2.4	Marquage immunohistochimique.....	50
2.4.3.3	Oligodendrogliomes.....	51
2.4.3.3.1	Aspects macroscopiques.....	51
2.4.3.3.2	Aspects microscopiques.....	51
2.4.3.4	Tumeurs des plexi choroïdiens.....	51
2.4.3.4.1	Aspects macroscopiques.....	51
2.4.3.4.2	Aspects microscopiques.....	52
2.4.3.5	Ependymomes.....	52
2.4.3.5.1	Aspect macroscopique.....	52
2.4.3.5.2	Aspects microscopiques.....	52
2.4.3.6	Médulloblastomes.....	53
2.4.3.6.1	Aspects macroscopiques.....	53
2.4.3.6.2	Aspects microscopiques.....	53
2.4.3.7	Tumeurs hypophysaires.....	53
2.4.3.7.1	Aspects macroscopiques.....	53
2.4.3.7.2	Aspects microscopiques.....	54
2.4.3.7.3	Particularités.....	54
2.4.3.8	Lymphomes.....	54
2.4.3.8.1	Aspects macroscopiques.....	54
2.4.3.8.2	Aspects microscopiques.....	55
2.4.3.9	Métastases intracrâniennes.....	55
2.4.3.9.1	Aspects macroscopiques.....	55
2.4.3.9.2	Origine histologique.....	55
2.4.3.9.3	Aspects microscopiques.....	56
2.4.3.10	Tumeurs de la gaine des nerfs trijumeaux.....	56
2.4.3.10.1	Aspects macroscopiques.....	56
2.4.3.10.2	Aspects microscopiques.....	56
2.4.3.11	Autres types tumoraux.....	57
<b>2.5</b>	<b>L'imagerie des tumeurs de l'encéphale du chien et du chat.....</b>	<b>57</b>
2.5.1	Sémiologie tumorale en imagerie de l'espace intracranien.....	57
2.5.1.1	Démarche méthodologique en imagerie médicale de l'espace intracrânien.....	57
2.5.1.2	Sémiologie en tomодensitométrie.....	58
2.5.1.2.1	Déplacements des structures.....	58
2.5.1.2.2	Modifications de la densité.....	58
2.5.1.2.3	Zones de minéralisation.....	58
2.5.1.2.4	Rehaussement après injection de produit de contraste.....	58
2.5.1.3	Sémiologie en imagerie par résonance magnétique.....	59
2.5.1.3.1	Déplacements des structures.....	59
2.5.1.3.2	Modifications de l'intensité.....	59
2.5.1.3.3	Modifications à la suite de l'injection intraveineuse de produit de contraste.....	61
2.5.1.4	Classification des tumeurs intracrâniennes sur la base de l'imagerie : étude bibliographique.....	62
2.5.1.4.1	Performance diagnostique de processus néoplasique des techniques d'imagerie médicale.....	62
2.5.1.4.2	Performance diagnostique de type tumoral des techniques d'imagerie médicale.....	64
2.5.1.4.3	Panorama des principales caractéristiques des tumeurs intracrâniennes.....	65
2.5.1.4.4	Difficultés diagnostiques soulignées.....	73

2.6	Corrélations entre certains éléments sémiologiques en imagerie médicale et certaines caractéristiques histopathologiques.....	75
2.6.1	Intensité de rehaussement et agressivité de la lésion.....	75
2.6.2	Facteurs influençant le motif ou l'intensité de rehaussement.....	76
2.6.2.1	Nécrose et rehaussement.....	76
2.6.2.2	Hypervascularité et rehaussement.....	76
2.6.2.3	Taille de la lésion et posologie d'administration du produit de contraste iode.....	76
2.6.2.4	Autres facteurs influençant la prise de contraste.....	77
3	Etude de 27 cas de tumeurs de l'encéphale chez le chien et le chat.....	77
3.1	Objectifs et ambitions de l'étude expérimentale.....	77
3.1.1	Présentation de l'étude.....	77
3.1.2	Indices pour le diagnostic de type tumoral.....	77
3.1.3	Comparaison de la puissance diagnostique de l'IRM et de la TDM.....	78
3.2	Matériel et méthode.....	78
3.2.1	Recrutement.....	78
3.2.1.1	Considérations préalables.....	78
3.2.1.2	Rapide typologie des patients.....	79
3.2.1.3	Critères d'intégration à l'étude.....	79
3.2.1.4	Exception.....	79
3.2.2	Protocole de réalisation de l'étude.....	80
3.2.2.1	Caractéristiques du scanner et de l'IRM.....	80
3.2.2.2	Protocole pour chaque examen.....	80
3.2.2.2.1	Protocole en TDM.....	80
3.2.2.2.2	Protocole en IRM.....	81
3.2.2.2.3	Réalisation de l'analyse histopathologique.....	81
3.3	Résultats.....	83
3.3.1	Sémiologie retenue.....	83
3.3.1.1	en TDM.....	83
3.3.1.2	en IRM.....	83
3.3.2	diagnostic différentiel.....	84
3.3.3	Analyse, confrontation des compte-rendus et synthèse.....	85
3.3.3.1	Méthodologie suivie.....	85
3.3.3.2	Présentation synthétique de la cohorte étudiée.....	87
3.3.3.2.1	Résultats.....	87
3.3.3.2.2	Remarques.....	87
3.3.3.3	Etude par type tumoral.....	88
3.3.3.3.1	Méningiomes, lymphome, inflammation méningée.....	88
3.3.3.3.2	Tumeurs de la gaine du nerf trijumeau et macroadénomes hypophysaires.....	94
3.3.3.3.3	Tumeurs parenchymateuses.....	100
3.3.3.3.4	Tumeurs extracrâniennes.....	106
3.3.4	Cas ayant suscité une troisième lecture : discussion.....	111
3.3.4.1	Décision de soumettre certains cas à une troisième lecture.....	111
3.3.4.2	Protocole de réalisation de la « troisième lecture ».....	112
3.3.4.3	Utilisation de l'expertise externe.....	113
3.3.4.4	Cas pour lesquels la troisième lecture a permis de parvenir au diagnostic histopathologique.....	113
3.3.4.4.1	Cas n° 21 : gangliogliome accompagné d'une possible métastase intracérébrale	113
3.3.4.4.2	Cas n° 24 : oligodendrogliome de grade II/III (classification OMS).....	116
3.3.4.5	Cas pour lesquels la troisième lecture n'a pas permis de parvenir au diagnostic correct	118
3.3.4.5.1	Cas n° 10 : inflammation méningée non caractérisée interprétée comme un méningiome.....	118
3.3.4.5.2	Cas n° 11 : lymphome intracrânien (probable) interprété comme un méningiome	119
3.3.4.5.3	Cas n° 22 : astrocytome à composante gémistocytique interprété comme un accident vasculaire ou une méningite.....	120

<b>4</b>	<b>Discussion</b> .....	<b>121</b>
<b>4.1</b>	<b>méthodologie choisie</b> .....	<b>121</b>
4.1.1	approche comparative TDM/IRM.....	121
4.1.2	Démarche exploratoire.....	122
<b>4.2</b>	<b>Lien avec les données bibliographiques disponibles</b> .....	<b>122</b>
4.2.1	données générales confortant les études traitant du diagnostic par imagerie des tumeurs de l'encéphale du chien et du chat.....	122
4.2.1.1	Performances diagnostiques de la TDM et de l'IRM.....	122
4.2.1.2	Facteurs décisifs dans l'établissement du diagnostic.....	122
4.2.2	Apports respectifs de la TDM et de l'IRM dans l'exploration des tumeurs intracrâniennes chez le chien et le chat.....	123
4.2.2.1	Informations en accord avec les données bibliographiques .....	124
4.2.2.1.1	Eléments sémiologiques pour lesquels la TDM présente un avantage sur l'IRM	124
4.2.2.1.1	Eléments sémiologiques pour lesquels l'IRM présente un avantage sur la TDM	124
4.2.2.2	Observations en désaccord ou non évoquées dans les études déjà publiées .....	125
4.2.2.2.1	Performance diagnostique supérieure en TDM.....	125
4.2.2.2.2	Détection similaire de la lyse et de l'hyperostose.....	126
4.2.2.2.3	Aspect et intensité du rehaussement.....	126
4.2.2.2.4	Caractérisation des méningiomes.....	127
4.2.2.2.5	Œdème, hyperintensité T2 périlésionnelle et effet de masse.....	127
4.2.2.3	Analyse sémiologique détaillée : les constats majeurs de notre étude.....	128
<b>4.3</b>	<b>Limites de notre étude : les biais possibles</b> .....	<b>130</b>
4.3.1	Effectif et réalisation pratique .....	130
4.3.2	De l'étude expérimentale à la pratique médicale.....	130
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>131</b>
<b>6</b>	<b>Annexes</b> .....	<b>131</b>
6.1	grille de lecture IRM.....	131
6.2	Grille de lecture TDM.....	132
6.3	Coordonnées des laboratoires et cliniques sollicités .....	133
6.4	Listes des abréviations utilisées.....	134
6.5	Présentation individuelle des 27 cas.....	135
<b>7</b>	<b>Bibliographie</b> .....	<b>136</b>
<b>8</b>	<b>Table des illustrations</b> .....	<b>140</b>

# IMAGERIE DE L'ESPACE INTRACRANIEN : PRINCIPE ET EXAMENS CHEZ L'ANIMAL SAIN

## 1.1 L'IMAGERIE DE LA RÉGION CÉPHALIQUE : QUELQUES ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

L'objectif de cette première partie est de décrire les différents moyens d'exploration de la boîte crânienne par imagerie médicale chez les carnivores domestiques que sont le chien et le chat.

Historiquement, les moyens disponibles en médecine vétérinaire, principalement radiographie (avec ou sans préparation) et échographie, ne permettaient qu'une exploration limitée : la radiographie offre une visualisation correcte de la boîte crânienne osseuse dans la limite que permet la superposition des structures. Cependant, les lésions intéressant l'encéphale ne sont qu'exceptionnellement détectables via cette approche (R. A. LeCouteur 1981). L'échographie, quant à elle, ne peut être pratiquée qu'à travers une fenêtre acoustique permettant la diffusion des ultrasons. Les images de l'encéphale, d'interprétation très délicate, ne sont par conséquent obtenues que via les fontanelles, les brèches traumatiques ou en per-opératoire après excision d'un volet osseux (M. L. M. P. Moore 1996).

L'avènement, dans un premier temps en médecine humaine, de techniques d'imagerie plus complexes telles que la tomodensitométrie (TDM) ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et leurs variantes (angiographie, imagerie après injection de produits de contraste) ont grandement contribué à l'exploration anatomique de l'encéphale et à l'appréhension des évolutions pathologiques (Gavin 2011). Leur application à la médecine vétérinaire est relativement récente (Gavin 2011) mais prend une ampleur importante. D'une utilisation uniquement dans le cadre de la recherche dans les années 80, pratiquée dans les centres hospitaliers humains pendant leurs horaires de fermeture, on est aujourd'hui parvenu à une situation où une majorité de patients canins et félins ont accès à des centres d'imagerie (Gavin 2011) dans la mesure où leurs propriétaires sont motivés financièrement et psychologiquement. Ainsi, l'utilisation de l'IRM ou, le cas échéant, de la TDM, est devenue le moyen incontournable de diagnostic des lésions intracrâniennes (J. R. P. R. Gavin 1995).

A ce titre, le rôle du vétérinaire référant, souvent le premier à examiner le patient, ne saurait être trop souligné. C'est lui qui, en s'appuyant sur ses connaissances techniques et médicales, pourra orienter le patient vers l'examen d'imagerie approprié après avoir assuré le propriétaire de son utilité, voire dans certains cas, de son caractère incontournable. Un chien ou un chat atteint d'une affection intracrânienne, même tumorale, n'est pas condamné !

## 1.2 LA TOMODENSITOMÉTRIE DE L'ESPACE INTRACRANIEN

### 1.2.1 PRINCIPE DE LA TOMODENSITOMÉTRIE

La TDM est une technique d'imagerie radiographique, c'est-à-dire reposant sur **l'atténuation d'un faisceau de rayons X par un corps** (J. R. Fike 1981). Alors que la radiographie classique, qui repose sur le noircissement d'un film radiographique par un faisceau de rayons X ayant traversé un objet, résulte de la sommation des différentes radiodensités rencontrées. Par conséquent, la densité est évaluée par unité de volume, ce qui permet une représentation en trois dimensions de l'objet d'intérêt (A. K. LeBlanc, 2007).

La réalisation de coupes transversales en TDM permet de désuperposer les structures les unes par rapport aux autres comparé à la radiographie conventionnelle. La TDM possède un pouvoir de résolution élevé : selon l'appareil utilisé, les structures peuvent être distinguées dès lors que leurs densités diffèrent de 0,3 à 1% et sont d'une taille supérieure à 0,7mm (J. R. Fike 1981). Par conséquent, la principale limite de résolution sera l'œil de l'observateur.

### 1.2.2 FONCTIONNEMENT D'UN APPAREIL DE TDM

L'appareil de TDM peut se décomposer en quatre éléments.

#### 1.2.2.1 SYSTÈME DE MESURE

Il s'agit d'un ensemble émetteur-détecteur nommé statif, en rotation autour d'un lit-support où est installé le patient. Les appareils utilisés aujourd'hui en médecine vétérinaire permettent une acquisition hélicoïdale alors qu'elle était historiquement axiale (M. A. d'Anjou 2005). Cette amélioration a permis un gain de temps non négligeable dans le cadre d'un examen pratiqué sous anesthésie générale.



L'émetteur produit un faisceau de rayons X, qui, après une collimation primaire ayant pour objet **l'élimination des rayons de basse énergie**, traverse le patient et est recueilli par un détecteur. Le **rayonnement diffusé est préalablement éliminé** par une collimation secondaire. Cette opération est réalisée un grand nombre de fois en faisant varier la position du couple émetteur-détecteur par rapport au patient (balayage) selon un mouvement de translation (A. K. LeBlanc, 2007).

#### 1.2.2.2 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Il s'agit d'un ordinateur qui calcule, à partir de l'ensemble des valeurs résiduelles en énergie des rayons X mesurées, la densité par unité de volume de la zone du corps examinée. On obtient ainsi, par coupe, une densité par unité de surface représentée par des pixels dont la taille conditionne le degré de précision de l'image (aujourd'hui inférieure au mm<sup>2</sup>). Lors d'une reconstruction en trois dimensions, ces pixels sont convertis en voxels, unités élémentaires de volume déterminées par la distance séparant deux coupes consécutives (M. A. d'Anjou 2005). Cette épaisseur de coupe conditionne ainsi la précision en trois dimensions de la TDM.

#### 1.2.2.3 SYSTÈME DE VISUALISATION

Un écran permet l'affichage des densités en 15 à 20 niveaux de gris, nombre maximal de nuances perceptibles par un œil humain. Ces nuances sont donc nécessairement réductrices par rapport aux densités d'intérêt détectées par le récepteur (entre 2000 et 4000 densités différentes !). Ces dernières sont exprimées en unités Hounsfield (UH, densités élémentaires distinguées par l'appareil de TDM), et s'échelonnent de -100 à +200 UH (J. R. Fike 1981).

On comprend ici que l'œil humain est le facteur limitant dans la visualisation des structures. Cependant, et afin de permettre une utilisation optimale des niveaux de gris, l'opérateur va choisir une gamme en unités Hounsfield centrée sur la densité moyenne des structures à observer, et distribuer la gamme de gris uniquement sur les valeurs d'intérêt pour ces structures. Classiquement, deux types de filtres existent et sont utilisés de préférence en parallèle : un filtre dit « dur » permet la visualisation des structures osseuses ou aériques alors que le filtre « mou » optimise l'exploration des structures parenchymateuses.

#### 1.2.2.4 SYSTÈME DE CONSERVATION DES DONNÉES

Le stockage peut se faire via un support informatique ou un film. L'utilisation de logiciels informatiques permet la réalisation de reconstructions dans tous les plans, utiles tant pour l'évaluation des lésions que pour la planification d'éventuelles chirurgies (M. A. d'Anjou 2005).

#### 1.2.3 INJECTION DE PRODUIT DE CONTRASTE IODÉ

Un produit de contraste iodé hydrosoluble (par exemple, l'ioxitalamate - TELEBRIX ND) peut être injecté par voie intraveineuse au patient. Sa diffusion est alors restreinte au **secteur vasculaire** qui paraît plus dense du fait d'une atténuation accrue du faisceau de rayons X par la substance iodée (Tidwell 1999). Cela permet de distinguer les zones hypervascularisées, qui fixent le produit de contraste, et les zones hypovascularisées (A. K. LeBlanc, 2007).

A noter que **l'ensemble de l'encéphale rehausse après contraste**, et ce de façon particulièrement intense pour le cervelet et le cortex occipital. Cependant, ce rehaussement est modéré du fait de la barrière hémato-méningée qui limite physiquement le passage de produit de contraste dans les structures vasculaires intraparenchymateuses. Ainsi, les zones où cette barrière hémato-méningée présente une altération rehausseront **de façon beaucoup plus intense** après l'injection de produit de contraste (Tidwell 1999). C'est le cas de certaines structures non protégées par la barrière hémato-méningée soit de façon physiologique **comme la faux du cerveau** ou soit de façon pathologique, comme certaines lésions tumorales.

### 1.3 IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE DE L'ESPACE INTRACRÂNIEN

#### 1.3.1 PRINCIPE DE L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE

(B. Kastler D. Vetter 2003)

##### 1.3.1.1 NOTIONS PHYSIQUES PRÉ-REQUISES À LA COMPRÉHENSION DE L'IRM

Les bases sur lesquelles s'appuie l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sont extrêmement complexes. Nous nous limiterons ici à exposer les aspects

indispensables à la compréhension schématique du principe de l'IRM et à l'interprétation des images.

L'imagerie par résonance magnétique trouve son principe dans la physique atomique. En effet, au sein du noyau, chaque nucléon (neutron ou proton) possède un moment magnétique. Dans le modèle « en couches », les nucléons étant appariés, les moments magnétiques se compensent et la résultante est nulle. Seuls les atomes dont le numéro atomique est impair ont un moment magnétique non nul : dans les milieux biologiques, ils sont principalement représentés par l'élément hydrogène (H), seul atome d'intérêt en imagerie par résonance magnétique aujourd'hui (d'où l'appellation de résonance magnétique protonique.)

En l'absence de champ magnétique, **le moment magnétique d'un tissu ou d'un milieu biologique est nul**. En effet, le moment magnétique de chaque proton s'oriente de façon aléatoire d'où une résultante statistiquement nulle. Lorsqu'on applique un champ magnétique, ce n'est plus le cas : en effet, les moments magnétiques des protons vont s'orienter selon l'axe de ce champ magnétique. Soit ils sont dans un état de basse énergie, plus stable, et ils lui sont alors parallèles, soit ils sont dans un état excité, dit de haute énergie, et ils lui sont dans ce cas antiparallèles. Statistiquement, les **protons parallèles sont un peu plus nombreux** que les protons antiparallèles et c'est cette différence qui permet de recueillir un signal exploitable pour l'IRM.

#### 1.3.1.2 LES DEUX CHAMPS ELECTROMAGNÉTIQUES APPLIQUÉS A LA RÉGION D'INTÉRÊT

La réalisation d'images par résonance magnétique nucléaire fait appel à l'utilisation concomitante de deux champs magnétiques :

##### 1.3.1.2.1 Un champ statique fixe

Ce champ, noté  $B_0$ , définit un axe horizontal dans la plupart des aimants. Les moments magnétiques protoniques ne sont en fait pas alignés parfaitement selon  $B_0$  mais tournent autour de lui (« précessent ») selon une fréquence angulaire  $\omega_0$  (selon l'équation de Larmor,  $\omega_0 \text{ (rad.s)} = \gamma B_0 \text{ (T)}$ , où  $\gamma$  est le rapport gyromagnétique du proton). Néanmoins, la résultante transversale au niveau tissulaire est nulle à l'équilibre.

#### 1.3.1.2.2 Un champ électromagnétique tournant

Ce champ, noté B, est appliqué à l'ensemble des protons pendant une courte durée. Les moments magnétiques des protons s'alignent alors selon ce champ, toujours avec un moment de précession.

Ce champ B est orienté la plupart du temps à 90° par rapport au champ  $B_0$  dans les aimants de l'IRM, sauf pour la réalisation de certaines séquences. C'est cette orientation qui permet l'apparition d'une composante transversale du moment magnétique global par unité de volume.

#### 1.3.1.3 MÉCANISME D'OBTENTION DES IMAGES

##### 1.3.1.3.1 Relaxation des protons tissulaires

Une fois les protons en phase, c'est-à-dire lorsque leurs moments magnétiques sont alignés selon B, **ce champ est supprimé**. Les protons libèrent alors l'énergie reçue lors de l'excitation **sous forme d'une onde électromagnétique** en retrouvant progressivement leur orientation d'origine, selon  $B_0$ . Au cours d'un cycle d'application de champ magnétique B puis de sa suppression, les composantes longitudinale et transversale des moments magnétiques des protons varient de façon inverse en suivant une loi exponentielle. C'est cette variation que l'on mesure et qui est ensuite traitée informatiquement pour obtenir l'image.

En effet, après l'arrêt de l'application du champ magnétique B ou impulsion de radiofréquence (généralement transversale), les protons vont retrouver leur état d'équilibre en perdant progressivement la composante transversale de leur moment magnétique tandis que la composante longitudinale croît. Cela permet la définition de T1 et T2, deux durées d'application directe dans la réalisation d'images par résonance magnétique nucléaire.

##### 1.3.1.3.2 Définition de T1

T1 se définit comme la durée **nécessaire à la « repousse » de 63%** de la composante longitudinale initiale. T1 a un ordre de grandeur de 200 à 300ms.

#### 1.3.1.3.3 Définition de T2

T2 se définit comme la durée **nécessaire à la disparition de 63%** de la composante transverse maximale obtenue par l'application de B. En général, l'ordre de grandeur de T2 est de la ms.

#### 1.3.1.3.4 Utilisation de T1 et T2 pour la sélection des paramètres de séquence

T1 et T2 sont dépendants **de la structure moléculaire, de l'état physique** liquide ou solide du tissu observé, ainsi que de la présence **de produit de contraste et de l'intensité** du champ  $B_0$  utilisé.

D'autre part, deux paramètres, choisis cette fois par l'opérateur, vont déterminer **le contraste en T1 et en T2 de la séquence réalisée**. Il s'agit du temps de répétition TR et du temps d'écho TE.

#### 1.3.1.3.5 Définition de TR

TR est l'intervalle de temps qui sépare **deux applications successives de l'impulsion B**. Si TR est long, entre chaque impulsion, l'ensemble des protons a le temps de se réaligner selon  $B_0$  et la repousse longitudinale du moment magnétique M est totale. A l'inverse, si TR est court, la repousse de M est interrompue et les différences de T1 à l'intérieur du tissu seront bien visualisées. Pour des **TR courts, la séquence est donc fortement pondérée en T1**.

#### 1.3.1.3.6 Définition de TE

TE est la durée qui sépare la fin de l'impulsion de radiofréquence **de la mesure du signal émis par le tissu**. Pour des TE courts, on ne laisse pas beaucoup de temps de décroissance à la composante transverse de M avant de mesurer le signal résiduel. A l'inverse, pour des TE longs, le signal aura fortement diminué, ce qui laisse apparaître les différences de vitesse de décroissance, donc de T2, entre les tissus. Les **TE longs permettent une forte pondération de la séquence en T2**.

### 1.3.1.4 LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE SÉQUENCES

Une séquence correspond à l'analyse, pour une impulsion de radiofréquence B, un TE et un TR donnés, d'une unité de volume tissulaire.

En conséquence de ces observations, on peut classer de façon schématique les séquences d'intérêt en IRM selon trois catégories :

#### 1.3.1.4.1 Séquence pondérée en T1

Dans une séquence pondérée en T1, on choisit un TR court pour favoriser le contraste en T1 et un TE court pour limiter le contraste en T2. Les tissus avec un T1 court donneront le signal le plus intense.

#### 1.3.1.4.2 Séquence pondérée en T2

Dans une séquence pondérée en T2, on choisit un TE long pour favoriser le contraste en T2 et un TR long pour limiter le contraste en T1. Les tissus avec un T2 court donneront le plus de signal. Cependant, comme le signal recueilli est plus faible (TE long), les **artéfacts auront tendance à être plus importants** (diminution du rapport Signal/Bruit).

#### 1.3.1.4.3 Séquence pondérée en densité de protons

On limite le contraste en T1 par un TR long et celui en T2 par un TE court. Cette séquence permet de révéler les différences de densité de protons entre les tissus, mais comme ces dernières sont peu importantes, le contraste obtenu est faible. Elle est néanmoins utilisée pour l'imagerie des régions articulaires (M. A. d'Anjou 2005).

### 1.3.1.5 SÉQUENCES UTILISÉES EN IMAGERIE MÉDICALE

A partir de ces catégories initialement définies, différentes séquences ont progressivement été développées en vue de l'IRM d'application médicale.

#### 1.3.1.5.1 Séquence d'écho de spin

La séquence d'écho de spin est la séquence de base. Elle permet, via une **seconde impulsion à 180° au bout de TE/2**, de s'affranchir des inhomogénéités du champ  $B_0$  par la formation d'une image miroir. Ces inhomogénéités artéfactuelles, qui sont « statistiquement » constantes, sont alors supprimées contrairement aux inhomogénéités moléculaires du champ, que l'on cherche à imager.

Cependant, comme cette séquence présente des inconvénients (durée de l'examen), elle est parfois remplacée par des séquences utilisant des gradients électromagnétiques.

#### 1.3.1.5.2 Séquence en inversion-récupération

La mise au point de cette séquence a permis de compenser le manque de contraste des séquences pondérées en T1 classiques. En effet, on n'impose pas d'aimantation transversale initiale **mais une impulsion à 180°**. Le signal est par la suite récupéré via une impulsion à 90° (donc dans le plan transversal) provoquée à un temps d'inversion TI, ou lors d'un de ses échos après une impulsion supplémentaire à 180°.

L'augmentation du contraste s'explique par le « **double parcours** » de l'aimantation longitudinale qui a pour effet de distribuer les tissus selon leurs T1. Deux tissus de T1 proches (par exemple substance blanche et substance grise) peuvent donc être distingués par cette technique.

Une particularité de ces séquences peut être mise à profit pour supprimer spécifiquement certaines structures de l'image. En effet, du fait de l'impulsion à 180°, tous les tissus passent par 0 lors de la repousse (inversion), pour un  $TI = 0,69 \times T1$  du tissu considéré. Cette annulation du contraste permet, par un calibrage approprié du TI choisi, de supprimer un tissu qui gênerait l'interprétation de l'image. Par exemple, en choisissant  $TI = 0,69 \times T1_{\text{graisse}}$ , on annulera le signal de la graisse (séquence dite STIR : Short TI Inversion Recovery). De la même façon, on peut supprimer le signal des liquides dits « non liés aux tissus » comme le LCS dans les séquences appelées FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery) (A. K. LeBlanc, 2007). Les zones d'œdème sont alors hyperintenses alors que les liquides purs sont atténués (M. A. d'Anjou 2005).

Ces séquences seront particulièrement utiles pour distinguer des lésions structurellement proches du tissu que l'on supprime de ce même tissu (par exemple, utilisation de séquences FLAIR pour visualiser une lésion de la paroi des ventricules.) (A. K. LeBlanc, 2007)

Notons toutefois que l'acquisition de telles séquences peut être très longue.

#### 1.3.1.5.1 Séquence en écho de gradient

Ce type de séquence permet de diminuer la durée d'acquisition des images par une réduction du TR bien en dessous du TI, sans perte d'intensité du signal. Pour cela, on applique un gradient de champ magnétique négatif pendant une période très courte au cours de laquelle les spins se déphasent, puis immédiatement après un gradient positif qui compense exactement le déphasage des spins. Le signal apparaît donc sous forme d'écho de gradient.

Les applications de ce type de séquences sont nombreuses et permettent des déclinaisons variées d'IRM quasi instantanée. Ces dernières permettent du reste une optimisation du rapport signal/bruit (réduction du temps de mesure et donc de l'occurrence d'artéfacts) et ouvrent de nombreuses perspectives notamment d'imagerie en trois dimensions (A. K. LeBlanc, 2007).

#### 1.3.1.6 UTILISATION D'UN PRODUIT DE CONTRASTE

Pour chaque examen, après la réalisation des séquences conventionnelles, un **produit de contraste paramagnétique** peut être injecté par voie intraveineuse (par exemple, le MAGNEVIST ND – acide gadopentétique- à une posologie de 0,2 à 0,5 mmol/mL) (Z. S. Polizopoulou 2004). Cette molécule engendre un raccourcissement important du T1 des tissus où elle se localise, ce qui augmente le signal de telles structures. Elle permet le marquage des vaisseaux et tissus richement vascularisés ainsi que les zones d'altération de la barrière hémato-méningée (Tidwell 1999).

L'utilisation d'un produit de contraste est particulièrement indiquée pour **repérer les lésions de petite taille** ou celles n'engendrant que peu de modifications de signal spontanément, ou encore pour augmenter le contraste entre une lésion et l'œdème qui l'entoure (A. K. LeBlanc, 2007). Elle permet de plus de renseigner sur la néovascularisation tumorale et donc de donner des arguments diagnostiques.

### 1.4 IMAGES DE L'ENCÉPHALE SAIN CHEZ LES CARNIVORES DOMESTIQUES

#### 1.4.1 IMAGES PAR TOMODENSITOMÉTRIE DE L'ENCÉPHALE CHEZ UN CARNIVORE DOMESTIQUE SAIN

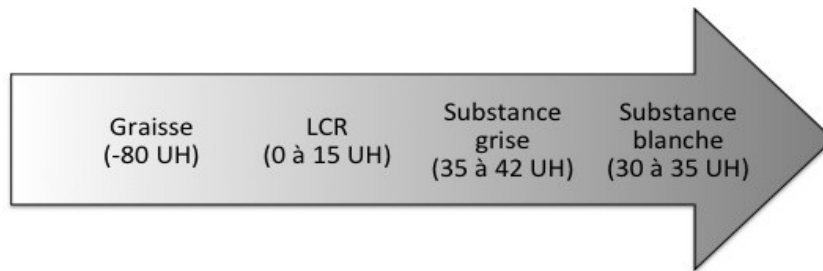
##### 1.4.1.1 ASPECT USUEL DES STRUCTURES DE L'ENCÉPHALE SAIN EN TDM



On décrit ici l'atténuation du faisceau de rayons X par les différentes structures parenchymateuses constituant l'encéphale. Notons que pour ce faire, on paramètre l'appareil grâce au filtre « tissus mous ». De plus, on remarquera que la distinction entre substance blanche et substance grise est seulement théorique puisque les valeurs d'atténuation du faisceau de rayons X se chevauchent (Berry 1998).

Figure 1 : échelle d'atténuation du faisceau de rayons X des principales structures de l'encéphale (en unités Hounsfield) (Berry 1998)

*Les valeurs les plus élevées sont rencontrées après l'injection intraveineuse de produit de contraste*



#### 1.4.1.2 PRINCIPAUX ARTÉFACTS RENCONTRÉS LORS D'EXAMEN EN TDM DE LA TÊTE

##### 1.4.1.2.1 Le flou cinétique

Le flou cinétique correspond à un déplacement des structures examinées pendant le déclenchement des rayons X. Cependant, du fait de l'anesthésie, on peut considérer que de tels déplacements sont négligeables lorsqu'on réalise un examen TDM de l'encéphale chez le patient vétérinaire (en considérant que les mouvements respiratoires n'entraînent pas de mouvement de la tête) (J. A. Hudson 1998).

##### 1.4.1.2.2 Durcissement osseux

Les rayons X de plus faible énergie sont atténués plus rapidement. Or, les structures osseuses ont tendance à atténuer fortement le faisceau de rayons X, ce qui donne l'impression que les structures profondes atténuent moins les rayons que les structures plus superficielles (A. K. LeBlanc, 2007).

Chez les carnivores domestiques, l'épaisseur particulièrement importante de l'os occipital entraîne ce type d'artéfact notamment dans la région de la fosse caudale, qui est médiocrement imagée par les techniques de TDM (J. A. Hudson 1998).

##### 1.4.1.2.3 Changement brutal de densité

Cet artéfact se rencontre lorsqu'une structure de densité très élevée se trouve présente au sein de tissus mous. Le changement brutal de densité invalide alors les calculs matriciels, ce qui entraîne la formation de bandes noires ou blanches rectilignes sur l'image.

L'importante densité des os pétreux ou occipitaux, ou la présence d'un implant métallique peuvent provoquer ce type d'image, rendant encore plus malaisée la représentation par TDM de la fosse caudale notamment (J. A. Hudson 1998).

#### 1.4.2 IMAGES PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE DE L'ENCÉPHALE CHEZ UN CARNIVORE DOMESTIQUE SAIN

##### 1.4.2.1 ASPECT USUEL DES STRUCTURES DE L'ENCÉPHALE SAIN EN IRM

On rappelle l'aspect des différents tissus visibles lors de l'examen de la région céphalique par IRM. Celui-ci dépend, comme on l'a vu, de la capacité des protons à se polariser. Or, les protons de l'eau et dans une moindre mesure, les protons des lipides polaires des gaines de myéline, du fait de leur interaction avec leur environnement, sont particulièrement aptes à se polariser. En revanche, les protons des lipides apolaires du tissu adipeux sont très liés à leur environnement et sont plus difficilement polarisables.

Notons que la composition de l'encéphale, eau (LCS et sang) et tissu nerveux principalement, rend l'analyse par IRM très adaptée.

Figure 2 : Aspect en IRM des principaux tissus de la région céphalique

Tissu/milieu biologique	Liquide cérébrospinal	Graisse/moelle osseuse	Substance blanche	Substance grise	Corticale osseuse
Séquences pondérées en T1	Noir	Blanc	Gris (plus sombre que la graisse)	Gris (plus sombre que la SB)	Pas de signal
Séquences pondérées en T2	Blanc	Blanc	Gris (plus sombre que la SG)	Gris (plus sombre que la graisse)	Pas de signal

Notons d'autre part qu'à l'état physiologique, les tissus de l'encéphale ne rehaussent pas après injection intraveineuse de gadolinium, à l'exception de **l'hypophyse, des méninges et de la glande pinéale** (Mark T. Troxel 2004). En effet, ces différentes structures ne font pas partie du névraxe et ne possèdent donc pas de

barrière hématoméningée, ce qui permet le passage du produit de contraste à travers leurs capillaires.

#### 1.4.2.1 PRINCIPAUX ARTÉFACTS RENCONTRÉS LORS D'EXAMEN EN IRM DE LA TÊTE

##### 1.4.2.1.1 Le flou cinétique

De la même manière qu'en TDM, on considère que cet artéfact est négligeable lors de la réalisation d'examen par IRM de l'encéphale (M. A. d'Anjou 2005).

##### 1.4.2.1.2 Implants magnétiques de petite taille

Les implants magnétiques de petite taille, lorsqu'ils ne constituent pas une contre-indication à l'examen par IRM (par exemple, les transpondeurs électromagnétiques), peuvent provoquer une déformation focale des signaux magnétiques. Cependant, il est rare que la présence de ces artéfacts compromette l'interprétation des images de l'encéphale obtenues par cette technique (M. A. d'Anjou 2005).

### 1.5 INDICATIONS ET LIMITES DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'IMAGERIE DE LA RÉGION CEPHALIQUE

#### 1.5.1 INDICATIONS DE LA TOMODENSITOMÉTRIE

La TDM constitue le premier examen complémentaire préconisé par de nombreux vétérinaires praticiens lors de suspicion d'affection impliquant l'encéphale, et ce de façon relativement indifférenciée.

Elle est particulièrement intéressante lors de suspicion de masse intracrânienne, car elle permet à la fois **le diagnostic** (localisation et information concernant le type de masse) et un **bilan d'extension locorégional** relativement facile d'accès. En effet, lorsqu'une masse est mise en évidence au cours d'un examen par TDM, qu'elle soit ou non d'origine néoplasique, il est assez aisé d'effectuer une hélice permettant de visualiser les structures proches, par exemple les cavités nasales en cas de granulomes aspergillaires ou les nœuds lymphatiques céphaliques s'il s'agit d'un processus tumoral. Soulignons du reste que la TDM offre la possibilité, via un dispositif

dédié, d'effectuer des biopsies guidées par stéréotaxie (« casque » disposé sur le patient pendant le déroulement de l'examen.) (A. K. LeBlanc, 2007)

De plus, si la présentation clinique est spectaculaire, ce qui peut être le cas lors de l'évolution d'affections aiguës ou de décompensation brutale, cet examen présentera une **plus grande disponibilité en médecine vétérinaire** que l'IRM, et nécessitera une plus courte durée d'anesthésie générale (intéressant pour les patients critiques notamment) (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999).

Enfin, quand un processus tumoral est avéré, et outre l'apport diagnostique de la TDM, les images obtenues permettront d'évaluer **les possibilités de traitement** (A. K. LeBlanc, 2007) notamment chirurgical (accessibilité et voie d'abord, nature physique de la tumeur, possibilité de résection totale ou non conditionnant le pronostic.)

### 1.5.2 LIMITES DE LA TOMODENSITOMÉTRIE

Les contre-indications absolues sont celles de l'anesthésie générale.

De plus, il existe comme on l'a vu en région infratentorielle un artéfact linéaire nommé « durcissement osseux », dû à la présence de tissus osseux très denses (os pétreux temporal et condyles occipitaux). Pour cette raison, la résolution spatiale d'une région s'étendant du tronc cérébral jusqu'au cervelet est limitée et on préférera **l'imagerie par résonance magnétique** lorsqu'on suspecte une lésion parenchymateuse dans cette région (M. A. d'Anjou 2005).

L'irradiation subie par le patient, bien que non négligeable, est considérée sans risque si l'on prend en compte le fait que chaque coupe n'est irradiée que pendant quelques fractions de secondes, même si le temps d'exposition total est plus long.

### 1.5.3 INDICATIONS DE L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

L'IRM dispose aujourd'hui d'une excellente résolution et permet une grande finesse dans l'examen des différentes structures de l'encéphale (distinction entre la substance blanche et la substance grise par exemple). C'est donc un examen de choix lors de suspicion d'affections structurales de l'encéphale (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999).

De plus, la possibilité d'orienter à volonté les plans de coupe dans l'espace lui confère une **plus grande flexibilité** que la TDM (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999).

Enfin, la corticale de l'os étant pauvre en protons, elle n'engendre **pas d'artéfacts d'origine osseuse**, ce qui permet une bien meilleure visualisation de la fosse caudale de l'encéphale qu'en TDM (A. K. LeBlanc, 2007).

#### 1.5.4 LIMITES DE L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

A ce jour, aucun effet indésirable à l'IRM n'a été constaté (M. A. d'Anjou 2005).

Les contre-indications de l'IRM sont en grande majorité liées à la nécessité d'une **anesthésie générale de longue durée** (souvent largement supérieure à la demi-heure (M. A. d'Anjou 2005) pour les IRM bas champs, prédominants dans le monde vétérinaire.)

D'autre part, le champ magnétique élevé interdit formellement l'introduction d'objets ferromagnétiques dans la salle d'examen. Ceci implique des précautions particulières (monitoring anesthésique, retrait du collier de l'animal), mais peut aussi limiter l'accès à l'examen de certains patients. Entrent dans cette catégorie les porteurs de pace-makers, de prothèses orthopédiques (certaines sont aujourd'hui adaptées à l'IRM) ou de clamps vasculaires. Ces patients restent néanmoins peu nombreux en médecine vétérinaire (M. A. d'Anjou 2005).

#### 1.5.5 PERSPECTIVES D'AUGMENTATION DE LA PERFORMANCE DIAGNOSTIQUE DE L'IRM ET DE LA TDM

Il convient de souligner que ni la TDM ni l'IRM ne sont considérées comme des techniques infaillibles en termes de diagnostic des affections néoplasiques en ce sens qu'il n'existe pas de critère absolu permettant d'affirmer que la lésion observée est de nature tumorale. Dans ce domaine, de nouvelles techniques encore très peu disponibles en pratique courante ouvrent des perspectives intéressantes.

##### 1.5.5.1 PERSPECTIVES D'AUGMENTATION DE LA PERFORMANCE DIAGNOSTIQUE DE LA TDM

A ce jour, une nouvelle technique peut être appliquée à la médecine vétérinaire : il s'agit de la « Brain Perfusion Computed Tomography ». Cette technique permet la

mesure du volume sanguin cérébral d'une part et du temps de transit moyen du sang dans l'encéphale d'autre part. L'expression sous forme de ratio pourrait permettre le diagnostic de type tumoral voire la gradation (pour le cas des méningiomes notamment) (L. Motta M. T., 2012).

D'autre part, **l'imagerie par émission de positons** ou PET Scan, technique de scintigraphie en coupes, ouvre de réelles perspectives en ce qui concerne le diagnostic des affections de l'encéphale par TDM au vu de ses apports en médecine humaine (A. K. LeBlanc, 2007).

#### 1.5.5.2 PERSPECTIVES D'AUGMENTATION DE LA PERFORMANCE DIAGNOSTIQUE DE L'IRM

Différentes déclinaisons de l'IRM ont été développées ces dernières années pour améliorer la sensibilité de cette technique ou pour apporter des améliorations dans des contextes spécifiques. Ces techniques ne sont pas encore disponibles pour une utilisation en routine, mais elles font l'objet de nombreuses études chez le chien et le chat, tant en ce qui concerne leur optimisation que leur utilisation pratique possible (C.H. Vite 2011).

##### 1.5.5.2.1 Magnetic Transfer Imaging

La MTI (Magnetic Transfer Imaging) permet une représentation de l'effet sur le signal de l'échange d'aimantation entre les protons de l'eau et ceux inclus dans les macromolécules tissulaires. Le contraste se trouve donc augmenté, ce qui améliore la sensibilité (une macromolécule très présente dans l'encéphale, la myéline, peut être ciblée, permettant la mise en évidence des zones démyélinisées, ce qui présente un intérêt pour localiser précisément la frontière entre la matière grise et la matière blanche, mais aussi permet de distinguer une affection démyélinisante.) (C.H. Vite 2011)

##### 1.5.5.2.2 Diffusion-Weighted Imaging

La DWI (Diffusion-Weighted Imaging) est une technique basée sur la détection du mouvement moyen des molécules d'eau dans chaque voxel. L'eau liée et l'eau libre sont ainsi mieux différenciées. La sensibilité dans la distinction et la caractérisation des oedèmes (notamment la reconnaissance des oedèmes cytotoxiques) est augmentée. Il

n'y a pas d'autres utilisations de cette technique en pathologie tumorale vétérinaire à ce jour (C.H. Vite 2011).

### 1.5.5.2.3 Magnetic Resonance Spectroscopy

La MRS (Magnetic Resonance Spectroscopy) permet une évaluation biochimique non invasive de l'encéphale. Cette technique tout à fait originale permet la **quantification de certains métabolites très spécifiques** (comme le lactate, la créatine, la choline, le glutamate) dans les différentes zones du parenchyme cérébral. Elle ouvre de très larges perspectives en oncologie vétérinaire. En effet, on sait que certains métabolites sont directement corrélés au développement tumoral (les lactates, par exemple).

De plus, le suivi thérapeutique non invasif des concentrations en molécules de chimiothérapie peut être envisagé par cette technique (C.H. Vite 2011).

## LES TUMEURS DE L'ENCEPHALE DU CHIEN ET DU CHAT

### 2.1 ETUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE DES TUMEURS DE L'ENCÉPHALE DU CHIEN ET DU CHAT

#### 2.1.1 DONNÉES GÉNÉRALES

##### .1.1 IMPORTANCE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Les tumeurs intracrâniennes sont bien décrites chez le chien. De manière générale, les tumeurs de l'encéphale représenteraient entre 1,5 et 3% (Mark T. Troxel 2004) de l'ensemble de la pathologie tumorale dans cette espèce. Leur incidence dans la population canine est estimée à 14,5/100 000 chiens/an (J. R. P. R. Gavin 1995).

Les données sont plus lacunaires chez le chat. Les tumeurs de l'encéphale y représenteraient 1% de la totalité des tumeurs rencontrées. Certaines études récentes (Mark T. Troxel 2004) avancent un chiffre actualisé de 2,2%, plus bas que dans l'espèce canine en raison de la prédominance très élevée des lymphomes en pathologie tumorale chez le chat. Les tumeurs intracrâniennes toucheraient environ ainsi 3,5/100 000 chats/an (M. L. M. P. Moore 1996)

## .1.2 FACTEURS PRÉDISPOSANT

### 2.1.1.2.1 L'espèce

Chez le chat, les méningiomes représentent la tumeur du SNC la plus fréquente, suivis par les lymphomes, alors que chez le chien, les méningiomes dominent, suivis par les tumeurs d'origine gliale.

### 2.1.1.2.2 L'âge

Les tumeurs primaires de l'encéphale surviennent préférentiellement chez les chiens âgés : 80% des tumeurs cérébrales affectent des animaux âgés de 5 à 11 ans (M. L. M. P. Moore 1996). De plus, à partir de 10 ans, plus le chien est âgé, plus il est probable, si l'origine néoplasique de l'affection est confirmée, qu'il s'agisse d'un méningiome (Jessica M. Snyder 2006).

### 2.1.1.2.3 La race

Chez le chien, on suspecte une prédisposition des races brachycéphales (Boxer, Bouledogue français, Bulldog etc) aux tumeurs gliales, alors que les races dolichocéphales (Golden retriever, Doberman Pinscher, Scottish Terrier etc) seraient prédisposées aux tumeurs d'origine mésodermique (méningiomes) (M. L. M. P. Moore 1996). Peu de prédispositions raciales sont connues à ce jour chez le chat (M. L. M. P. Moore 1996).

## 2.1.2 LE SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES TUMEURS INTRACRÂNIENNES DU CHIEN ET DU CHAT

En terme de répartition des différents types tumoraux, les tumeurs intracrâniennes peuvent être classées selon l'origine embryologique (neuroectodermique, mésodermique ou encore métastatique) du tissu concerné (J. R. P. R. Gavin 1995). En médecine vétérinaire, la classification de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) des tumeurs intracrâniennes en médecine vétérinaire est largement inspirée de la classification humaine (J. R. P. R. Gavin 1995).

Chez le chien, les études s'intéressant aux tumeurs primaires rapportent une large prédominance des tumeurs d'origine mésodermique (méningiomes - 45%), suivies par les tumeurs d'origine neuroectodermique ou gliale (astrocytomes 17% et oligodendrogliomes 14%). Moins fréquemment, on observera l'occurrence de



lymphomes (4%), tumeurs des plexi choroïdes (7%), médulloblastomes, épendymomes, sarcomes histiocytaires, gliomes non classifiés ou encore hamartomes. (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999)

## 2.2 CLASSIFICATION DES TUMEURS INTRACRÂNIENNES

Une dichotomie largement utilisée consiste à classer anatomiquement les tumeurs selon leur origine extra ou intra axiale, c'est-à-dire selon leur appartenance ou non au système nerveux central (J. R. P. R. Gavin 1995). Les tumeurs extra-axiales regroupent principalement les méningiomes et les tumeurs hypophysaires tandis que les tumeurs gliales, les tumeurs secondaires (métastatiques) et les tumeurs des plexi choroïdes sont considérées comme intra-axiales.

### 2.2.1 MÉNINGIOMES

#### . .1.1 ORIGINE EMBRYOLOGIQUE

Les méningiomes sont par définition des **tumeurs d'origine mésodermique** (M. L. M. P. Moore 1996), pouvant se localiser aussi bien en périphérie des hémisphères cérébraux que le long de la faux ou sur le plancher du tronc cérébral. Plus rarement, ils occupent une position rétrobulbaire.

Chez le chien, ils semblent se répartir de façon préférentielle dans la région rostrale, puis dans la fosse caudale et enfin dans la région moyenne (J. M. Turrel 1986).

Les spécialistes s'accordent pour dire que leur tissu d'origine intéresse le mésoderme des crêtes neurales ou des cellules mésenchymateuses au contact de ces dernières (J. R. P. R. Gavin 1995). Les méningiomes se développent à partir des cellules recouvrant les granulations de l'arachnoïde (L. Motta M. T., 2012).

#### . .1.2 PRÉDISPOSITIONS

Chez le chien, comme chez l'homme chez qui cette tendance est encore plus marquée (M. L. M. P. Moore 1996), les **femelles sont prédisposées par rapport aux mâles**. Toujours dans cette espèce, il semblerait que les méningiomes représentent le **premier type tumoral** intracrânien même si certaines études avancent une prédominance des tumeurs gliales. Cependant, les biais d'échantillonnage et de recrutement dus aux fortes prédispositions raciales dans cette espèce peuvent être à l'origine de tels résultats (M. L. M. P. Moore 1996).

Certaines races canines semblent prédisposées. Il s'agit du Berger Allemand, des Collies, du Golden Retriever et du Boxer. Les méningiomes sont classés selon des critères histologiques en 3 grades par l'OMS (B.D. Young, 2011): bénin, atypique et malin. En transposant cette classification à l'espèce canine, on parvient à la répartition suivante: 56% de méningiomes bénins, 43% d'atypiques et moins de 1% de méningiomes malins (S. Rodena 2011).

Les méningiomes sont le type tumoral **le plus caractéristique de l'animal âgé**. A partir de huit ans, lors de développement néoplasique, à chaque fois que l'âge du patient s'accroît de deux ans, il y a 10% de chances supplémentaires que la tumeur en cause soit un méningiome (Jessica M. Snyder 2006).

Chez le chat, le méningiome arrive en tête du cortège des atteintes tumorales (M. L. M. P. Moore 1996). Si les sujets atteints sont le plus souvent matures à âgés, comme chez le chien, il existe une forme juvénile qui accompagne la mucopolysaccharidose de type I (C. W. Dewey 2000). Dans cette espèce, ce sont les mâles qui sont légèrement prédisposés. On trouve de façon fréquente des formes multacentriques, et une localisation supraventriculaire préférentielle (M. L. M. P. Moore 1996).

## 2.2.2 TUMEURS NEUROÉPITHÉLIALES

### . 2.1 TUMEURS GLIALES

#### 2.2.2.1.1 Origine embryologique

Les tumeurs des ganglioneurones sont rarissimes. On rencontre plus fréquemment des tumeurs des cellules de **la nervoglie ou gliomes**.

Les gliomes regroupent astrocytomes, oligodendrogliomes, glioblastomes multiformes (J. R. P. R. Gavin 1995). Les épendymomes, d'origine épithéliale, sont parfois inclus à cette classification. **Astrocytomes et oligodendrogliomes** sont les types tumoraux les plus fréquemment rencontrés au sein de ce groupe. Par ordre décroissant de fréquence, on les retrouve au niveau des hémisphères cérébraux, surtout dans le prosencéphale (B.D. Young 2011) et plus particulièrement intéressant le lobe piriforme, puis le thalamus, le tronc cérébral et le cervelet.

Ils envahissent souvent **le système ventriculaire** et apparaissent parfois chez des animaux jeunes, même si plus classiquement, ils touchent des adultes matures à âgés (B.D. Young 2011).

Chez le chien et le chat, les deux types de gliomes les plus fréquents, astrocytomes et oligodendrogliomes, sont rencontrés dans des proportions comparables (M. L. M. P. Moore 1996). Cependant, si ces tumeurs sont relativement courantes chez le chien, elles ne sont observées qu'occasionnellement chez le chat (J. R. P. R. Gavin 1995).

#### 2.2.2.1.2 Astrocytomes

Les astrocytomes peuvent être **de toutes tailles et de toutes formes** ; et il existe des formes multicentriques rares mais particulièrement agressives, même si aucune métastase hors SNC n'a jamais été rapportée. Les chiens, chez qui ils représentent le premier type de tumeur intraaxiale, et notamment **les brachycéphales** (Boxer et Boston Terrier) sont prédisposés par rapport aux chats (M. L. M. P. Moore 1996).

Les tumeurs gliales ont tendance à se développer **à l'intérieur de la substance blanche** (J. R. P. R. Gavin 1995), et de façon préférentielle dans la région rostrale de l'encéphale (J. M. Turrel 1986).

Chez l'homme, leur classification en quatre grades de malignité croissante est significative en termes de pronostic (M. L. M. P. Moore 1996). Il est à noter que les critères de malignité pour la classification des astrocytomes et oligodendrogliomes sont inhabituels : ils ont peu tendance à métastaser en dehors de l'encéphale et présentent peu de caractéristiques histologiques en faveur d'un haut grade de malignité (atypies nucléaires, index mitotique élevé). Ces tumeurs sont néanmoins considérées comme malignes sur la base **de leur tendance à l'envahissement** des structures adjacentes (J. R. P. R. Gavin 1995).

#### 2.2.2.1.3 Oligodendrogliomes

Les oligodendrogliomes sont bien décrits chez le chien mais n'apparaissent que sporadiquement chez le chat. **Les races brachycéphales canines, notamment Boxers, Boston Terrier et Bulldogs** sont largement prédisposées, ainsi que **les mâles**, deux fois plus souvent atteints que les femelles (M. L. M. P. Moore 1996).

Ces tumeurs intéressent la substance blanche, préférentiellement dans les hémisphères cérébraux, et tout particulièrement au niveau des lobes frontaux, ou dans

le diencéphale (J. R. P. R. Gavin 1995). Il en existe trois grades de malignité croissante, et les oligodendrogliomes de haut grade sont plus fréquents chez le chien (M. L. M. P. Moore 1996).

Comme les astrocytomes, ils sont considérés **comme malins** en raison de leur tendance à l'envahissement des structures adjacentes.

## . .2.2 TUMEURS D'ORIGINE ÉPITHÉLIALE

### 2.2.2.2.1 Tumeurs des plexi choroïdiens

Les tumeurs des plexi choroïdiens sont décrites chez le chien avec une faible incidence, et de façon exceptionnelle chez le chat. De manière générale, **les mâles** semblent plus fréquemment atteints que les femelles (M. L. M. P. Moore 1996). De plus, dans l'espèce canine, les Golden Retriever sont particulièrement prédisposés (S. Rodena 2011). L'âge moyen au diagnostic **est de six ans** (S. Rodena 2011), et donc relativement moins élevé que pour d'autres formes tumorales.

Les deux formes rencontrées, papillome et carcinome, se localisent préférentiellement au niveau du quatrième ventricule (M. L. M. P. Moore 1996). Elles entraînent alors souvent un syndrome « pontocérébelleux asymétrique » : tétraparésie spastique, nystagmus positionnel, tête penchée et vomissement, évoluant sur plusieurs semaines à mois.

### 2.2.2.2.2 Ependymomes

Les épendymomes sont des tumeurs rares de l'épithélium du système ventriculaire. Le faible nombre de cas étudié en médecine vétérinaire ne permet pas à ce jour de mettre en évidence une quelconque localisation préférentielle, ni la production de données épidémiologiques très approfondies.

Néanmoins, les types histologiques observés chez le chien correspondent aux **grades II et III** de la classification de l'OMS (B. A. Summers 1995).

#### 2.2.2.2.3 Médulloblastomes

Ce sont des tumeurs **issues de cellules nerveuses pluripotentes**. Chez l'homme, elles représentent le principal exemple de PNET (Primitive Neuro-Ectodermal Tumors) (U. S. Choi, 2012). De haut grade de malignité, et localisés en position sous-tentorielle (vermis ou hémisphères cérébelleux), les médulloblastomes concernent en général de jeunes individus de l'espèce canine. Les troubles cliniques résultent souvent d'une hydrocéphalie qui peut être très importante. Ces tumeurs sont rares chez le chat (W. B. Morrison s.d.).

#### 2.2.3 TUMEURS HYPOPHYSAIRES

Ces tumeurs peuvent concerner l'adénohypophyse ou la neurohypophyse. Le plus fréquemment, c'est l'**adénohypophyse**, et notamment au niveau de la *pars distalis* ou de la *pars intermedia*, qui est le siège du développement de la tumeur. Il s'agit alors d'un adénome. Selon la taille de ce dernier, on parlera de micro ou de macroadénome. Comme il n'y a pas de corrélation entre la taille de l'hypophyse et le format ou le volume crânien chez le chien et le chat, un seuil quantitatif a pu être fixé entre les deux types. Ainsi, on parle de macroadénome dès lors que la taille de l'hypophyse dépasse 10mm (la taille normale étant d'environ 5mm chez l'animal sain), sachant qu'elle peut alors atteindre plusieurs cm (S. Rodena 2011). La présentation clinique résultera dans ce cas de l'hypersécrétion hormonale, et notamment de l'hyperactivité de l'axe corticotrope.

En effet, les adénomes hypophysaires sont à l'origine d'environ 80% des maladies de Cushing. Seuls les macro-adénomes, soit 30% de ces tumeurs, entraînent des déficits neurologiques directs (c'est-à-dire distinguables des troubles dus à l'hypercorticisme) : par compression des nerfs optiques, oculomoteurs et trijumeaux, ils sont à l'origine d'un syndrome du sinus caverneux. Chez le chien dont la selle turcique est incomplète, la croissance de ces tumeurs est souvent dorsale avec une tendance à l'envahissement du diencéphale, entraînant la destruction des structures hypophysaires puis hypothalamiques et thalamiques. Si la croissance est généralement lente, on observe parfois **une décompensation brutale** avec peu de signes avant-coureurs, signant une hémorragie spontanée suraigüe ou ictus hypophysaire (W. B. Morrison s.d.).

Soulignons que les adénomes hypophysaires ne sont sécrétants que s'ils concernent les *pars distalis* ou *intermedia* et que l'évolution d'un microadénome vers un macroadénome est loin d'être systématique (Rachel E. Pollard 2010).

Ce type tumoral est rare chez le chat. La physiopathologie est dominée par l'hypersécrétion de Growth Hormone, à l'origine de cas de diabètes insulino-résistants dans cette espèce (Rachel E. Pollard 2010).

D'autre part, signalons que les adénocarcinomes de l'hypophyse, variantes malignes des adénomes hypophysaires, sont rares en médecine vétérinaire.

## 2.2.4 LYMPHOMES

### . .4.1 ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT

Les lymphomes du SNC peuvent concerner l'encéphale de façon isolée (lymphome intracrânien primaire) ou s'inscrire dans une évolution systémique (lymphome intracrânien secondaire). Ainsi, on estime chez l'homme et chez le chat que 5% des lymphosarcomes impliquent le SNC (Johnson, 1990).

De plus, quand on rencontre une atteinte lymphomateuse de l'encéphale chez le chien, il s'agit presque systématiquement d'une manifestation intracrânienne de lymphome multicentrique alors que chez le chat, les lésions isolées ne sont pas exceptionnelles (même si elles demeurent moins fréquentes que les lymphomes multicentriques) (V. Palus, 2012). Il faut noter que, quelle que soit leur origine, les lymphomes n'entraînent de modifications du **LCR que dans moins de la moitié des cas**, alors que l'imagerie de l'encéphale sera presque toujours diagnostique (C. S. Bailey 1986) ou au moins révélatrice de modifications structurales.

D'autre part, le diagnostic de lymphome intracrânien primaire ne pourra être posé qu'après avoir exclu, autant que cela était possible, tout autre site possible de développement de lymphome, notamment au moyen d'un examen clinique complet, d'une échographie abdominale, d'une radiographie thoracique et d'une analyse sanguine exhaustive (V. Palus, 2012). Ce diagnostic rigoureux n'est pas toujours mené dans son intégralité en médecine vétérinaire. Chez l'homme, il a été montré que les formes primaires ont un développement intraparenchymateux alors que les localisations intracrâniennes de lymphome multicentrique ont un développement extraparenchymateux. Ce critère, s'il était démontré qu'il est transposable en médecine vétérinaire, permettrait le différentiel entre lymphome intracrânien primaire ou

multicentrique sans la contrainte que représente le diagnostic par exclusion. Il serait donc particulièrement intéressant de préférer l'imagerie à d'autres examens secondaires lors de suspicion de lymphome canin ou félin (V. Palus, 2012).

Chez le chien, sont décrits quelques cas **de réticulose**, qui semblent être des formes de lymphomes primitifs du SNC, mettant probablement en jeu des lymphocytes B (Stephanie A. Thomovsky, 2011).

#### . 4.2 PRÉDISPOSITIONS

Aucune prédisposition raciale n'a pu être mise en évidence chez le chat. Chez le chien, il semblerait que la race Rottweiler soit légèrement surreprésentée. Dans les deux espèces, comme chez l'homme, les mâles sont prédisposés par rapport aux femelles. L'âge moyen au diagnostic est plutôt faible (7,4 ans chez le chien et 4,2 ans chez le chat) (V. Palus, 2012).

#### . 4.3 LOCALISATION PRÉFÉRENTIELLE

Lors de lymphome intracrânien primaire, ce sont le plus souvent le thalamus, l'hypothalamus ou la région sellaire qui sont atteints (S. Rodena 2011).

Lors de lymphosarcome multicentrique ou lymphome intracrânien secondaire, on observe en général un épaississement des nerfs crâniens, une infiltration extensive des leptoméninges et des plexus choroïdes. Dans ce cas, la présence de cellules néoplasiques dans le LCR est fréquente (S. Rodena 2011).

### 2.2.5 MÉTASTASES INTRACRÂNIENNES

#### . 5.1 DÉFINITION

Les métastases intracrâniennes de tumeurs primaires extracrâniennes ne forment pas un ensemble homogène au sens anatomopathologique du terme. En effet, il s'agit de sites secondaires de tumeurs pouvant avoir pour origine des tissus très variés. Néanmoins, comme leur développement et leur sémiologie en imagerie présentent un certain nombre de similitudes, nous les avons regroupées dans cette présentation. Nous ne prendrons pas en compte ici les tumeurs envahissant l'espace intracrânien par continuité anatomique.

De nombreuses tumeurs, comme les **hémangiosarcomes** ou la **plupart des carcinomes**, ont tendance, dans le cadre d'une large dissémination métastatique, à l'atteinte du SNC.

Les tumeurs intracrâniennes secondaires sont fréquentes chez le chien, plus rares chez le chat malgré une incidence qui augmente dans les deux espèces (J. M. Snyder, 2008). Certaines études tendent même à montrer que les tumeurs secondaires seraient plus fréquentes chez le chien que les tumeurs primaires. En fait, tout dépend de ce que recouvre l'expression « tumeurs secondaires » : les auteurs constatant les prévalences les plus élevées englobent dans la définition de tumeurs secondaires du système nerveux central toute tumeur qui se développe **soit à distance** de ce qui peut être établi comme une tumeur primaire (métastases au sens strict), soit venant envahir ou comprimer l'encéphale à partir **d'un site primaire extérieur au SNC mais en continuité anatomique** (tumeurs adjacentes) (J. M. Snyder, 2008). En effet, une telle définition inclut notamment parmi les tumeurs secondaires les adénomes et adénocarcinomes hypophysaires. Notre définition sera un peu différente de cette dernière, très large, puisque seront traités à part lymphosarcomes, tumeurs hypophysaires et métastases intracrâniennes.

Quelle que soit la définition retenue, on observe une **augmentation de l'incidence** de ces tumeurs secondaires par rapport aux premières études menées (années 50 à 80), qui rejoignent d'autres observations d'oncologie vétérinaire. Il est en effet probable que la **médicalisation partielle** des patients atteints d'une pathologie tumorale (chirurgie ou radiothérapie) mais **insuffisamment agressive** (non suivie par une chimiothérapie par exemple), qui est aujourd'hui la pratique courante en médecine vétérinaire, autorise le développement accru de tumeurs secondaires d'où l'apparente augmentation de leur incidence (M. L. M. P. Moore 1996).

Une étude (S. Rodena 2011) indique la répartition des types tumoraux à l'origine des métastases cérébrales de la manière suivante : **50% d'hémangiosarcome métastatique, 20% de carcinomes, 30% regroupant d'autres types tumoraux.**



L'essaimage métastatique, qui se fait majoritairement par **voie hématogène**, a tendance à favoriser l'installation des métastases dans les artérioles corticales d'où leur fréquent développement à l'interface entre substance blanche et substance grise.

Ce mode d'essaimage est à prendre en compte : l'approche thérapeutique peut s'en trouver sensiblement modifiée, par exemple si ces tumeurs secondaires s'inscrivent dans une véritable « **maladie métastatique** ». En effet, lorsqu'une tumeur secondaire est découverte dans l'encéphale, le poumon est atteint par le même type tumoral dans près de la moitié des cas, le cœur ou les reins dans un tiers, et le foie, la rate, le système lymphatique ou les os dans environ 20% des cas. De plus, on trouve d'autres **néoplasies sans lien avec le type rencontré dans l'encéphale dans 20% des cas** également.

#### 2.2.6 TUMEURS DE LA GAINE DES NERFS CRÂNIENS V (TRIJUMEAU)

Les tumeurs de la gaine qui entoure les nerfs crâniens trijumeaux (NC V) ne sont pas exceptionnelles chez le chien. Ce sont les tumeurs les plus fréquentes affectant la portion intracrânienne de nerfs crâniens. Il s'agit de tumeurs uniques, extra-axiales, localisées dans la fosse moyenne ou dans la fosse caudale, en face latérale du pons (A. T. Parry, 2011). On observe presque systématiquement une atrophie des muscles masséters et temporaux ipsilatéraux, ainsi qu'une lyse progressive des foramens traversés par les trois branches efférentes (fissure orbitaire, *foramen magnum*, *foramen ovale*) (B. A. Summers 1995).

Il est à noter que, même si cela est beaucoup plus rare, les autres paires de nerfs crâniens sont elles aussi susceptibles d'être le siège du développement d'une néoplasie (A. T. Parry, 2011).

#### 2.2.7 AUTRES TYPES TUMORAUX

Il existe un certain nombre d'autres types tumoraux décrits en médecine vétérinaire. Comme nous ne les évoquons pas dans la partie expérimentale de cette étude, nous n'avons pas souhaité les détailler ici dans un souci de synthèse. En effet, certains de ces types (craniopharyngiomes, tumeurs des cellules germinales dans une localisation ectopique) sont particulièrement rares en médecine vétérinaire. D'autres types, bien que fréquemment décrits (adénocarcinomes des cavités nasales envahissant secondairement la boîte crânienne) ne concernent pas l'espace

intracrânien au sens strict. Ces types tumoraux doivent néanmoins être à l'esprit du clinicien qui prescrit les examens d'imagerie médicale et de leur lecteur.

## 2.3 APPROCHE CLINIQUE DES TUMEURS INTRACRANIENNES DES CARNIVORES DOMESTIQUES

(Cauzinille 2007)

L'objectif de cette section est de présenter de façon succincte les situations conduisant à suspecter une affection tumorale. En effet, quel que soit l'examen d'imagerie médicale, celui-ci ne sera envisagé que dans le cadre d'une suspicion diagnostique.

La stratégie thérapeutique et le pronostic de récupération sont conditionnés par **le type tumoral, la localisation et la croissance** (avancement au moment du diagnostic, vitesse et type, infiltrant ou non). Cependant, la symptomatologie permet simplement d'objectiver une atteinte de l'encéphale et la plupart du temps, de la localiser plus précisément, mais n'est en aucun cas diagnostique du type tumoral ni même de la présence d'une néoplasie.

### 2.3.1 PHYSIOPATHOLOGIE DES TUMEURS INTRACRÂNIENNES DU CHIEN ET DU CHAT

Dans un premier temps, la présentation clinique des tumeurs de l'encéphale est largement conditionnée par la localisation de la masse au sein de la boîte crânienne (Morrison s.d.). Elle peut secondairement être compliquée par les symptômes d'une hypertension intracrânienne induite par le développement de la tumeur :

- directement par effet de masse, œdème périlésionnel, ou perturbations vasculaires à l'origine d'hémorragies.
- indirectement par obstruction des voies d'écoulement du LCR (ventricules et aqueducs) entraînant une hydrocéphalie.

Cette hypertension intracrânienne peut provoquer, dans les phases terminales d'évolution, un engagement sous-tentorial de l'encéphale ou occipital du cervelet.

De façon générale, l'évolution des processus tumoraux engendre une aggravation et une généralisation des symptômes, sous un **mode chronique et progressif ou par poussées successives**.

## 2.3.2 SUSPECTER UNE AFFECTION TUMORALE

### . .2.1 MOTIFS DE CONSULTATIONS

Parmi les motifs de consultation les plus fréquents lors de tumeurs de l'encéphale, les **crises convulsives** arrivent en tête, puis les symptômes peuvent être regroupés en « syndromes » permettant une neurolocalisation plus ou moins précise.

L'anamnèse devra notamment porter sur la présence de syndrome vestibulaire, de douleur dans la région nucale, de marche sans but, de cécité, d'anisocorie ou encore de modification du comportement (Morrison s.d.). Cette étape de recueil des commémoratifs est particulièrement importante, car selon la région de l'encéphale impliquée, le choix de l'une ou l'autre des méthodes d'imagerie laissera plus ou moins de latitude.

Comme on l'a dit, les symptômes relevés ne sont pas spécifiques d'un type tumoral donné ni même de la présence d'une tumeur. Cependant, certains éléments peuvent être pris en compte : la présence de crises convulsives est particulièrement fréquente chez les patients atteints d'oligodendrogliomes (risque multiplié par 3,6 par rapport aux autres types tumoraux (B.D. Young, 2011)), alors que certaines tumeurs à croissance lente, notamment les méningiomes, peuvent parfois être découvertes fortuitement à l'occasion d'un examen d'imagerie de la tête.

On retiendra d'autre part le cortège symptomatique particulier pouvant survenir lors de tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V. L'implication de ces voies nerveuses entraîne une paralysie flasque unilatérale de la mâchoire, pouvant s'accompagner de déficits sensoriels. Lorsque la section concernée par le développement tumoral est intracrânienne, ces symptômes peuvent s'accompagner des signes habituels dus à la compression ou à l'envahissement du tissu cérébral.

### . .2.2 IMPORTANCE DE LA NEUROLOCALISATION

L'examen clinique initial du patient, s'il ne permet d'avancer que des hypothèses diagnostiques, doit permettre de neurolocaliser la lésion. Il convient dans un premier temps de noter les symptômes apparemment sans lien avec une atteinte neurologique mais pouvant être expliqués par le développement néoplasique : les symptômes d'une tumeur primaire ayant pu métastaser secondairement dans l'encéphale devront être notés. Par exemple, des troubles urinaires chroniques accompagnés de constipation

orienteront vers un carcinome prostatique, de même, cachexie et faiblesse font partie du cortège de symptômes classiquement évoqué lors d'affectation tumorale.

### 2.3.3 ÉLÉMENTS DE NEUROLOCALISATION DES AFFECTIONS ENCÉPHALIQUES

On ne détaillera pas ici l'ensemble des symptômes permettant au clinicien d'avancer l'hypothèse d'une affection de l'encéphale. On envisage simplement de rappeler, parmi ces symptômes, lesquels permettent de supposer l'implication de telle ou telle région de l'encéphale. La première dichotomie, d'importance majeure pour la conduite des examens complémentaires d'imagerie, s'établit entre les régions supra et infratentorielle.

#### . 3.1 SYMPTOMATOLOGIE SCHÉMATIQUE DE L'ATTEINTE DES DIFFÉRENTES RÉGIONS DE L'ENCÉPHALE

Figure 3 : éléments de neurolocalisation des affections encéphaliques

	Région atteinte	Principaux symptômes observés
Zone supratentorielle	Téleencéphale	-souvent unilatéraux -controlatéraux à la lésion -altération de la vigilance, changement du comportement crises convulsives syndrome d'héminégligence, cécité, hémiparésie ou anesthésie faciale
	Diencéphale	-cécité bilatérale -dérèglement de l'homéostasie -déficits proprioceptifs.
Zone infratentorielle	Mésencéphale	-ipsilatéraux à la lésion -strabisme ventrolatéral, mydriase, -déficits proprioceptifs, -modification de la vigilance (si atteinte de la formation réticulée)
	Myéleencéphale	-ipsilatéraux à la lésion -paralyse de la mâchoire (sous la forme d'une simple amyotrophie des masticateurs si unilatérale) -anesthésie faciale -déficits proprioceptifs -modification du seuil de vigilance
	Métencéphale	-ipsilatéraux à la lésion -exophtalmie, strabisme médial, paralysie laryngée -déficits proprioceptifs
	Cervelet	-ipsilatéraux à la lésion

		-ataxie avec augmentation du polygone de sustentation et dysmétrie -tremblements souvent intentionnels -nystagmus pendulaire, absence de clignement à la menace (sans modification de la proprioception consciente)
--	--	---

### .3.2 SYNDROME VESTIBULAIRE

L'atteinte du système vestibulaire (structures de l'oreille interne, nerf vestibulo-cochléaire ou ses noyaux encéphaliques) provoque des symptômes que l'on regroupe sous le nom de « **syndrome vestibulaire** » : tête inclinée du côté atteint, hypotonie des membres du côté de la lésion et hypertonicité controlatérale d'où une démarche en cercles, nystagmus. C'est l'atteinte des structures voisines qui aidera à différencier **un syndrome vestibulaire central ou périphérique**.

#### 1.8.4 EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

Aujourd'hui, les examens complémentaires de choix en cas de suspicion d'affection néoplasique intracrânienne regroupent quasi-exclusivement l'IRM et la TDM. Néanmoins, d'autres examens peuvent être envisagés et on se propose ici de les présenter de façon très sommaire.

##### .4.1 ÉLECTROENCÉPHALOGRAPHIE

Cette technique est peu disponible dans les structures hospitalières vétérinaires en Europe. Sans contre-indication mais difficile à mettre en place chez les patients vétérinaires (M. L. M. P. Moore 1996), elle peut néanmoins permettre la confirmation d'une lésion intracrânienne et sa localisation (Morrison s.d.)

##### .4.2 ANALYSE DE LIQUIDE CEREBRO-SPINAL (LCS)

L'analyse de LCS chez les patients atteints de tumeurs intracrâniennes **ne révèle que rarement des anomalies**. Il est notamment rare d'observer des cellules néoplasiques, même lorsque la tumeur est localisée dans une zone baignée par le LCS (ex : carcinome des plexi choroïdes).

Cependant, il est possible d'observer une augmentation de la pression du LCS, une augmentation de la protéinorachie, du comptage cellulaire (leucocytes associés à l'inflammation engendrée par la croissance tumorale) (Morrison s.d.). Mais même ces indices indirects sont loin d'être systématiques : il est dorénavant admis que plus de 50% des animaux présentant une tumeur du SNC histologiquement confirmée possèdent un LCS dont la composition biochimique s'inscrit dans les limites des valeurs usuelles (J. R. P. R. Gavin 1995).

Notons du reste que la ponction de LCS est formellement contre-indiquée lors d'engagement cérébelleux ou d'hydrocéphalie, ce qui peut être le cas lors du développement de nombreuses tumeurs intracrâniennes (mais situation difficile à objectiver sans l'aide de l'imagerie.) (M. L. M. P. Moore 1996)

#### . 4.3 POTENTIELS ÉVOQUÉS AUDITIFS

Cette technique a récemment été utilisée pour le diagnostic de tumeurs chez le chien. Elle s'est révélée particulièrement sensible pour localiser la lésion, y compris lors d'affection tumorale multifocale (Morrison s.d.).

## 2.4 CARACTERISTIQUES HISTOPATHOLOGIQUES DES TUMEURS DE L'ENCEPHALE DU CHIEN ET DU CHAT

### 2.4.1 CONSIDÉRATIONS CONCERNANT L'ANALYSE HISTOPATHOLOGIQUE DE L'ENCÉPHALE DES CARNIVORES DOMESTIQUES

L'analyse histopathologique constitue le seul diagnostic de certitude des affections tumorales. Pour cela, une biopsie, une exérèse chirurgicale ou un prélèvement post-mortem doit être réalisé. La pièce histologique sera par la suite examinée dans un laboratoire d'anatomie pathologique, de préférence vétérinaire, en raison de la spécificité de certaines caractéristiques cytologiques ou histologiques des tumeurs du chien et du chat par rapport à ce qui peut être rencontré chez l'homme.

### 2.4.2 RÉALISATION DE L'ANALYSE HISTOPATHOLOGIQUE

Réalisée de façon ante-mortem, la biopsie peut être guidée par échographie après réalisation d'un volet osseux, par TDM ou par IRM. Une éventuelle hémorragie faisant suite à cet acte sera alors décelée et traitée si nécessaire.

Il est à noter que la TDM offre des possibilités de guidage par stéréotaxie à l'aide d'un casque adapté à l'animal permettant de repérer les coordonnées précises de la tumeur.

Enfin, l'analyse histopathologique peut être réalisée sur un fragment extrait lors de l'exérèse totale de la masse s'il est décidé d'entreprendre une chirurgie dans un but curatif.

En pratique, la pièce d'exérèse est traitée de manière traditionnelle (milieu de transport formolé fermé, réalisation de coupes fines histologiques et coloration à l'hématoxylin-éosine en première intention, observation au microscope optique.)

### 2.4.3 TYPOLOGIE HISTOPATHOLOGIQUE DES TUMEURS DE L'ENCÉPHALE DU CHIEN ET DU CHAT

(B. A. Summers 1995)

#### . .3.1 MÉNINGIOMES

##### 2.4.3.1.1 Aspects macroscopiques

###### . .3.1.1.1 *Localisation, croissance et développement*

En continuité avec l'enveloppe leptoméningée, ils peuvent se localiser en périphérie des hémisphères, en position médiane, le long de la faux du cerveau, le long de la tente du cervelet voire en position intraventriculaire (association aux plexi choroïdes) (Morrison s.d.). De façon plus anecdotique, on peut les rencontrer en position rétrobulbaire ou à l'intérieur des sinus paranasaux.

Ils ont le plus souvent un aspect globuleux à ovalaire, bien délimité, et une consistance ferme. A croissance lente et progressive, ils ont plus tendance à comprimer les tissus adjacents qu'à les envahir. Leur attache au tissu méningé sain peut être aussi large que la lésion elle-même, ou plus petite et parfois pédiculée (méningiome sessile). (Morrison s.d.). Cette attache peut s'accompagner d'une hyperostose réactionnelle très caractéristique dans le cas de méningiome dit « en plaque » (M. L. M. P. Moore 1996).

On peut rencontrer des **plages hémorragiques ou nécrosées, ainsi que des formations kystiques**. On notera à cette occasion que, comme pour les gliomes, l'origine de ces zones kystiques ne fait pas consensus et pourrait être multiple. Il pourrait s'agir de zones de nécrose, de structures appartenant à l'appareil

cisternoventriculaire piégées lors de la croissance tumorale, d'œdème vasogénique collecté ou encore de fluide produit par les cellules néoplasiques elles-mêmes.

#### . .3.1.1.2 *Classification*

La classification, calquée sur les critères proposés chez l'homme comprend trois classes de malignité : bénins (56% des cas chez le chien), atypiques (43%) et malins (1%) (B. K. Sturges 2008). Leur épidémiologie diffère donc de ce qui est rencontré chez l'homme (80% de méningiomes bénins, 8% d'atypiques et 2% de malins.)

#### 2.4.3.1.2 Aspects microscopiques des méningiomes bénins

La classification chez les espèces domestiques des méningiomes bénins est à mettre en relation avec les nombreux types que l'on rencontre chez l'homme. Nous ne détaillerons ici que les types de méningiomes les plus fréquemment rencontrés en médecine vétérinaire.

#### . . .1.2.1 *Type méningothélial*

Les méningiomes de type méningothélial se présentent sous forme de lobules de cellules méningothéliales tumorales délimitées par de fines fibres de collagènes. Les cellules contiennent des noyaux ovoïdes, un cytoplasme abondant mal délimité et parfois un nucléole proéminent. Les formations syncytiales sont fréquentes (L. Motta M. T., 2012).

#### . .3.1.2.2 *Type fibroblastique*

Formations en fibromes entrelacés, reliés entre eux par des faisceaux de fibroblastes auxquels se mêlent de nombreuses fibres de collagène.

#### . .3.1.2.3 *Type transitionnel*

Ce type présente des caractéristiques intermédiaires entre les types méningothélial et fibroblastique (M. P. Moore M. L., 1996).

#### . .3.1.2.1 *Type psammomateux*



Ce type est caractérisé par la présence de corps psammomateux, c'est-à-dire d'amas de débris cellulaires, composés d'un cœur hyalin et de zones de nécrose ou de calcification pouvant servir de nuclei à une minéralisation visible macroscopiquement (Johnson, 1990), (L. Motta M. T., 2012).

#### . .3.1.2.2 *Type angioblastique*

Ce type, rare, est caractérisé par son abondante vascularisation. Chez l'homme, deux variantes du type angioblastique sont reconnues, sans toutefois que les caractéristiques d'aucun de ces deux types ne soient superposables au type angioblastique tel qu'on le définit en médecine vétérinaire.

#### . .3.1.2.3 *Type verticillaire*

Petits verticilles tumoraux ou vasculaires dégénérés, incrustés de sels de calcium.

#### . .3.1.2.4 *Type microcystique*

Cette forme, qui se caractérise par des lobules individualisés de cellules tumorales subissant une vacuolisation, d'où une apparence mitée, est parfois considérée à part des types bénins (B. K. Sturges 2008).

### 2.4.3.1.3 Particularités

Les méningiosarcomes, variantes malignes des méningiomes, représentent moins de 25% des méningiomes. Ils semblent toutefois plus fréquents que les méningiomes malins chez l'homme (L. Motta M. T., 2012). Ces chiffres concernent les tumeurs intracrâniennes ou vertébrales et doivent donc être minimisés, car il semblerait que la proportion de méningiosarcomes intracrâniens soit bien plus faible, aux alentours de 1 à 2%. Lorsque des métastases sont présentes, ce qui est rare voire exceptionnel, celles-ci ont tendance à se retrouver dans l'aire pulmonaire (M. L. M. P. Moore 1996).

Chez le chat, les formes multicentriques sont particulièrement fréquentes (Morrison s.d.), ainsi que les méningiomes « intra-axiaux », associés au système

ventriculaire et qui représentent 33% des méningiomes félines (W. B. Thomas 1996). Deux types microscopiques regroupent la quasi-totalité des cas : les types méningothélial et psammomateux.

#### 2.4.3.1.4 Marquage immunohistochimique

Même si cela n'est pas utilisé de façon systématique, le diagnostic de méningiome peut être obtenu **par un marquage immunohistochimique à la vimentine** (Johnson, 1990). Une caractérisation immunohistochimique peut également être obtenue via des marquages au CD 34 ou à la E-cadhérine (L. Motta M. T., 2012).

### . 3.2 ASTROCYTOMES

#### 2.4.3.2.1 Aspects macroscopiques

L'apparence macroscopique des astrocytomes reflète leur organisation cellulaire et leur degré de différenciation. La plupart se présentent comme des masses infiltrantes mal délimitées, dont les marges regroupent à la fois des cellules tumorales et des corps cellulaires de neurones ou des axones myélinisés sains.

L'aspect général de l'encéphale peut être considérablement modifié, oedémateux, ou au contraire inchangé si la tumeur intéresse des structures profondes. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les astrocytomes de plus haut grade de malignité sont en général mieux délimités. Cependant, leur vitesse de croissance est particulièrement redoutable. Ils sont alors rougeâtres, avec un aspect moucheté révélant des zones de nécrose ou d'hémorragie.

La moitié des astrocytomes présentent une composante kystique (B.D. Young 2011).

#### 2.4.3.2.2 Aspects microscopiques

Comme chez l'homme, on décrit plusieurs types selon le tissu siège du processus néoplasique.

Les **astrocytomes fibrillaires**, les plus fréquents, intéressent les astrocytes fibrillaires dont le cytoplasme est organisé par des fibrilles. Par conséquent, la tumeur est ferme et cohésive. Certains astrocytomes fibrillaires, dits pilocytiques, sont

caractérisés par une croissance en faisceaux de très fines cellules néoplasiques bipolaires.

Les **astrocytomes gémistocytiques** sont caractérisés par de larges cellules au cytoplasme éosinophile et abondant et par un noyau excentré ou « multiple ».

Dans les **astrocytomes astroblastiques**, les cellules s'organisent en pseudorosettes, à l'intérieur desquelles les cellules rayonnent à partir des vaisseaux sanguins (organisation également identifiée dans les épendymomes ou les méningiomes papillaires)

Les **astrocytomes protoplasmiques**, dont la consistance est molle, gélatineuse, présentent des cellules de plus petite taille, au noyau globuleux, avec peu de processus cytoplasmiques. Ils sont souvent ponctués de zones microkystiques.

Tous les types microscopiques peuvent être rencontrés chez le chien. Chez le chat, les astrocytomes sont rares, mais il semble que la forme **astroblastique** soit surreprésentée.

#### 2.4.3.2.3 Gradation

Il existe plusieurs systèmes de gradation des astrocytomes, qui découlent de l'histologie humaine (M. L. M. P. Moore 1996). La plus consensuelle de nos jours est **celle de Burger**, qui inclut trois grades de malignité croissante, sur la base de la densité cellulaire, du degré de pléomorphisme, de la présence de proliférations vasculaires ou de figures de mitose, ou de zones de nécrose, critère assombrissant considérablement le pronostic.

A ces trois grades traditionnellement décrits s'ajoute le **glioblastome multiforme**, qui représente le stade ultime de transformation maligne parmi les astrocytomes, et correspond au grade IV défini par l'OMS. Le glioblastome multiforme serait donc une forme vers laquelle les astrocytomes malins de divers types cellulaires semblent pouvoir évoluer au cours du temps via des phénomènes de sélection de populations cellulaires au sein même de la tumeur (D. Lipsitz). L'œdème engendré peut être considérable. Le glioblastome canin présente en général moins de pléomorphisme que sa contrepartie humaine.

Soulignons ici le fait que, les astrocytomes pouvant réunir plusieurs types tumoraux selon la zone analysée, le degré de certitude diagnostique à accorder à l'analyse histopathologique quant à la gradation tumorale ne sera pas le même selon

que le matériel sera issu d'une biopsie ou d'une autopsie (exérèse totale et analyse exhaustive dans ce cas.)

#### 2.4.3.2.4 Marquage immunohistochimique

Les astrocytomes peuvent être identifiés par des techniques de coloration, notamment les formes bien différenciées qui ont une forte positivité pour le marquage immunohistochimique de la Glial Fibrillary Acidic Protein (GFAP) (M. L. M. P. Moore 1996).

### . .3.3 OLIGODENDROGLIOMES

#### 2.4.3.3.1 Aspects macroscopiques

Ces tumeurs, de couleur rosâtre à grise, présentent une consistance molle et gélatineuse, avec une composante kystique macroscopique fréquente (plus de 70% des cas (B.D. Young 2011)) pour celles dont le diamètre dépasse 3cm. Les marges sont plus ou moins bien définies, même si ce type tumoral présente une tendance à l'envahissement (notamment à travers les leptoméninges ou même les ventricules).

#### 2.4.3.3.2 Aspects microscopiques

Les formes bien différenciées sont caractérisées par **des cellules « en œuf au plat »** (gonflement artéfactuel à l'origine d'un halo périnucléaire). De façon classique, ces formes présentent un tapis cellulaire homogène, avec des noyaux très denses et des cytoplasmes optiquement vides. Les zones de minéralisation ou d'hypervascularisation sont d'autres caractéristiques de ce type tumoral. Le plus souvent, chez le chien, on rencontre des tumeurs gliales mixtes, avec des zones astrocytiques, ce qui semble prouver que le processus néoplasique qui en est à l'origine concerne les cellules progénitrices des deux lignées cellulaires. Les oligodendrogliomes malins sont qualifiés d'anaplasiques et présentent de nombreuses figures de mitoses ainsi que des zones de nécrose.

La classification des **glioblastomes multiformes** en tant que gliome de haut grade d'origine multiple, avec des composantes d'astrogliome, d'oligodendrogliome et d'épendymome, est aujourd'hui acceptée par la plupart des spécialistes.

### . 3.4 TUMEURS DES PLEXI CHOROÏDIENS

#### 2.4.3.4.1 Aspects macroscopiques

Ce sont des tumeurs rougeâtres à grises bien délimitées qui, malgré leur continuité spatiale avec l'appareil cisternoventriculaire, n'entraînent qu'exceptionnellement la présence de cellules tumorales dans le LCS. De par leur localisation, elles sont à l'origine d'hydrocéphalie par obstruction (contrairement à leur contrepartie humaine où l'hydrocéphalie est le plus souvent due à l'hypersécrétion de LCS par les cellules tumorales elles-mêmes). Elles auraient tendance à métastaser à l'intérieur du SNC dans 38% des cas chez le chien (W. B. Thomas 1996).

#### 2.4.3.4.2 Aspects microscopiques

On observe un réseau très homogène de structures papillaires constituées d'un épithélium cubique à colonnaire.

La distinction entre carcinome et papillome se fait sur des critères d'envahissement local, d'atypie cellulaire au niveau microscopique ainsi que de dissémination le long des voies empruntées par le LCS. De plus, les papillomes ont tendance à bien respecter l'ultrastructure microscopique de l'épithélium ventriculaire.

La caractérisation immunohistochimique est moins aisée que chez l'homme : en effet, la plupart n'expriment pas la GFAP ni les kératines (M. L. M. P. Moore 1996).

### . 3.5 EPENDYMOMES

#### 2.4.3.5.1 Aspect macroscopique

Ce sont le plus souvent des **tumeurs de grande taille**, de consistance plus ou moins molle, infiltrantes et délabrantes localement, souvent accompagnées **de zones kystiques ou hémorragiques**. Elles ont tendance à envahir les ventricules et être ainsi à l'origine d'une hydrocéphalie, ici encore par obstruction.

#### 2.4.3.5.2 Aspects microscopiques

Ce sont des tumeurs à forte densité cellulaire, bien vascularisées. Les cellules tumorales présentent un noyau ovoïde, très condensé, entouré d'un cytoplasme discrètement éosinophile et s'agencent en feuillets cohésifs. Une caractéristique microscopique de ces types tumoraux est la présence de **formations en rosettes, ou**

**pseudorosettes**, correspondant à l'organisation de cellules épithéliales autour de vaisseaux de petit calibre.

Les formes malignes, qui se distinguent en microscopie par une densité cellulaire et une vascularisation importantes, un pléomorphisme nucléaire et des plages de nécrose, ont tendance à métastaser via le LCS. Elles se rapprochent, de par leurs critères microscopiques, de l'entité « glioblastome multiforme ».

La positivité à la GFAP (marquage immunohistochimique mettant en évidence la Glial Fibrillary Acidic Protein) semble rare.

### . 3.6 MÉDULLOBLASTOMES

#### 2.4.3.6.1 Aspects macroscopiques

Les médulloblastomes se présentent la plupart du temps comme une volumineuse masse relativement bien circonscrite mais non encapsulée intéressant le vermis ou les hémisphères cérébelleux (Yates, 1964). Ils ont tendance à infiltrer le parenchyme le long des vaisseaux néoformés.

De couleur rouge pourpre et de consistance molle et friable, ils présentent de nombreux foyers nécrotiques voire une large plage de nécrose centrale. On rencontre parfois des formes à composante kystique ou calcifiée.

#### 2.4.3.6.2 Aspects microscopiques

Ce type tumoral est caractérisé par une forte densité de petites cellules monoclonales, à gros noyaux et s'agencant en palissades ou en pseudorosettes autour d'un foyer nécrotique ou d'un élément vasculaire. Les figures de mitose sont nombreuses.

Le diagnostic immunohistochimique pourra être obtenu lors de forte positivité à la synaptophysine conjointement à une réaction faible voire inexistante à la GFAP.

### . 3.7 TUMEURS HYPOPHYSAIRES

#### 2.4.3.7.1 Aspects macroscopiques

L'hypophyse (dont la taille chez l'animal sain est proche de 5mm), peut être de **taille très augmentée** (jusqu'à 3-4 cm de diamètre.) La tumeur est blanchâtre sauf si des hémorragies ont occasionné des plaques rouges à brunes. Chez le chien, en raison des particularités structurales de la selle turcique, la croissance se fait en général vers

le haut. Elle peut entraîner une compression sur l'infundibulum, le plancher du 3<sup>ème</sup> ventricule, l'hypothalamus et le thalamus, et jusqu'aux voies optiques.

#### 2.4.3.7.2 Aspects microscopiques

Les adénomes de la *pars distalis* adoptent des formes sinusoïdales ou diffuses. Les cellules, de forme polyédrique, comportent un noyau vésiculaire et un cytoplasme abondant et finement granuleux.

Dans la forme sinusoïdale, de larges espaces vasculaires séparent des follicules d'aspect colloïde, alors que dans la forme diffuse, les cellules s'organisent en feuillets très cohésifs avec peu de vaisseaux. Des **zones de nécrose et de minéralisation** peuvent être distinguées.

Les tumeurs de la *pars intermedia* sont de taille plus réduite, moins délabrantes et très bien délimitées. Elles présentent des îlots qui peuvent être révélés par une coloration à l'acide périodique de Schiff.

#### 2.4.3.7.3 Particularités

Les **macroadénomes peuvent envahir l'os** sous-jacent. Il semblerait qu'une corrélation existe entre la taille du macroadénome et cette tendance à l'envahissement (S. Rodena 2011).

Les carcinomes hypophysaires sont bien plus rares. Ils se distinguent par leur extension massive à la base de l'encéphale et à la surface de l'os sphénoïde et par leur **capacité métastatique**. Cependant, ils ne présentent pas toujours de pléomorphisme nucléaire notable ni un index mitotique particulièrement augmenté.

Les tumeurs de la neurohypophyse sont exceptionnelles.

### . 3.8 LYMPHOMES

#### 2.4.3.8.1 Aspects macroscopiques

Les lymphomes, qu'ils concernent uniquement le SNC ou qu'ils fassent partie d'une entité clinique plus large, se présentent comme des nodules uniques ou multiples, mous, blanchâtres et peu cohésifs, voire des infiltrations diffuses plus difficiles à délimiter.

Les lymphomes intracrâniens primaires concernent en général les régions thalamiques, hypothalamiques ou sellaire.

Lorsque la tumeur intracrânienne observée s'inscrit dans l'évolution d'un lymphome multicentrique, des métastases peuvent être présentes à la surface des méninges, sous forme d'une masse épidurale compressive, des plexi choroïdes ou impliquer des nerfs crâniens ou encore l'hypophyse (Fenner, 1990). Dans ce cas, le liquide cébrospinal peut être infiltré par des cellules mononucléées plasmocytaires.

#### 2.4.3.8.2 Aspects microscopiques

Microscopiquement, leur aspect est proche des lymphomes impliquant d'autres organes. Les lymphomes peuvent être histiocytaires ou, le plus souvent, lymphoblastiques. Dans ce cas, on observe de nombreuses cellules monoclonales, rondes à ovales, d'aspect lymphoïde et peu différenciées (Johnson, 1990).

L'utilisation de marquage immunohistochimique permet de déterminer le phénotype des cellules impliquées (lymphocytes T ou B.) En général, ce sont les lymphocytes B qui sont impliqués dans les lymphomes primaires des patients vétérinaires (Johnson, 1990).

### . 3.9 MÉTASTASES INTRACRÂNIENNES

#### 2.4.3.9.1 Aspects macroscopiques

Contrairement à l'aspect macroscopique de la plupart des gliomes, les métastases intracrâniennes sont très souvent bien circonscrites, et de couleur tranchante par rapport au tissu environnant, ce qui est à relier avec une tendance à l'hémorragie.

Le plus souvent, elles apparaissent à la jonction entre substance grise et substance blanche, ou au sein de la matière grise, notamment dans les régions cérébelleuse, corticale ou de l'hippocampe. Elles peuvent entraîner un œdème cérébral parfois considérable.

Il est rare de trouver plus de deux sites métastatiques intracrâniens chez le patient vétérinaire, et en général, la diffusion se fait par voie vasculaire (Fenner, 1990).

#### 2.4.3.9.2 Origine histologique



Tous les types tumoraux sont susceptibles d'engendrer des métastases intracrâniennes, mais on observe préférentiellement des métastases de carcinomes ou d'hémangiosarcome (Fenner, 1990). De façon schématique, les **hémangiosarcomes et mélanomes malins** ont tendance à entraîner des **métastases multiples** à l'origine d'un effet de masse parfois considérable, alors que **les métastases de carcinome** sont moins nombreuses mais de **plus grande taille**.

Une présentation atypique est représentée par **la carcinomatose méningée**. Il s'agit d'une complication particulièrement sérieuse de tumeurs primaires le plus souvent extracrâniennes, au cours de laquelle l'espace sous-arachnoïdien est envahi par des cellules tumorales sous forme de masse unique, de métastases en semilles ou d'infiltration diffuse. Ce phénomène décrit chez le chien et le chat semble pouvoir faire suite à un carcinome intestinal, un carcinome mammaire, un carcinome cutané à cellules squameuses ou un carcinome des plexi choroïdiens (I. Mateo 2010)

#### 2.4.3.9.3 Aspects microscopiques

Leur aspect microscopique et leur éventuelle caractérisation immunohistochimique sont en relation avec le tissu siège de la tumeur primitive.

### . 3.10 TUMEURS DE LA GAINÉ DES NERFS TRIJUMEAUX

#### 2.4.3.10.1 Aspects macroscopiques

Ces tumeurs regroupent trois types histologiques distincts chez l'homme : les schwannomes, les neurofibromes et les neurofibrosarcomes, qui intéressent toutes les trois les structures de la gaine des nerfs crâniens. (A. T. Parry, 2011). Elles peuvent impliquer toutes les paires de nerfs crâniens, mais leur siège préférentiel est le nerf trijumeau (nerf crânien V) lorsque leur assise est intracrânienne.

Ce sont des masses uniques ou lobulées, bien circonscrites (notamment en ce qui concerne les schwannomes) localisées dans la région pontique, la plupart du temps légèrement excentrées (R. M. Schultz, 2007).

#### 2.4.3.10.2 Aspects microscopiques

La distinction des trois types sur le plan histologique n'est pas possible en se contentant des techniques habituelles. En médecine humaine, on signale la nécessité de

recourir à des techniques d'immunomarquage qui ne sont pas validées en médecine vétérinaire à l'heure actuelle (A. T. Parry, 2011).

Par conséquent, on retiendra qu'elles impliquent les tissus de la gaine de Schwann, et qu'on les regroupe sous le nom de « tumeurs de la gaine des nerfs crâniens. »

### . 3.11 AUTRES TYPES TUMORAUX

D'autres types tumoraux peuvent être rencontrés en position intracrânienne chez le chien et le chat. Des cas de craniopharyngiomes (tumeurs épithéliales présentant de larges plages de nécrose, de calcifications et de dépôts de cholestérol) ou de cellules germinales ayant subi une migration atypique le long du plancher du diencephale ont notamment été décrits (Morrison).

En raison de leur fréquence très peu élevée, et comme ils n'ont été intégré à aucun des diagnostics différentiels de l'étude expérimentale présentée ci-dessous, nous ne développerons pas ici leurs aspects macroscopiques et microscopiques.

## 2.5 L'IMAGERIE DES TUMEURS DE L'ENCÉPHALE DU CHIEN ET DU CHAT

### 2.5.1 SÉMILOGIE TUMORALE EN IMAGERIE DE L'ESPACE INTRACRANIEN

#### . 1.1 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE EN IMAGERIE MÉDICALE DE L'ESPACE INTRACRÂNIEN

De manière générale, dans le cadre de processus tumoraux intracrâniens, les modifications recherchées intéressent (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999) :

- La **boîte crânienne osseuse** (ostéolyse ou ostéocondensation, zones de continuité avec une lésion intraparenchymateuse.)
- La **densité spontanée** du parenchyme cérébral
- La taille, la forme, la position des structures du système cisternoventriculaire ainsi que la symétrie des ventricules latéraux et la position des **structures médianes** (faux du cerveau, fissure longitudinale). Lorsqu'ils ne sont pas eux-mêmes sièges de la lésion observée, ces éléments constituent des signes indirects permettant d'évaluer l'importance de l'effet de masse engendré par la lésion primaire et parfois seul à l'origine des signes cliniques.
- L'origine intra ou extraaxiale de la lésion, ses marges (floues ou non, régulières ou non), le type de croissance (infiltration ou déformation des

structures adjacentes), l'intensité et l'homogénéité du rehaussement après injection de produit de contraste (Morrison s.d.).

NB : On appelle effet de masse toute déviation du plan médian de l'encéphale ou des structures adjacentes, et/ou la compression des structures ventriculaires (R. A. LeCouteur, 1981).

## . .1.2 SÉMILOGIE EN TOMODENSITOMÉTRIE

### 2.5.1.2.1 Déplacements des structures

On prêtera particulièrement attention à la **dévi**ation du plan sagittal médian de l'encéphale visible sur les coupes transversales ainsi qu'à la **compression des espaces sous-arachnoïdien et cérébellomédullaire**.

### 2.5.1.2.2 Modifications de la densité

On qualifiera les lésions d'hypo, iso ou hyperdenses selon qu'elles apparaissent **plus sombres ou plus claires** que les tissus environnants. Dans la région de l'encéphale, la densité de référence sera celle de la matière grise.

De façon schématique, les lésions hypodenses sont associées à une diminution de la cellularité (nécrose) ou à une augmentation de la concentration en eau (œdème) ou en lipides, tandis que la calcification, l'hypercellularité ou encore les caillots et hématomes se signalent par une hyperdensité (R. A. LeCouteur 1981).

### 2.5.1.2.3 Zones de minéralisation

Les zones apparaissant **très hyperdenses** au sein de la lésion sont interprétées comme des foyers de calcification (J. R. Fike 1981).

### 2.5.1.2.4 Rehaussement après injection de produit de contraste

#### . .1.2.4.1 Définition

L'injection intra-veineuse de produit de contraste iodé permet de souligner les zones où la barrière hémato-encéphalique est défectueuse (R. A. LeCouteur 1981).

En ce qui concerne la prise de contraste, on cherchera à déterminer si elle est **homogène ou non, l'aspect de ses contours, ainsi que son intensité** (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999).

. .1.2.4.2 *Intérêt diagnostique de l'injection de produit de contraste dans la mise en évidence d'affection néoplasique*

Malgré les différences de densité entre tissu sain et tissu tumoral, il est admis que près de 50% des tumeurs de l'encéphale ne sont pas décelables sans l'utilisation d'un produit de contraste. Ce chiffre ne prend donc pas en compte les méningiomes, extraaxiaux, et souvent plus aisément visibles avant injection de produit de contraste. Dans une autre étude, rétrospective (J. M. Turrel 1986), seuls 8% des tumeurs ont pu être détectées sans équivoque avant injection de produit de contraste. Par conséquent, le **rehaussement après injection de produit de contraste iodé** (uniformité et intensité) constitue le **principal argument sémiologique** dans le diagnostic tomодensitométrique des tumeurs intracrâniennes (J. R. Fike 1981).

Notons d'autre part que si les tumeurs présentent en général un rehaussement maximal pendant la perfusion de produit de contraste, une première dichotomie repose sur l'observation que celui-ci est rapidement éliminé dans le cas des tumeurs non gliomateuses (J. M. Turrel 1986).

. .1.3 SÉMIOLOGIE EN IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE

2.5.1.3.1 Déplacements des structures

De la même façon qu'en TDM, on prêtera particulièrement attention aux **modifications de l'architecture** des différentes structures composant l'espace intracrânien.

2.5.1.3.2 Modifications de l'intensité

. .1.3.2.1 *Intensité de référence*

En termes d'intensité, les lésions seront qualifiées d'hypo, iso ou d'hyperintenses en référence à l'**intensité spontanée** de la matière grise.

En raison de la proximité de la nature physique du tissu sain par rapport au tissu tumoral, celui-ci est souvent **peu visible dans les séquences pondérées en T1**. En revanche, et toujours de manière schématique, les tumeurs ont tendance à montrer une hyperintensité plus ou moins nette en T2.

L'utilisation de séquences de T2 FLAIR permet la mise en évidence de **zones kystiques**, fréquentes dans les méningiomes et gliomes notamment.

Un élément important à retenir est que l'intensité est le fruit de nombreux paramètres qui ne dépendent pas directement du type tumoral impliqué : densité cellulaire, infiltration oedémateuse périlésionnelle, nécrose ou hémorragie (implication de produits de dégradation de l'hémoglobine, paramagnétiques.) C'est **l'ensemble des caractéristiques IRM** (par exemple, localisation, aspect en T1 et en T2, rehaussement, forme) qui va permettre d'orienter le diagnostic par imagerie.

. .1.3.2.2 *Evolution de l'intensité au cours d'hémorragies*

Concernant les hémorragies, du fait du métabolisme de l'hémoglobine, elles apparaîtront à l'IRM :

- **Hyperintenses** en T1 et hypointenses (moins d'une semaine d'évolution) à hyperintenses (jusqu'à six semaines) en T2 pour les hémorragies subaigües.
- Hypointenses en T1 et T2 pour les hémorragies chroniques (Sergio Ródenas 2011).

. .1.3.2.3 *Hyperintensité T2 périlésionnelle*

Historiquement, lors de la description de l'image, on distinguait la lésion de l'œdème intéressant le parenchyme cérébral au contact de cette dernière. Celui-ci correspondait à des zones diffuses hyperintenses en séquences pondérées en T2. Or, les études les plus récentes montrent que la séparation entre tissu sain et tissu néoplasique ne peut pas être **tracée de façon autoritaire** : en effet, les tissus sains possèdent des populations de cellules tumorales (cordons, infiltrations par exemple). Pour cette raison, on ne parlera pas d'œdème périlésionnel mais **d'hyperintensité T2 péritumorale**, zone affectée à la fois par une infiltration tumorale et par de l'œdème dû notamment à l'effet de masse provoqué par la croissance de la tumeur (Mark T. Troxel 2004)

. .1.3.2.4 *Intensité des zones de minéralisation, des zones kystiques et des plages de nécrose*

Les minéralisations, extrêmement pauvres en protons, apparaîtront comme des **espaces optiquement vides** sur toutes les séquences (Sergio Ródenas 2011).

Kystes et plages de nécrose, rencontrés dans les gliomes et méningiomes par exemple, possèdent des caractéristiques proches dans les séquences de base en IRM, technique qui ne serait pas assez sensible pour permettre leur distinction rigoureuse (Sergio Ródenas 2011). En effet, ce sont des structures **hypointenses en T1, hyperintenses en T2** et ne rehaussant pas après injection de produit de contraste. La visualisation de **marges bien définies** argumentera néanmoins en faveur de kystes plutôt que de plages de nécrose, aux marges en général plus floues. L'utilisation de séquences FLAIR pourra orienter la suspicion.

#### 2.5.1.3.3 Modifications à la suite de l'injection intraveineuse de produit de contraste

##### *. .1.3.3.1 Considérations générales au sujet du rehaussement des tumeurs intracrâniennes*

En général, l'utilisation d'un produit de contraste soulignant les modifications d'ordre vasculaire, notamment les zones où la barrière hématoencéphalique n'est plus intègre (Sergio Ródenas 2011), les motifs de rehaussement visibles en IRM sont les mêmes qu'en TDM.

A ce titre, il importe de souligner le comportement particulier de certains types tumoraux :

- Certains gliomes possèderaient des capillaires propres, mais permettant une relative continuité de cette barrière hématoencéphalique, d'où leur absence de rehaussement après injection intraveineuse de produit de contraste (L. Motta U. M., 2011).
- Les tumeurs extraaxiales, notamment les méningiomes, sont vascularisés par des afférences extraaxiales, ce qui explique leur rehaussement marqué (Sergio Ródenas 2011).
- Les métastases intracrâniennes possèdent des capillaires caractéristiques du tissu d'origine. Par conséquent, ils ne présentent pas de structure comparable à la barrière hématoencéphalique, d'où le rehaussement généralement marqué de ces types tumoraux (Sergio Ródenas 2011).

##### *. .1.3.3.2 Rehaussement en anneau*

On parle de **rehaussement en anneau** lorsque l'intensité périphérique après injection de produit de contraste est supérieure à l'intensité centrale de la lésion et forme un anneau complet. Cette observation peut être soulignée aussi bien en IRM qu'en TDM.

#### . .1.3.3 *Queue de comète ou queue dure*

Une queue de comète correspond à la visualisation, après injection de produit de contraste, d'une **ligne particulièrement hyperintense**, en région osseuse, sous-jacente à la lésion. Cet indice est très évocateur de la présence d'un méningiome (L. Motta M. T., 2012).

### . .1.4 CLASSIFICATION DES TUMEURS INTRACRÂNIENNES SUR LA BASE DE L'IMAGERIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

L'objet de cette partie est de rassembler les données générales et admises par la majorité des neuroimageurs vétérinaires permettant la diagnose la plus précise possible du type et du comportement de la tumeur.

#### 2.5.1.4.1 Performance diagnostique de processus néoplasique des techniques d'imagerie médicale

##### . .1.4.1.1 *Considérations générales*

Il est aujourd'hui admis que de nombreux types tumoraux peuvent être diagnostiqués via l'IRM, même si les estimations concernant la puissance diagnostique ne font pas consensus. Cette technique permet de révéler les cas d'hydrocéphalie, d'hémorragie, et les foyers d'ischémie-nécrose ou de minéralisation, d'ou de grands apports en termes diagnostiques (M. A. d'Anjou 2005).

Notons qu'une première difficulté, avant même de distinguer différents types tumoraux, est de poser le **diagnostic de tumeur**. En effet le diagnostic différentiel inclut les méningoencéphalites granulomateuses focales, les granulomes infectieux, les kystes congénitaux et il n'existe pas de critère discriminant entre ces lésions au regard de l'imagerie médicale vétérinaire. La plupart du temps, et lorsque cela est possible, cette distinction ne sera possible **qu'au terme de l'analyse détaillée** des images obtenues, et non d'emblée.

. .1.4.1.2 Puissance diagnostique  
de l'IRM

Aujourd'hui, l'IRM permet dans **90% des cas en médecine vétérinaire la distinction entre processus néoplasique ou non** (Sergio Ródenas 2011, étude menée en aveugle). Chez l'homme, ce pourcentage s'élève jusqu'à 99% (W. B. Thomas 1996). Les principaux écueils sont la confusion entre **gliomes et infarcti** ou maladies inflammatoires, dont les caractéristiques en IRM classiques peuvent être très proches (Sergio Ródenas 2011).

Il est à noter que, lorsqu'un processus néoplasique est exclu à tort, il s'agit en général d'un gliome. Ce type d'erreur est d'autant plus préoccupant que les tumeurs **gliales impliquent un pronostic sombre** (médianes de survie de l'ordre de quelques semaines.)

Aujourd'hui, l'IRM est considérée comme une technique plutôt sensible, et même très sensible chez l'homme où elle est diagnostique dans 99% des cas de tumeurs (Sergio Ródenas 2011), mais **peu spécifique** en médecine vétérinaire (C.H. Vite 2011). Par exemple, les études récentes montrent qu'en raison de caractéristiques communes, plus de **10% des infarcti** cérébraux sont interprétés comme des gliomes au regard de l'IRM. En effet, ces deux types d'atteinte de l'encéphale intéressent des animaux plutôt vieillissants, avec la possibilité de survenue de symptômes d'apparence aigüe. Or, le pronostic et la prise en charge seront bien différents entre ces deux cas (C.H. Vite 2011).

A noter qu'une étude très récente (C. A. Wolff, 2012) semble montrer que la sensibilité dans la détection par IRM de lésion de type néoplasique est significativement plus élevée quand l'anamnèse et les commémoratifs ne sont pas connus par le lecteur des images. Une telle remarque mériterait d'être confirmée car elle pourrait être très dépendante des lecteurs interrogés.

. .1.4.1.3 Puissance diagnostique  
de la TDM

D'autre part, il est aujourd'hui admis que **la TDM est moins sensible** dans la détection de processus néoplasique que l'IRM, notamment parce que les lésions ne rehaussent pas après injection de produit de contraste (barrière hémato-encéphalique



relativement intègre) peuvent passer inaperçues si les modifications tissulaires ne sont pas assez marquées pour entraîner des **variations de densité** (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999). C'est la médiocre résolution en contraste de cette technique qui est ici mise en évidence.

Peu d'études ont permis d'avancer des données chiffrées en termes de sensibilité de la TDM dans la détection des tumeurs intracrâniennes en médecine vétérinaire, mais certaines avancent un **pourcentage de détection positive de 92%** (J. M. Turrel 1986, étude non menée en aveugle). Chez l'homme, cette technique permet le diagnostic d'affection tumorale dans 95% des cas après injection de produit de contraste (Kreel 1978).

#### 2.5.1.4.2 Performance diagnostique de type tumoral des techniques d'imagerie médicale

##### . .1.4.2.1 *Considérations générales*

Le fait que les différents types tumoraux puissent présenter le même comportement en imagerie constitue une seconde difficulté. Un des arguments les plus fiables, mais ici encore non pathognomonique, reste dans de nombreux cas la **localisation** de la masse tumorale. Néanmoins, même l'IRM, souvent considérée comme « gold standard » pour le diagnostic non invasif en pathologie tumorale intracrânienne, ne permet un diagnostic correct de type tumoral que **dans 70% des cas**. Cette proportion serait plus élevée (Sergio Ródenas 2011) lorsqu'il s'agit d'atteinte secondaire de l'encéphale, notamment lorsqu'il existe une continuité anatomique (adénocarcinome des cavités nasales par exemple) avec la tumeur primaire.

Une étude récente (C. A. Wolff, 2012) vient relativiser la sensibilité de l'IRM dans la distinction des types tumoraux. A titre d'exemple, celle-ci ne serait pas supérieure à 50% dans la détection des méningiomes.

##### . .1.4.2.2 *Critères de malignité*

**Peu de critères de malignité** sont clairement objectivables à ce jour. Notons cependant que de manière générale, et dans le cas de néoplasies intraaxiales, l'intensité du rehaussement après injection de produit de contraste ainsi que, en IRM, l'étendue de l'hyperintensité T2 périlésionnelle sont d'autant plus importantes que le grade de

malignité est élevé (Susan L. Kraft 1997). En TDM, ce critère de malignité correspond à un **œdème périlésionnel** marqué (J. M. Turrel 1986).

L'analyse qui suit présente les caractéristiques les plus souvent observées en imagerie vétérinaire. Quand des éléments remarquables d'importance épidémiologique non négligeable existent, ils seront signalés par une note.

### 2.5.1.4.3 Panorama des principales caractéristiques des tumeurs intracrâniennes

#### . .1.4.3.1 Méningiomes

Figure 4 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des méningiomes canins et félins

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Extra-axiale	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Isodense à modérément hyperdense	Isointense en T1, iso à hyperintense pour 70% d'entre eux (S. Rodena 2011) en T2, hétérogène (B. K. Sturges 2008)
<b>Marges</b>	Bien définies	Distinctes, régulières (dans 70% des cas chez le chat (Mark T. Troxel 2004))
<b>Rehaussement après contraste</b>	-Massif et homogène -En anneau dans 11% des cas (J. M. Turrel 1986)	Fort et homogène pour 60 à 70 % (B. K. Sturges 2008) chez le chien, 50% des cas chez le chat, parfois en anneau (notamment méningiomes kystiques)
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	-Œdème périlésionnel minime (J. M. Turrel 1986) -Zones kystiques -Effet de masse modéré -Hydrocéphalie 17% (J. M. Turrel 1986) -Ostéolyse pariétale -Foyers de calcification	-Hypérintensité T2 périlésionnelle d'étendue et d'intensité variables, mais présente dans 95% des méningiomes (B. K. Sturges 2008) -Zones kystiques -Effet de masse dans 33% des cas (17) -Hydrocéphalie, engagement sous-tentorial et/ou cérébelleux -Queue dure (quasi spécifique mais ne concerne que 25% à 65% des méningiomes (S. Rodena 2011, Mark T. Troxel 2004))
<b>Performance diagnostique</b>	Satisfaisante	Satisfaisante (méningiomes kystiques pouvant être confondus avec des gliomes ou lymphomes, notamment quand l'origine extraaxiale n'a pu être affirmée (Mark T. Troxel 2004, S. Rodena 2011))

Remarques :

- Les méningiomes kystiques sont en général hypointenses dans les séquences pondérées en T1.
- A ce jour, il n'a pas été mis en évidence de critère à l'IRM ou en TDM permettant d'orienter vers tel ou tel type microscopique de méningiome (B. K. Sturges 2008).
- Il n'existe pas de critère de malignité des méningiomes établissant une corrélation entre IRM ou TDM et analyse histopathologique (Susan L. Kraft 1997). Néanmoins, la présence d'œdème péri-tumoral étant un critère pronostique aggravant du méningiome intracrânien (L. Motta M. T., 2012), toute suspicion d'un tel œdème au regard de l'imagerie (hyperintensité T2 péri-tumorale en IRM) assombrit le pronostic.

#### . .1.4.3.2 Tumeurs gliales

##### . .1.4.3.2.1 Remarques préliminaires

- Les astrocytomes et les oligodendrogliomes présentent de nombreuses caractéristiques communes lorsqu'on réalise des examens d'imagerie médicale. Dans un souci de clarté, ils resteront distincts dans la présentation ci-dessous.

De récentes études (B.D. Young 2011) montrent que, contrairement à ce qui existe chez l'homme, il n'existe pas à ce jour de signes permettant de discriminer astrocytomes et oligodendrogliomes par IRM ou TDM de façon significative. La recherche de tels critères est d'importance car, chez l'homme, et à grade égal, la médiane de survie des oligodendrogliomes est de deux à huit fois plus importante que celle des astrocytomes.

Cependant, les cohortes étudiées en médecine vétérinaire jusqu'à aujourd'hui comportaient de petits effectifs, et manquaient peut-être de performance statistique à ce titre.

- Les tumeurs gliales représentent le type tumoral le plus fréquemment associé à des zones d'hémorragie. Néanmoins, l'IRM ne permet l'identification que d'environ la moitié de ces zones : les plus petites, visibles lors de l'analyse histopathologique, n'apparaissent pas à l'image lors de la réalisation des séquences classiques (Sergio Ródenas 2011).

##### . .1.4.3.2.2 Astrocytomes

Figure 5 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des astrocytomes canins et félins

	TDM	IRM
--	-----	-----

<b>Localisation</b>	Intra-axiale, plutôt région rostrale	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Iso à hyperdense (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999)	-Assez variable -Hypo à isointense en T1, hyperintense en T2 -Continuité parfois visible avec l'appareil cisternoventriculaire
<b>Marges</b>	Floues à bien définies	
<b>Rehaussement après contraste</b>	-Absent à marqué, homogène ou non (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999), en anneau dans 30% des cas (J. M. Turrel 1986) -Fréquent pour les hauts grades, faible à nul pour les grades inférieurs (J. R. Fike 1981)	-Absent à marqué, homogène ou non, parfois en anneau -Intensité augmente avec le grade
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	-Œdème périlésionnel marqué d'autant plus important que le grade est élevé (J. R. Fike 1981) -Effet de masse souvent très marqué (J. M. Turrel 1986)	-Hyperintensité T2 périlésionnelle minime à modérée, croissance infiltrante -En général, origine dans la matière blanche -Foyers d'hémorragie fréquents dans les hauts grades -Hydrocéphalie -Foyers de calcification
<b>Performance diagnostique</b>	-Indiscernables des oligodendrogliomes -La TDM ne présente pas systématiquement d'anomalies d'où un sous-diagnostic fréquent (J. M. Turrel 1986)	-Indiscernable des oligodendrogliomes -Confusion avec infarcti et parfois indiscernables du parenchyme qu'ils infiltrerent quand rehaussement absent (Sergio Ródenas 2011)

Remarques :

- Le rehaussement en anneau n'est pas pathognomonique des tumeurs gliales. Il peut notamment être rencontré dans d'autres processus tumoraux (méningiomes) voire inflammatoires.
- Il semblerait que les astrocytomes de bas grade aient tendance à être isointenses dans les séquences pondérées en T1 (Susan L. Kraft 1997).

#### . .1.4.3.2.3 Oligodendrogliomes

Figure 6 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des oligodendrogliomes canins et félins

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Intra-axiale, souvent en région rostrale (J. M. Turrel 1986)	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Hypo à hyperdense	Hypointense en T1, hyperintense en T2
<b>Marges</b>	Souvent floues (J. M. Turrel 1986) (J. Brunner Singh, 2011)	
<b>Rehaussement après</b>	Minime (J. M. Turrel 1986), parfois	Fort, en anneau

<b>contraste</b>	en anneau (30%)	Intensité augmente avec le grade
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	-Effet de masse marqué (J. M. Turrel 1986) -Oedème périlésionnel variable (J. M. Turrel 1986), toujours marqué dans les localisations en fosse caudale -Hydrocéphalie	-Hémorragie, croissance invasive -Continuité avec l'appareil cisternoventriculaire (ventricules latéraux) ou avec les méninges -Centre nécrotico-kystique fréquent (Morrison)
<b>Performance diagnostique</b>	-Indiscernables des astrocytomes -La TDM ne présente pas systématiquement d'anomalies d'où un sous-diagnostic fréquent (J. M. Turrel 1986)	Indiscernable des astrocytomes Confusion avec infarcti et parfois indiscernables du parenchyme qu'ils infiltrant quand rehaussement absent (Sergio Ródenas 2011)

. .1.4.3.2.4 *Glioblastomes multiformes*

Les glioblastomes multiformes ont tendance à présenter le même type de caractéristiques en imagerie que les autres tumeurs gliales (S. Rodena 2011).

Cependant, un certain nombre de critères permettent d'orienter la suspicion vers ce type tumoral. En effet, les glioblastomes multiformes semblent présenter souvent des **contours nets**, une **intensité mixte dans les séquences pondérées en T2**, une **hypo voire une isointensité dans celles pondérées en T1**, rehaussent en anneau et présentent des composantes kystiques et nécrotiques (D. Lipsitz).

. .1.4.3.3 *Ependymomes*

Figure 7 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des épendymomes canins et félins

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Intraaxiale	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Hypo à isodense	De légèrement hypo à légèrement hyperintense en T1, nettement hyperintense en T2 (S. Rodena 2011)
<b>Marges</b>	Bien définies	
<b>Rehaussement après contraste</b>	Elevé, en anneau, homogène	Absent à modéré
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	-Effet de masse (J. M. Turrel 1986) -Hydrocéphalie	-Oblitération des ventricules -Zones kystiques et hémorragiques
<b>Performance diagnostique</b>	-Aspect indiscernable des astrocytomes de haut grade de malignité (J. R. Fike 1981)	-Confusion possible avec tumeurs des plexi choroïdes (S. Rodena 2011)

. .1.4.3.1 *Médulloblastomes*

Ces données reprennent les observations faites en médecine humaine (P. M. Bourgouin, 1992), par la suite confirmées dans les cas rapportés en médecine vétérinaire (U. S. Choi, 2012).

Figure 8 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des médulloblastomes

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Intra-axiale, fausse caudale, hémisphères cérébelleux ou vermis	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Hyper à isodense, plus exceptionnellement hypodense	hypo à isointense et hétérogène en T1, hyperintense en T2
<b>Marges</b>	Bien définies	
<b>Rehaussement après contraste</b>	Intense dans 80% des cas, homogénéité variable selon la présence de zones kystiques ou hémorragiques	Quasi systématiquement intense, homogénéité variable selon la présence de zones kystiques ou hémorragiques
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	Hydrocéphalie dans la moitié des cas Zones kystiques, nécrotiques, exceptionnellement calcifiées	
<b>Performance diagnostique</b>	Satisfaisante Certains médulloblastomes rehaussent peu ou pas Confusion possible avec tumeurs gliales (astrocytomes)	Satisfaisante Confusion possible avec tumeurs gliales (astrocytomes)

. .1.4.3.2 *Papillomes et carcinomes des plexi choroïdes*

Figure 9 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des tumeurs des plexi choroïdes

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Intra-axiale, en continuité avec le système ventriculaire	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Iso à hyperdense, à contours nets (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999)	De légèrement hypo à légèrement hyperintense en T1, hyperintense en T2 aspect souvent hétérogène (S. Rodena 2011)
<b>Marges</b>	Bien définies	
<b>Rehaussement après contraste</b>	Intense et homogène	Intense et homogène
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	Dilatation ventriculaire, association avec hydrocéphalie	-Dilatation ventriculaire, hydrocéphalie uni ou bilatérale (Susan L. Kraft 1997) -Foyers hémorragiques et de minéralisation -Œdème modéré dans 40% des papillomes, 70% des carcinomes (S.

	Rodena 2011)
<b>Performance diagnostique</b>	Satisfaisante Confusion possible avec épendymomes (S. Rodena 2011)

#### . .1.4.3.3 Adénomes hypophysaires

Figure 10 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des adénomes hypophysaires canines et félines

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Histologiquement extra-axiale, base dans la selle turcique	
<b>Aspect spontané</b>	Iso à légèrement hypodense	Isointense en T1, iso à hyperintense en T2, (S. Rodena 2011)
<b>Marges</b>	Bien définies (Mark T. Troxel 2004)	
<b>Rehaussement après contraste</b>	Intense et homogène pour les adénomes, hétérogène pour les carcinomes (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999)	Modéré à intense, homogène pour les adénomes, hétérogène pour les carcinomes
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	-Augmentation ou diminution de la densité du plancher crânien de l'hypophyse -Hydrocéphalie 50% (J. M. Turrel 1986) -Œdème péri-tumoral et effet de masse marqués (J. M. Turrel 1986)	Foyers kystiques ou hémorragiques Hydrocéphalie -Hyperintensité T2 périlésionnelle peu sévère
<b>Performance diagnostique</b>	Bonne en raison de la localisation hautement suggestive Certaines tumeurs ne modifient pas du tout l'aspect de l'encéphale (J. M. Turrel 1986)	Bonne en raison de la localisation hautement suggestive

Remarque : Comme l'hypophyse est une des régions de l'encéphale qui rehaussent naturellement après injection de produit de contraste, les adénomes hypophysaires peuvent apparaître comparativement moins marqués que le tissu qui les entoure s'ils rehaussent de façon moins importante.

#### . .1.4.3.4 Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens trijumeaux

Figure 11 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des tumeurs de la gaine des NC V

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	Intraaxiale, zone latérale du pons	
<b>Aspect spontané</b>	Iso à légèrement hypodense	Légèrement hypo à isointense en T1, isointense en T2 (A. T. Parry, 2011)
<b>Marges</b>	Mal délimitées	Nettes en T1, moins bien délimitées en T2 (A. T. Parry, 2011)
<b>Rehaussement</b>	Assez intense	Intense (R. M. Schultz, 2007)

<b>après contraste</b>		
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	Elargissement des foramens ou canaux empruntés par les voies efférentes du trijumeau (P. D. Mayhew, 2002) Lyse osseuse	Effet de masse Lyse osseuse Hyperintensité T1 et T2 des muscles temporaux/masséters atrophiés par dénervation (R. M. Schultz, 2007)
<b>Performance diagnostique</b>	Bonne en raison de la localisation hautement suggestive Figures d'envahissement des foramens et canaux considérées comme pathognomoniques chez l'homme (R. M. Schultz, 2007)	

#### . .1.4.3.5 Lymphomes

Figure 12 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des lymphomes intracrâniens canins et félins

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Localisation</b>	-Histologiquement extra-axial, uni ou multifocal -Localisation extra ou intraaxiale	
<b>Densité/Intensité spontanée</b>	Iso à hyperdense, aspect parfois cotonneux	Hypo à isointense en T1, légèrement à très hyperintense en T2 et en FLAIR (Mark T. Troxel 2004) (S. Rodena 2011)
<b>Rehaussement après contraste</b>	Souvent intense et homogène	Variable mais le plus souvent marqué (S. Rodena 2011)
<b>Autres signes distinctifs inconstants</b>	-Localisation souvent périventriculaire (Stephanie A. Thomovsky, 2011)	-Hyperintensité périlésionnelle en T2 souvent marquée (Mark T. Troxel 2004) -Effet de masse (Mark T. Troxel 2004) toujours présent, plus ou moins marqué -Modification des méninges sous-jacentes quasi systématique -Queue durale parfois présente
<b>Performance diagnostique</b>	Satisfaisante Confusion possible avec d'autres types tumoraux (méningiomes, gliomes) ou méningoencéphalite granulomateuse	

#### . .1.4.3.6 Métastases intracrâniennes de tumeurs extracrâniennes

Figure 13: aspect classiquement décrit en TDM et IRM des métastases intracrâniennes canines et félins

	<b>TDM</b>	<b>IRM</b>
<b>Aspect spontané</b>	-Fréquemment isodense (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999)	Hypo à isointense en T1, hyperintense en T2, hétérogène (S. Rodena 2011)
<b>Rehaussement après contraste</b>	Intense, en anneau à contours flous (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999)	Intense et homogène ou en anneau
<b>Autres signes distinctifs</b>	Cédème périlésionnel souvent important	-Croissance invasive -hypérintensité T2 périlésionnelle souvent



<b>inconstants</b>		importante -Zones hémorragiques fréquentes pour les hémangiosarcomes, plus rares pour les carcinomes (Sergio Ródenas 2011)
<b>Performance diagnostique</b>		Satisfaisante

Remarque : Pour la détection du phénomène de carcinomatose méningée, chez l'homme, il a été démontré que l'IRM est plus sensible que la ponction de LCR (39% ne sont pas détectées par cette technique mais le sont via l'IRM, (I. Mateo 2010).).....

#### 2.5.1.4.4 Difficultés diagnostiques soulignées

##### . .1.4.4.1 Taille et localisation

La première source d'erreur **est la petite taille** de certaines lésions, qui peut être inférieure à la résolution spatiale des appareils de TDM ou d'IRM (ordre de grandeur du mm) (S. L. Kraft, Intracranial Neoplasia 1999).

Les tumeurs intéressant **la zone du lobe frontal sous-jacent à la lame criblée** représentent une première source d'écueils en raison du large diagnostic différentiel dans cette région. Schématiquement, on peut proposer de se baser sur l'objectivation de l'effraction de la lame criblée : les méningiomes, lymphomes ou tumeurs gliales n'ont pas tendance à l'effraction au contraire des **neuroblastomes olfactifs et des adénocarcinomes des cavités nasales** (Mark T. Troxel 2004).

##### . .1.4.4.2 Traitement corticoïde

Il a été prouvé que l'utilisation de substances corticoïdes lors de chimiothérapie symptomatique, avant que le diagnostic d'affection tumorale soit posé, a pour conséquence de rétablir une certaine **continuité de la barrière hémato-encéphalique**. Par conséquent, chez les patients ayant reçu des corticoïdes, le rehaussement après injection de produit de contraste peut être **moins important** que ce qui est habituellement décrit et induire en erreur le diagnosticien (Susan L. Kraft 1997).

. .1.4.4.3 *Confusion possible entre tumeurs et accidents vasculaires cérébraux*

. .1.4.4.3.1 *Quelques données concernant les accidents vasculaires cérébraux*

Il convient ici de développer quelques remarques au sujet des rapprochements qui peuvent être conduits entre **affections tumorales au sens large et accidents vasculaires cérébraux**. En effet, les accidents vasculaires cérébraux entrent dans le diagnostic différentiel des tumeurs intracrâniennes car ils sont à l'origine du même type de symptômes que les autres affections structurelles de l'encéphale (Garosi, 2010).

On distingue classiquement les accidents vasculaires de **type ischémique d'accidents hémorragiques**, dichotomie qui a des conséquences en termes de diagnostic.

En effet, en phase aigüe, **le type ischémique** n'engendre pas de modification des images obtenues par TDM. L'IRM, en revanche, est la plupart du temps diagnostique après 12 à 24h d'évolution (modifications affectant notamment les séquences pondérées en T2 ou FLAIR), sans compter les apports que pourraient représenter des techniques telle que la DWT ou l'angiographie par résonance magnétique (Garosi, 2010).

La TDM est en revanche très sensible dans la détection d'hémorragie, d'où une performance diagnostique satisfaisante pour **le type hémorragique**. En IRM, les séquences en écho de gradient (T2\*) permettent elles aussi une bonne visualisation de ces plages hémorragiques.

. .1.4.4.3.2 *Accidents vasculaires cérébraux et oncologie*

Cependant, quel que soit le type, la différenciation d'avec une affection tumorale reste très délicate en utilisant de l'imagerie de façon isolée (Garosi, 2010). De plus, les accidents vasculaires (et plus fréquemment ceux de type hémorragique) peuvent parfois être reliés au développement d'une néoplasie :

- **le type ischémique** peut par exemple survenir dans le cadre d'une maladie métastatique (par exemple lors de l'évolution d'hémangiosarcomes) ou d'un lymphosarcome intravasculaire.

- **le type hémorragique** peut s'inscrire dans le cadre de la physiopathologie d'une tumeur de l'encéphale, qu'elle soit elle-même primaire ou secondaire.

Quoiqu'il en soit, même une recherche exhaustive de la cause sous-jacente à la survenue d'un accident vasculaire avéré **n'est concluante que dans moins de la moitié** des cas chez les carnivores domestiques (Garosi, 2010). On comprend donc les subtilités de l'interrelation entre tumeurs de l'encéphale et accident vasculaire en termes de diagnostic étiologique, d'autant plus que le diagnostic d'accident vasculaire est souvent un diagnostic d'exclusion, l'évolution clinique étant plus compatible avec ce type d'évènement.

## 2.6 CORRÉLATIONS ENTRE CERTAINS ÉLÉMENTS SÉMIOLOGIQUES EN IMAGERIE MÉDICALE ET CERTAINES CARACTÉRISTIQUES HISTOPATHOLOGIQUES

Il est extrêmement tentant, dans une optique d'approche globale du patient vétérinaire, d'essayer d'établir des correspondances entre l'observation de certains éléments sémiologiques particulièrement intéressants d'un point de vue diagnostique en imagerie (notamment en IRM dont la résolution en contraste est meilleure) et la présence de caractéristiques histopathologiques.

Cependant, ces correspondances ne sont pas évidentes en médecine humaine, et la médecine vétérinaire n'a pas encore eu le temps de les explorer de façon complète. Il convient donc d'être très prudent dans l'établissement de possibles corrélations, malgré l'intérêt qu'elles pourraient représenter. Citons à cet égard une étude récente très prudente quant au lien entre motif de rehaussement en IRM et caractéristiques histopathologiques (J. Brunner Singh, 2011).

### 2.6.1 INTENSITÉ DE REHAUSSEMENT ET AGRESSIVITÉ DE LA LÉSION

Le mécanisme physiologique à l'origine du rehaussement des lésions tumorales intraaxiales explique en lui-même qu'une lésion aura tendance à rehausser de façon d'autant plus intense qu'elle est agressive (I. Mateo, 2010). En effet, les tumeurs les plus agressives, notamment lorsqu'elles sont de nature gliale possèdent une arborescence vasculaire très modifiée, qui tend à faire disparaître la barrière hémato-méningée. L'extravasation de produit de contraste vers les tissus tumoraux est alors autorisée et on assiste à une prise de contraste « active ». Du point de vue moléculaire, l'implication de facteurs tels que la GFAP a pu être mise en évidence dans ce phénomène (Johnson, 1990).

Un autre mécanisme intervient dans la prise de contraste de ces lésions intraaxiales : l'existence de plages nécrotiques ou hémorragiques. Dans ce cas, c'est la perte de continuité qui peut engendrer la prise de contraste de façon plus « passive » (J. Brunner Singh, 2011).

Enfin, les tumeurs extraaxiales ont tendance à rehausser de façon marquée du fait de leur absence « naturelle » de barrière hématoméningée (J. Brunner Singh, 2011).

## 2.6.2 FACTEURS INFLUENÇANT LE MOTIF OU L'INTENSITÉ DE REHAUSSEMENT

Une étude récente (J. Brunner Singh, 2011) souligne la difficulté à établir un lien direct entre la visualisation d'indices considérés comme caractéristiques en IRM et certaines spécificités de l'analyse histologique.

### . .2.1 NÉCROSE ET REHAUSSEMENT

Dans le cas de tumeurs rehaussant de façon hétérogène ou en anneau, les zones non marquées par le produit de contraste sont souvent interprétées comme des plages nécrotiques (nécrose centrale des gliomes rehaussant en anneau par exemple.) Or, lorsque la nécrose des tissus entraîne des atteintes vasculaires, la tumeur peut fixer le produit de contraste. De plus, la visualisation d'un motif de rehaussement « en anneau » peut être la conséquence d'une diffusion centrifuge du produit de contraste (et non une simple absence de marquage central).

### . .2.2 HYPERVASCULARITÉ ET REHAUSSEMENT

La plupart du temps, les zones hypervascularisées fixent particulièrement bien le produit de contraste, que ce soit dans le cas de tumeurs rehaussant de façon homogène ou hétérogène. Une nuance doit être apportée dans le cas de certains gliomes, à croissance particulièrement rapide, dont la néovascularisation préserve la barrière hémato-encéphalique (L. Motta U. M., 2011).

### . .2.3 TAILLE DE LA LÉSION ET POSOLOGIE D'ADMINISTRATION DU PRODUIT DE CONTRASTE IODE

Lorsqu'on augmente la dose de produit de contraste, la taille voire le nombre (notamment dans le cas de métastases intracrâniennes) de lésions visibles peut être

artificiellement augmenté (J. Brunner Singh, 2011). Ce phénomène peut être mis à profit par l'imageur soucieux d'éviter le sous-diagnostic, même s'il a une évaluation erronée de la taille des lésions par rapport à ce qui sera observé lors de l'analyse histologique.

#### . 2.4 AUTRES FACTEURS INFLUENÇANT LA PRISE DE CONTRASTE

D'autres facteurs tels que la cellularité, la taille de la lésion, la pression intracrânienne ou encore une éventuelle corticothérapie antérieure à l'analyse, doivent être pris en considération lors de l'interprétation du motif de prise de contraste (J. Brunner Singh, 2011).

## ETUDE DE 27 CAS DE TUMEURS DE L'ENCÉPHALE CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT

### 3.1 OBJECTIFS ET AMBITIONS DE L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

#### 3.1.1 PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

L'objet de cette étude est d'apporter des éléments de caractérisation différentielle des affections néoplasiques intracrâniennes via les deux techniques d'imagerie présentées dans l'étude bibliographique.

Pour cela, nous avons sélectionné une cohorte de cas présentés spontanément en consultation de neurologie ou référés pour des examens d'imagerie, et pour lesquels nous avons la possibilité de réaliser une étude complète en IRM et en TDM, ainsi qu'une confirmation histopathologique par biopsie per-opératoire ou nécropsique. Cet examen sera considéré comme un « gold standard » pour cette étude.

#### 3.1.2 INDICES POUR LE DIAGNOSTIC DE TYPE TUMORAL

L'objectif principal est de mettre en évidence des critères objectifs, repérés par les deux spécialistes en imagerie vétérinaire interrogés pour l'étude de manière indépendante, en faveur de tel ou tel type tumoral. Dans un souci de clarté, nous avons limité notre étude à la distinction des tumeurs entre elles, en nous affranchissant de l'aspect « diagnostic d'affection néoplasique. » Nous n'avons donc pas retenu de critères permettant d'affirmer ou d'infirmer l'existence d'un processus tumoral ou de le distinguer d'un autre type lésionnel, vasculaire ou inflammatoire par exemple.

Toutefois, l'étude était réalisée « en aveugle » par les imageurs dans le sens où l'unique information préalable qui leur était fournie était que nous disposions d'une étude IRM et TDM complète, donc que le patient était suspect d'affection intracrânienne.

### 3.1.3 COMPARAISON DE LA PUISSANCE DIAGNOSTIQUE DE L'IRM ET DE LA TDM

Enfin, et dans le but de synthétiser notre travail à destination des neuroimageurs mais aussi des praticiens généralistes vétérinaires, nous proposerons une comparaison qualitative des examens en terme de sensibilité et de spécificité.

## 3.2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 3.2.1 RECRUTEMENT

#### . 1.1 CONSIDÉRATIONS PRÉALABLES

Cette étude s'inscrivait dans une revue beaucoup plus large consistant en l'analyse d'un panel de patients canins et félins suspects de lésions intracrâniennes et pour lesquels a été réalisé un examen TDM et IRM complet. En première intention, et dans la mesure où la clinique disposait de l'appareil nécessaire, les patients suspects d'affection intracrânienne subissaient un examen complet d'IRM, dont la puissance diagnostique est considérée comme supérieure. Si celui-ci révélait des anomalies, les patients étaient immédiatement soumis à un examen TDM. Ces observations sont importantes à prendre en compte car elles ont plusieurs conséquences sur la qualité de l'étude :

- Tout d'abord, et contrairement à de nombreuses études rétrospectives, les deux imageurs consultés le sont dans la plus grande impartialité puisqu'ils ne savent pas *a priori* si les images qu'ils analysent comportent des indices de la présence ou non de tumeurs. Il peut tout aussi bien s'agir de cas d'affections vasculaires ou inflammatoires par exemple, voire de cas non pathologiques.
- Lorsque, au terme de l'analyse, un diagnostic différentiel est établi, il peut apparaître à la fois des **affections tumorales ou non**.
- La largeur de l'éventail pathologique « à la disposition » des imageurs enrichit considérablement l'analyse, car l'attention n'est pas focalisée sur des critères classiquement retenus comme d'importance diagnostique dans le cadre

d'affections tumorales. L'analyse sera menée de façon beaucoup **plus exhaustive** et rigoureuse.

- La séquence chronologique de réalisation d'une IRM puis, en cas d'anomalie visible, de TDM, a aussi son importance. Quoi qu'il en soit, ce sont **les apports respectifs des deux techniques** qui sont discutés ici, étant entendu que l'IRM permettra dans l'écrasante majorité des cas de suspecter une affection structurale de l'espace intracrânien.

#### . .1.2 RAPIDE TYPOLOGIE DES PATIENTS

18 chiens et 9 chats ont été présentés en consultation. On ne fera pas ici la distinction entre les patients présentés spontanément en consultation de neurologie et ceux référés (pour consultation de neurologie ou pour examen d'imagerie.)

De la même façon, nous ne retiendrons pas ici les caractéristiques épidémiocliniques des patients (âge, sexe, race, anamnèse et commémoratifs) qui n'étaient pas connues des imageurs en charge de l'analyse des résultats de TDM et d'IRM. On retiendra simplement que les patients sont « suspects d'affection intracrânienne ».

#### . .1.3 CRITÈRES D'INTÉGRATION À L'ÉTUDE

En raison des objectifs de recherche de corrélation entre résultats d'IRM, de TDM et d'analyse histopathologique, les patients ont été retenus selon les critères suivants :

- la réalisation de trois hélices TDM de la région céphalique : filtre « tissus mous » avant et après injection intraveineuse de produit de contraste iodé (TELEBRIX 35 ND, 700 mg/kg de poids vif), filtre « os » avant injection.

- la réalisation d'un examen complet d'IRM : des séquences pondérées en T1, T2 et FLAIR réalisées avant injection intraveineuse de produit de contraste paramagnétique (GADOLINIUM ND, de 0,1 à 0,15 mmol/kg de poids vif), et T1 après injection.

- la réalisation d'une analyse histopathologique sur pièces d'exérèse réalisées lors d'approche chirurgicale thérapeutique ou lors d'autopsie.

#### . .1.4 EXCEPTION

Dans l'objectif d'enrichir cette étude, un certain nombre de cas seront traités à part. Il s'agit de cas de suspicion de tumeur de la gaine des nerfs crâniens V ou de tumeur hypophysaire (macroadénome), pour lesquels la confirmation histologique n'a pas pu être obtenue car la chirurgie ou l'autopsie n'étaient pas réalisables.

Néanmoins, la localisation extrêmement suggestive (à titre d'exemple, une lésion située dans l'aire de projection des nerfs crâniens trijumeaux est une tumeur de la gaine de ces mêmes nerfs dans 99,4% des cas en médecine humaines (C. A. Wolff, 2012)) et le cortège de caractéristiques en imagerie très évocateur pour ces deux types permet d'appréhender l'imagerie comme un diagnostic de quasi-certitude dans ces cas particuliers. Tout en reconnaissant que le diagnostic final n'est pas absolument incontestable, l'intérêt pour le praticien d'évoquer cet ensemble sémiologique nous a paru justifier leur analyse adossée à l'étude générale.

### 3.2.2 PROTOCOLE DE REALISATION DE L'ETUDE

#### . .2.1 CARACTÉRISTIQUES DU SCANNER ET DE L'IRM

L'appareil de TDM utilisé était un scanner TOSHIBA AQUILION 4 coupes.

L'appareil d'IRM utilisé était un appareil PARAMED 0,2 Tesla (bas champ).

#### . .2.2 PROTOCOLE POUR CHAQUE EXAMEN

##### 3.2.2.2.1 Protocole en TDM

###### . .2.2.1.1 *Préparation du patient*

Le patient était placé sous anesthésie générale selon un protocole habituel lors des procédures d'imagerie (prémédication : médétomidine souvent associée au midazolam, induction au propofol, entretien avec un mélange d'isoflurane et d'O<sub>2</sub> après intubation sous 100% d'O<sub>2</sub>).

Il était introduit en pronation dans le cylindre, les membres thoraciques étant placés en adduction le long du thorax, le cou étendu au maximum.

###### . .2.2.1.2 *Réalisation de l'examen*

La zone d'exploration s'étendait *a minima* de la lame criblée de l'os ethmoïde aux premières vertèbres cervicales.



Le champ, (FOV ou *field of view*) était ajusté au minimum pour maximiser la résolution spatiale de la TDM, considérée comme un des avantages de cette technique.

Pour les trois hélices réalisées, l'épaisseur de coupe était fixée à un mm.

L'injection de produit de contraste iodé (ioxitalamate in TELEBRIX 35 ND, 700mg d'iode/kg de poids vif) était réalisée via un cathéter placé dans la veine céphalique, en un bolus lent. L'injection était faite de façon à ne pas déplacer la tête de l'animal. L'hélice post-contraste était réalisée immédiatement après l'injection.

#### 3.2.2.2.2 Protocole en IRM

##### . .2.2.2.1 Préparation du patient

Le patient était placé sous anesthésie générale selon un protocole habituel lors des procédures d'imagerie (prémédication : médétomidine souvent associée au midazolam, induction au propofol, entretien avec un mélange d'isoflurane et d'O<sub>2</sub> après intubation sous 100% d'O<sub>2</sub>).

Il était introduit en pronation dans l'aimant, la tête placée dans une antenne humaine destinée à l'imagerie du genou, les membres thoraciques étant placés en adduction le long du thorax, le cou étendu au maximum.

##### . .2.2.2.2 Réalisation de l'examen

La zone d'exploration s'étendait de la lame criblée de l'os ethmoïde aux premières vertèbres cervicales.

Le champ (FOV ou *field of view*), était fixé au minimum.

Selon le format de l'animal et les séquences réalisées, l'épaisseur de coupe était fixée entre 1 et 5 mm. Les autres paramètres, tels que temps d'écho, temps de répétition etc, étaient fixés selon les préconisations du fournisseur de la machine d'IRM.

L'injection de produit de contraste paramagnétique (MAGNEVIST ND, 0,1 à 0,15 mmol/kg de poids vif) était réalisée via un cathéter placé dans la veine céphalique, en un bolus lent. L'injection était faite de façon à ne pas déplacer la tête de l'animal. L'acquisition des séquences post-contraste débutait cinq minutes après l'injection.

### 3.2.2.2.3 Réalisation de l'analyse histopathologique

#### . .2.2.3.1 Prélèvement de pièces histologiques

Après réalisation des examens d'imagerie, un diagnostic provisoire était présenté par le consultant de neurologie (Dr Kirsten GNIRS) au propriétaire de l'animal. Il était bien souligné que ce diagnostic n'était qu'une somme de probabilités au regard de l'historique du patient, de son état clinique et de l'analyse des résultats d'examen d'imagerie.

Selon les cas, plusieurs scénarii étaient envisagés, notamment une prise en charge chirurgicale quand celle-ci était possible, un traitement chimiothérapique, une radiothérapie, un traitement palliatif reposant sur l'utilisation de corticoïdes ou la mise en œuvre conjointe de plusieurs de ces stratégies. L'euthanasie était proposée dans les cas où le pronostic était particulièrement sombre et où l'état clinique du patient le justifiait.

Le prélèvement histologique avait donc lieu :

- De façon quasi-immédiate (quelques heures à quelques jours) après la réalisation des images dans les cas de prise en charge chirurgicale (prélèvement de pièces d'exérèse mais pas d'évaluation intégrale de l'état du parenchyme cérébral) ou dans les cas où l'euthanasie était proposée d'emblée : l'encéphale était alors prélevé intégralement et soumis à l'analyse.
- De façon plus ou moins différée (quelques jours à quelques semaines) quand un traitement chimiothérapique ou palliatif était proposé. L'animal était alors euthanasié quand son état clinique ne pouvait plus raisonnablement être contrôlé de façon médicale. L'encéphale était là aussi prélevé intégralement et soumis à l'analyse.

#### . .2.2.3.2 Analyse histopathologique

Les pièces d'exérèse étaient placées dans une solution de formaldéhyde tamponnée à 4% et envoyées au laboratoire d'analyse vétérinaire (LAPVSO, voire coordonnées en annexe) où elles étaient traitées de façon classique (d'abord coulées dans la paraffine puis débitées en coupes fines de 5 micromètres d'épaisseur et colorées à l'hématoxylin-éosine.) Elles étaient ensuite analysées par les Drs Mélanie

FINE, Claire DALLY ou Bérengère WYRZYKOWSKI, spécialistes en anatomie pathologique, dont le diagnostic était retenu comme gold standard.

Pour trois cas qui le nécessitaient, des marquages immuno-histochimiques ont été réalisés. De plus, l'avis du Dr PUMAROLA, neuro-anatomopathologiste de l'université de Barcelone, a été sollicité pour un cas qui posait question.

### 3.3 RÉSULTATS

#### 3.3.1 SÉMILOGIE RETENUE

##### . .1.1 EN TDM

La lecture systématique des hélices réalisées comprenait un certain nombre de critères, pour la plupart qualitatifs et subjectifs:

- le dénombrement des lésions (aucune/unique/plusieurs)
- leur localisation (aucune en cas d'absence de lésions visibles /télencéphale /diencephale/tronc cérébral caudal /cervelet/intraventriculaire)
- leur contour (net/mal défini, régulier/irrégulier)
- le contact avec les ventricules latéraux(présent/absent)
- le contact dural (présent/absent)
- la base périphérique (aucune /limitée/large) : cette dernière était considérée comme large lorsqu'elle représentait plus de 50% du diamètre maximal de la lésion.
- la densité spontanée (iso/hypo/hyperdense, homogène/hétérogène)
- la composante kystique éventuelle (présente lorsqu'une zone hypodense, de densité proche du LCS, ne rehaussant pas, était visible/absente)
- l'effet de masse éventuel (présent/absent)
- les modifications osseuses (aucune/lyse/hyperostose en cas d'ostéoprolifération et/ou ostéocondensation)
- l'hydrocéphalie éventuelle (présente/absente)

De plus, après injection par voie intraveineuse de TELEBRIX ND (ioxitalamate, 700mg d'iode/kg de poids vif), ont été relevées :

- l'éventuelle présence d'une queue durale (oui/non)
- l'intensité du rehaussement (absent/discret (quand il était à peine visible)/modéré/marqué,
- homogène/hétérogène/en anneau (uniquement lorsque ce dernier était complet et régulier))
- l'éventuelle présence d'une hernie visible sur les reconstructions sagittales (aucune/sous-tentorielle/cérébelleuse)

La lecture systématique des séquences réalisées comprenait :

- le dénombrement des lésions (aucune/unique/plusieurs)
- leur localisation (aucune en cas d'absence de lésions visibles/téleencéphale/diencéphale/tronc cérébral caudal/cervelet/intraventriculaire)
- leur contour (net/mal défini, régulier/irrégulier)
- le contact avec les ventricules latéraux (présent/absent)
- le contact dural (présent/absent)
- l'éventuelle présence d'une queue d'arête sur la séquence T1 post-contraste (oui/non)
- la base périphérique (aucune/limitée/large) : cette dernière était considérée comme large lorsqu'elle représentait plus de 50% du diamètre maximal de la lésion.
- l'intensité spontanée (iso/hypo/hyperintense, homogène/hétérogène), déterminée en comparaison avec la substance grise.
- la composante kystique éventuelle, sur la base de la visualisation d'un contenu hypointense en T1, hyperintense en T2 (signal proche du LCR), au signal atténué en FLAIR et ne rehaussant pas (présente/absente).
- l'effet de masse éventuel (présent/absent)
- les modifications osseuses (aucune/lyse/hyperostose en cas d'ostéoprolifération et/ou ostéocondensation)
- l'hydrocéphalie éventuelle (présente/absente)
- l'étendue de l'hyperintensité T2 périlésionnelle (absente/discrète/modérée/marquée)

De plus, après injection par voie intraveineuse de GADOLINIUM ND (poso, nom molec), ont été relevées :

- l'intensité du rehaussement (absent/discret lorsqu'à peine visible/modéré/marqué, homogène/hétérogène/en anneau (uniquement quand celui-ci était complet et régulier))
- l'éventuelle présence d'une hernie visible sur la séquence sagittale pondérée en T2 (aucune/sous-tentorielle/cérébelleuse)

### 3.3.2 DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL

Pour chaque lésion observée, un diagnostic différentiel prenant en compte tous les types d'affections néoplasiques et non néoplasiques a été réalisé. La classification

retenue dans le cas de suspicion tumorale distinguait les méningiomes, les gliomes, les lymphomes, les tumeurs des nerfs crâniens, d'autres types tumoraux (éventuellement explicités par le lecteur) ou les métastases intracrâniennes de tumeurs extracrâniennes. On notera qu'il s'agit là d'une classification à visée pragmatique, clinique, qui ne recoupe pas la classification histologique de façon rigoureuse (les métastases, notamment, ne peuvent être regroupées en un ensemble cohérent du point de vue histologique.)

Le diagnostic différentiel pouvait intégrer indifféremment des affections néoplasiques et non néoplasiques (la proposition d'un type tumoral n'étant pas conditionnée par l'hypothèse préalable d'affection tumorale) : par exemple, on pouvait parvenir à un diagnostic différentiel du type : 1) Tumeur des plexi choroïdes 2) Accident vasculaire 3) Gliome.

Pour les quelques cas où la première proposition du diagnostic différentiel avancé par les imageurs ne correspondait pas au diagnostic histologique, les images analysées ont été envoyées pour une deuxième lecture, toujours en aveugle, à des imageurs vétérinaires de l'université de Tufts. L'objectif n'était pas de remettre en cause l'analyse sémiologique en elle-même, mais de savoir si le cortège sémiologique observé pouvait mener à un diagnostic présomptif différent (et juste !) dans l'espèce humaine. L'analyse de ces cas se fera au fur et à mesure de l'analyse par type tumoral.

### 3.3.3 ANALYSE, CONFRONTATION DES COMPTE-RENDUS ET SYNTHÈSE

#### . 3.1 MÉTHODOLOGIE SUIVIE

La démarche suivie pour l'analyse des compte-rendus d'imagerie a été la suivante :

- Pour chaque cas, les comptes-rendus de TDM et d'IRM ont été appariés, puis nous avons procédé à la lecture en parallèle des compte-rendus.
- Dans un tableau de travail, les points remarquables relevés à l'issue de la lecture des deux types d'images ont été consignés.
- Une comparaison faisant ressortir les éléments visibles quelle que soit la méthode d'imagerie utilisée, les éléments visibles uniquement à l'IRM et ceux visibles uniquement en TDM a été menée.
- Une confrontation avec le résultat de l'analyse histopathologique (hors cas qualifiés d' « exception » au sens du paragraphe 3.2.1.4) nous a permis d'une part d'infirmier ou de confirmer les diagnostics proposés par les imageurs et d'autre part de

proposer des points de correspondance entre certaines figures histopathologiques et certains éléments ressortant des compte-rendus d'imagerie. Ces points de correspondance, qui ne sauraient être appréhendés autrement que comme des pistes à approfondir, ont été soumis à l'avis des vétérinaires anatomopathologistes du LAPVSO.

- Nous avons établi une synthèse par type tumoral, sous forme de tableau, mettant en évidence, pour chaque type, le nombre de fois qu'un élément notoire en imagerie apparaît, et la méthode d'imagerie permettant une telle identification. Pour cette analyse sémiologique, les cas sont regroupés par « type tumoral » confirmé histologiquement, quel que soit le diagnostic proposé par les imageurs. L'objectif est véritablement de comparer la présentation des types tumoraux en IRM et en TDM, du moins selon l'approche que nous permettent les machines disponibles à la clinique vétérinaire ADVETIA. Cette synthèse figure dans les tableaux présentés au paragraphe 3.3.3.3.

- Cette synthèse nous a permis d'établir les grandes tendances que nous avons observées en IRM et TDM pour chaque type tumoral. Ce portrait ne doit pas être lu comme une description de référence concernant la présentation des différents types tumoraux en IRM et TDM, mais comme base de comparaison de ces deux méthodes dans le diagnostic des tumeurs intracrâniennes du chien et du chat. En aucun cas cette proposition d'extrapolation ne permet, prise de façon isolée, d'avancer un diagnostic en dehors de considérations cliniques ou épidémiologiques. Le faible nombre de cas observés rendrait, du reste, hasardeuse toute tentative d'évaluation statistique.

- A l'issue de cette synthèse, il nous est apparu que quelques cas posaient question. Il s'agissait, pour la plupart, de cas où la conclusion à l'issue de l'analyse de l'imagerie différait du diagnostic histologique (ou n'arrivait pas en tête du diagnostic différentiel.) Ils seront discutés au fur et à mesure de l'étude.

- Enfin, un tableau présentant les remarques qui se dégagent de notre étude en comparant point par point les apports de la TDM et de l'IRM dans le diagnostic tumoral est présenté en annexe. Il pourra s'agir de spécificités observées dans notre cohorte par rapport à la littérature, de comparaisons des deux méthodes, qualitatives ou semi-quantitatives (dans la limite qu'autorise la faible puissance statistique de notre étude), ou encore de propositions de corrélations entre l'imagerie et les observations histopathologiques.

### 3.3.3.2.1 Résultats

Figure 14 : Bilan diagnostique des tumeurs rencontrées

	Méningiomes		Lymphomes		Macroadénomes hypophysaires		Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V		Tumeurs intraaxiales primaires		Métastases de tumeurs intracrâniennes		Autres types tumoraux		Non tumoral	
	IRM	TDM	IRM	TDM	IRM	TDM	IRM	TDM	IRM	TDM	IRM	TDM	IRM	TDM	IRM	TDM
Diagnostic histologique	9		1 (diagnostic cytologique)						5		2		1 (sarcome envahissant probablement rhabdomyosarcome)		1 (inflammation méningée non caractérisée)	
Diagnostics concordants pour toutes les méthodes disponibles	9		0		4		4		2		1		1		0	
Suspicion d'affection tumorale	9	9	1	1					4	4	1	2	1	1	1	1
Erreur par défaut	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	1	1
Erreur par excès	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1

### 3.3.3.2.2 Remarques

- On appelle « erreur par défaut », les cas de sous-diagnostic d'un type tumoral (un autre type lésionnel, tumoral ou non, a été avancé en lieu et place du type tumoral confirmé histologiquement.)
  - On appelle « erreur par excès » les cas de sur-diagnostic d'un type tumoral.
  - Seule la première hypothèse formulée à l'issue de l'analyse des images obtenues, que ce soit par IRM ou TDM, a été analysée.
  - Pour le cas de lymphome, il s'agit d'un diagnostic de quasi certitude fondé sur l'analyse du LCS réalisée de façon extemporanée au laboratoire de la clinique. Par conséquent, nous ne disposons d'aucune donnée architecturale sur la tumeur présentée par ce chat.
  - Parmi les tumeurs comptabilisées comme « méningiomes », signalons un cas particulier : il s'agit d'un chien, opéré pour tumeur intracrânienne en novembre 2008. Un prélèvement histologique avait alors permis de poser le diagnostic de méningiome bénin. Lors de son intégration à l'étude, en janvier 2010, il présentait une « récurrence » locale, qui a fait l'objet d'un examen TDM et IRM mais n'a pu être confirmée histologiquement. Malgré cette limite, nous avons choisi de maintenir ce cas dans

l'étude eu égard à la concordance étroite de sa présentation en imagerie avec les données bibliographiques concernant l'aspect des méningiomes et à la forte probabilité, lors de récurrence, d'observer le même type tumoral.

- En prenant en compte les seuls cas confirmés histologiquement (17 cas dont un cas non tumoral), on parvient à **la suspicion diagnostique d'affection tumorale correcte** dans :

- 14/16 cas via l'IRM
- 15/16 cas via la TDM

- En prenant en compte les seuls cas confirmés histologiquement (17 cas), on arrive au constat suivant en ce qui concerne **la performance diagnostique de type histologique** :

- 12/17 cas présumés de façon correcte par l'IRM
- 14/17 cas présumés de façon correcte par la TDM

### . 3.3 ETUDE PAR TYPE TUMORAL

Cette étude se propose d'analyser **l'ensemble des éléments sémiologiques** relevés au cours de l'analyse des images disponibles. Les choix de regroupement seront justifiés au fur et à mesure. Ils sont destinés à une **lecture pratique**, non obligatoirement basée sur la classification histologique, mais en raison d'une proximité de la présentation en imagerie. Notre objectif **était de comparer les apports respectifs de l'IRM et de la TDM** pour chaque grande catégorie de types histologiques tumoraux, puis de mettre en évidence **les points de ressemblance** en imagerie entre types bien distincts dans le but de **signaler voire de prévenir les écueils diagnostiques**.

#### 3.3.3.3.1 Méningiomes, lymphome, inflammation méningée

##### . 3.3.1.1 *Considérations préalables*

Nous présentons ci-dessous les résultats de l'analyse des **9 méningiomes confirmés histologiquement, ainsi que du cas de lymphome confirmé par cytologie, et de celui d' « inflammation méningée non caractérisée »**. L'analyse des images pour ces deux derniers cas a conduit au diagnostic erroné de méningiome, ce pourquoi ils sont présentés ici.



Parmi les méningiomes confirmés histologiquement, figurent deux cas de méningiome multiple. Seule la présentation de la masse ayant fait l'objet d'un prélèvement figure ci-dessous. Cette démarche, qui nous a paru la plus rigoureuse, occulte néanmoins le fait que la visualisation de plusieurs masses **peut orienter le diagnostic vers ce type histologique** (d'autant plus chez le chat qui développe fréquemment des méningiomes multiples, (M. P. Moore M. L., 1996)). Une autre limite concernant ces cas est la possibilité, avérée chez le chat, **de développer simultanément des méningiomes multiples** à la fois malin et bénin (D. Lu, 2003). Par conséquent, et même si l'analyse reste valable pour le site observé, le pronostic pour le patient pourrait être grandement modifié. De plus, rappelons qu'on ne peut généraliser les caractéristiques histologiques observées au sein d'un site tumoral aux autres lésions détectées à l'imagerie.

### . .3.3.1.2 Localisation et relations avec les structures environnantes

#### . .3.3.1.2.1 Résultats

Figure 15 : Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : localisation et relations avec les tissus environnants

IRM										
Localisation	télencéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventriculaire	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	aucune	limitée	large
Méningiomes	7/9		1/9	1/9		3/9	9/9		1/9	8/9
Lymphome	1/1					0/1	1/1			1/1
Non tumoral (inflammation méningée non caractérisée)			1/1			0/1	1/1			1/1

TDM										
Localisation	télencéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventriculaire	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	aucune	limitée	large
Méningiomes	7/9		1/9			1/9	8/9			8/9
Lymphome	1/1					0/1	1/1			1/1
Non tumoral (inflammation méningée non caractérisée)			1/1			0/1	1/1			1/1

- Un des méningiomes étudiés n'était pas visualisable en TDM. Il s'agissait du cas d'un chat présentant plusieurs masses tumorales ayant conduit au diagnostic de « méningiome multiple ». Les autres masses étaient visibles à la fois en TDM et en IRM, cependant, la masse cérébelleuse étant jugée à l'origine de la symptomatologie, elle a seule fait l'objet d'un prélèvement histologique lors de la réalisation d'une chirurgie à visée curative.

#### 5.5.3.3.1.2.2 Conclusion

- Pour les masses visibles selon les deux techniques, la localisation coïncide.
- Les rapports avec les structures environnantes (méninges, ventricule latéral) semblent plus souvent visualisables en IRM.
- En ce qui concerne les deux masses tumorales interprétées à tort comme des méningiomes (lymphome et méningite), on peut souligner que la localisation et les relations avec les tissus environnants sont d'une part **très similaires en IRM et TDM, et d'autre part compatibles avec une hypothèse de méningiome.**

#### 3.3.1.3 Contours

##### 3.3.1.3.1 Résultats

Figure 16 : Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : contours

Technique d'imagerie	IRM				TDM			
	Net		Mal défini		Net		Mal défini	
	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Localisation								
Méningiomes	3/9	2/9		4/9	4/9	3/9		1/9
Lymphome	1/1					1/1		
non tumoral (inflammation méningée non caractérisée)	1/1				1/1			

##### 3.3.1.3.2 Conclusion

- L'aspect des contours n'était pas le même dans toutes les séquences, que ce soit en IRM ou en TDM. C'est donc une tendance qui est rapportée ici : elle se base sur la caractérisation de la séquence T1 post-contraste en IRM, qui permet de souligner les détails anatomiques (Z. S. Polizopoulou, 2004), et sur l'hélice post-contraste en TDM. Cette remarque sera valable pour l'ensemble de l'étude.

- On remarque que les méningiomes ont plutôt tendance à présenter des contours nets en TDM, et **plus souvent mal définis en IRM.** Néanmoins, il semble

impossible au regard des cas observés ici, de voir se dessiner une tendance générale en termes de contours pour ce type tumoral.

### . 3.3.1.4 Intensité et densité avant injection de produit de contraste

#### . 3.3.1.4.1 Résultats

Figure 17: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : densité et intensité pré-contraste – NB : ho. = homogène/ hét. = hétérogène

aspect pré-contraste	séquence (IRM uniquement)	TDM								IRM							
		Isodense		Hypodense		Hyperdense		Mixte		Isointense		Hypointense		Hyperintense		Mixte	
		ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.
Méningiomes	T1									4/9		3/9	1/9		1/9		
	T2	2/9				2/9	5/9			2/9				2/9	3/9		1/9
	FLAIR									3/9				3/9	3/9		
Lymphomes	T1									1/1							
	T2	1/1								1/1							
	FLAIR									1/1							
Inflammation méningée non caractérisée	T1									1/1							
	T2	1/1												1/1			
	FLAIR													1/1			

#### . 3.3.1.4.2 Conclusion

- Là aussi, il semble y avoir moins de diversité pour l'aspect spontané des méningiomes en TDM par rapport à l'IRM. En effet, on peut distinguer **schématiquement deux catégories de méningiomes au regard de la TDM**: ceux non visibles (ou très difficilement) en TDM pré-contraste (apparaissant isodenses et homogènes), et les autres, classiquement hyperdenses.

- En IRM, on retrouve la grande tendance « **isointense dans les séquences pondérées en T1, iso à hyperintense dans les séquences pondérées en T2 et FLAIR** ».

- L'hétérogénéité en IRM et/ou TDM, quand elle est présente, pourrait être reliée à l'existence de certaines particularités tissulaires relevées sur les prélèvements (structures en bulbes d'oignons, calcifications, foyers de nécrose) sans que la correspondance puisse être établie de façon rigoureuse.

- La densité ou l'intensité pré-contraste que présentaient notre cas de lymphome et celui de méningite étaient compatibles avec une hypothèse de méningiome.

. .3.3.1.5 Rehaussement

. .3.3.1.5.1 Résultats

Figure 18: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : rehaussement après injection de produit de contraste

IRM

Aspect post contraste	rehaussement									
	Aucun	discret			modéré			marqué		
		Homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Méningiomes					3/9	3/9	1/9	2/9		
Lymphome					1/1					
Inflammation méningée non caractérisée								1/1		

TDM

Aspect post contraste	rehaussement									
	Aucun	discret			modéré			marqué		
		Homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Méningiomes	1/9	1/9						1/9	6/9	
Lymphome									1/1	
Inflammation méningée non caractérisée								1/1		

. .3.3.1.5.1 Conclusion

- En IRM, on observe une tendance à un rehaussement modéré à marqué, mais qui peut être indifféremment homogène ou hétérogène, ou plus rarement en anneau. En revanche, en TDM, là encore **deux populations de méningiomes semblent se distinguer** : ceux qui rehaussent de façon discrète voire pas du tout, et ceux qui rehaussent de façon très intense, et le plus souvent hétérogène.

. .3.3.1.6

Éléments sémiologiques remarquables

1.14.3.3.1.6.1 Résultats

Figure 19: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : éléments sémiologiques remarquables

IRM

Encombrement spatial	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			œdème /hyperintensité T2 périlésionnelle				modification osseuse			queue durale		zones kystiques	
	oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	légère	modérée	sévère	aucune	lyse	hyperostose	oui	non	oui	non
Méningiomes	2/9	7/9	4/9	5/9	6/9	2/9	3/9	7/9		1/9	1/9	5/9	1/9	3/9	7/9	2/9	1/9	8/9
Lymphome		1/1		1/1	1/1			1/1				1/1				1/1		1/1
Inflammation méningée non caractérisée	1/1		1/1		1/1			1/1				1/1				1/1		1/1

TDM

Encombrement spatial	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			minéralisation tissus nerveux				modification osseuse			queue durale		zones kystiques	
	oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	discrète	modérée	marquée	aucune	lyse	hyperostose	oui	non	oui	non
Méningiomes	2/9	7/9	2/9	7/9	8/9	1/9		4/9	3/9	1/9	1/9	4/9	1/9	4/9	3/9	6/9		9/9
Lymphome		1/1		1/1	1/1			1/1				1/1				1/1		1/1
Inflammation méningée non caractérisée		1/1	1/1		1/1			1/1				1/1				1/1		1/1

Un certain nombre de différences concernant les éléments particuliers peut être souligné quant à la capacité de l'IRM et de la TDM à les détecter :

- L'hydrocéphalie était plus souvent détectée à l'IRM.
- Les engagements, et surtout les engagements cérébelleux, ont été plus

souvent repérées à l'IRM.

- Les **modifications osseuses ont été détectées de la même façon en TDM et en IRM**. C'est d'autant plus important à remarquer que ce critère donne une orientation diagnostique forte. Cependant, si la TDM ne permet pas une meilleure visualisation des zones de lyse, elle donne une information supplémentaire, qui est la minéralisation des tissus mous.

- Les queues dures sont visualisées plus de deux fois plus souvent en IRM qu'en TDM.

- Ces particularités sémiologiques ont, pour certaines, pu être mises en relation avec des observations d'ordre histologique. Ainsi, au sein de notre cohorte, lorsqu'une minéralisation était observée en TDM, le compte-rendu histologique faisait état de foyers de calcifications.

- A noter que le cas de lymphome et celui de méningite n'engendraient presque aucun de ces éléments sémiologiques remarquables (engagements, minéralisation, hyperintensité T2 péri-lésionnelle, déformation osseuse, minéralisation intra-tumorale.) Même si aucune de ces « non-particularités » ne permettaient d'exclure une hypothèse de méningiome, l'absence de tout indice en faveur de cette dernière pourrait en elle-même mettre en garde le lecteur : il faut se méfier du diagnostic que l'on retire du premier coup d'œil et le mettre à l'épreuve d'une analyse détaillée.

### 3.3.3.3.2 Tumeurs de la gaine du nerf trijumeau et macroadénomes hypophysaires

#### . .3.3.2.1 Remarques préalables

- Comme nous l'avons précisé au début de cette étude, nous ne disposons d'aucune confirmation histologique pour ces types tumoraux. Il est donc, en toute rigueur, impropre de mentionner la classification anatomopathologique des masses identifiées pour les cas qui vont suivre. Néanmoins, **leur localisation hautement**

**suggestive** ainsi que les **renseignements architecturaux** que nous avons pu mettre en évidence au terme d'une analyse approfondie des images IRM et TDM, permettent un diagnostic de quasi certitude, et ce d'autant plus que **la qualification épidémioclinique** de ces tumeurs est assez spécifique.

- De plus, la grande homogénéité de l'analyse des images aussi bien en TDM qu'en IRM et leur concordance avec les données bibliographiques (S. L. Kraft, 1999) (Mark T. Troxel, 2004) (J. M. Snyder, 2008) nous ont semblées particulièrement intéressantes à présenter. Nous maintiendrons cependant une réserve en l'absence de confirmation rigoureuse.

- Par conséquent, les résultats qui vont suivre sont à lire dans la perspective **d'une comparaison stricte entre les deux techniques que sont l'IRM et la TDM.**

- Les tumeurs situées dans la zone de projection de l'hypophyse ont été qualifiées de « macroadénomes hypophysaires » en raison de leur taille et d'autres éléments sémiologiques (effet de masse, identification d'une composante kystique). Cependant, une nature histologique différente, maligne notamment, ne peut être exclue car il n'existe pas de critères de malignité à l'imagerie (une lyse focale, notamment, n'est pas systématique).

- Notre cohorte comprenait 4 cas (3 chiens et un chat) de « macroadénomes hypophysaires » et 4 cas (tous canins) de tumeurs de la gaine du nerf trijumeau.

### . .3.3.2.2 Localisation et relations avec les structures environnantes

#### 1.14.3.3.2.2.1 Résultats

Figure 20: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : localisation et relations avec les structures environnantes

IRM								
Localisation	télencéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventriculaire	Contact dural	Base périphérique

						oui	oui	aucune	limitée	large
Macroadénomes hypophysaires		4/4				3/4	4/4		3/4	1/4
Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V			4/4			0/4	4/4		2/4	2/4

TDM

Localisation	télencéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventriculaire	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	aucune	limitée	large
Macroadénomes hypophysaires		4/4				2/4	4/4		1/4	3/4
Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V		1/4	3/4			0/4	4/4		3/4	1/4

. .3.3.2.2 Conclusion

On remarque une très grande correspondance entre les résultats obtenus à l'IRM et en TDM pour ces types tumoraux. Les différences, minimes, ne prêtent pas selon nous, à une interprétation particulière.

. .3.3.2.3 Contours

. .3.3.2.3.1 Résultats

Figure 21 : Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : contours

IRM

Contours	Net		Mal défini	
	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Macroadénomes hypophysaires	2/4	2/4		
Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V	4/4			

TDM

Contours	Net		Mal défini	
	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Macroadénomes hypophysaires		4/4		
Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V	3/4			1/4

. .3.3.2.3.2 Conclusion

Ici aussi, les résultats obtenus via les deux techniques d'imagerie sont très comparables. Dans les deux types tumoraux, les contours ont tendance à être moins réguliers en TDM qu'à l'IRM.



. .3.3.2.4 *Intensité et densité avant injection de produit de contraste*

. .3.3.2.4.1 *Résultats*

Figure 22: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : intensité et densité avant injection de produit de contraste

Aspect pré-contraste	séquence (IRM uniquement)	TDM								IRM							
		Isodense		Hypodense		Hyperdense		Mixte		Isointense		Hypointense		Hyperintense		Mixte	
		ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.
Macroadénomes hypophysaires	T1										2/4				2/4		
	T2	1/4					3/4								1/4	3/4	
	FLAIR														2/4	2/4	
Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V	T1									2/4							2/4
	T2	2/4					1/4		1/4						1/4	2/4	1/4
	FLAIR														1/4	2/4	1/4

. .3.3.2.4.2 *Conclusion*

- En ce qui concerne les « macroadénomes hypophysaires », les résultats obtenus sont conformes aux données bibliographiques en IRM : iso à hypointenses dans les séquences pondérées en T1, plutôt hyperintenses dans celles pondérées en T2 et FLAIR. L’aspect hétérogène est en général relié avec le caractère malin, ce qui n’a pu être vérifié ici, mais on peut supposer **qu’une composante kystique** puisse entraîner également une certaine hétérogénéité.
  - En revanche, on décrit en général ce type tumoral comme iso à légèrement hypodense en TDM, ce que nous n’avons pas observé, nos cas ayant plutôt tendance à l’hyperdensité.
  - En ce qui concerne les « tumeurs de la gaine du nerf trijumeau », elles sont décrites chez l’homme comme hyperdenses en TDM en raison de leur forte densité cellulaire et généralement hyperintenses dans toutes les séquences à l’IRM (forte densité de protons). Ces caractéristiques sont compatibles avec celles relevées lors de notre étude.

. .3.3.2.5 *Rehaussement après injection de produit de contraste*

. .3.3.2.5.1 *Résultats*

Figure 23: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : rehaussement après injection de produit de contraste

Aspect post contraste	rehaussement
-----------------------	--------------

	aucun	discret			modéré			marqué		
		homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Macroadénomes hypo physaires								1/4	3/4	
Tumeurs de la gaine des nerfs crâniensV								3/4	1/4	

TDM

Aspect post contraste	rehaussement									
	aucun	discret			modéré			marqué		
		homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Macroadénomes hypo physaires								1/4	3/4	
Tumeurs de la Tgaine des nerfs crâniensV								2/4	2/4	

. 3.3.2.5.2 Conclusion

Ces deux types tumoraux ont tendance à rehausser de façon identique à l'IRM et en TDM. Dans les deux cas, on observe un rehaussement marqué, homogène à hétérogène.

.3.3.2.6 *Éléments sémiologiques remarquables*

.3.3.2.6.1 *Résultats*

Figure 24: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : éléments sémiologiques remarquables

IRM										
particularité sémiologique	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			œdème /hyperintensité T2 périlés		
	oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	légère	modérée
<b>Macroadénomes hypophysaires</b>	4/4			4/4	3/4	1/4		2/4	2/4	
<b>Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens</b>	3/4	1/4		4/4	3/4		1/4	3/4		1/4

TDM										
particularité sémiologique	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			minéralisation tissus nerveux		
	oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	discrète	modérée
<b>Macroadénomes hypophysaires</b>	2/4	2/4		4/4	4/4			4/4		
<b>Tumeurs de la gaine des nerfs crâniens</b>	3/4	1/4		4/4	4/4			4/4		

- Concernant les macroadénomes hypophysaires, un certain nombre de divergences peuvent être soulignées. La présence **d'un effet de masse est plus souvent objectivée en IRM**. De même, le seul cas d'engagement, sous-tentorial, est détecté à l'IRM.

- La présence d'une hyperintensité périlésionnelle dans les séquences pondérées en T2, indicatrice de modifications parenchymateuses dans la zone de transition entre tumeur et tissu sain, n'a pas d'équivalent en TDM. Or, sur nos 4 cas supposés de « macroadénomes hypophysaires », la moitié présente une légère intensité T2 périlésionnelle, critère qui peut **pondérer le pronostic à court terme** car sa présence signe la souffrance des tissus parenchymateux.

- En revanche, les modifications osseuses pouvant altérer la selle turcique (hyperostose et/ou lyse), sont plus souvent visibles en TDM, ce qui peut constituer une bonne orientation diagnostique via cette technique. En effet, elles pourraient permettre de repérer plus facilement une tumeur peu visible spontanément et rehaussant avec une faible intensité.

- Les mêmes remarques, exceptée celle concernant l'effet de masse qui est aussi bien noté via les deux techniques d'imagerie, peuvent s'appliquer à nos cas supposés de « tumeurs de la gaine du nerf trijumeau », en prenant en compte la localisation différente.

- A noter que l'hypothèse diagnostique de tumeurs de la gaine du nerf trijumeau prend aussi en compte (et c'est même un argument majeur), **des critères extracrâniens visibles lors d'examen par IRM** de la région céphalique. En effet, la dénervation des muscles masséters et temporaux, qui survient lors d'affection du trijumeau ou de son noyau, entraîne une atrophie de ces mêmes muscles et leur hyperintensité dans les séquences pondérées en T2. Ces critères n'ont pas été pris en compte dans la grille d'observation des images IRM mais ils étaient présents dans tous les cas que nous avons analysés.

### 3.3.3.3 Tumeurs parenchymateuses

#### . 3.3.3.1 Remarques préalables

Le terme de « tumeurs parenchymateuses » regroupe un ensemble très hétérogène dans notre étude, et ce à plusieurs titres :

- Les types tumoraux identifiés à l’histologie sont très variés. En effet, parmi les cinq cas, on trouve un chien présentant un oligodendrogliome de grade III selon la classification de l’OMS, un médulloblastome chez un chien, un astrocytome à composante gémistocytaire également chez un chien, un gangliogliome chez un chat, ainsi qu’un glioblastome multiforme canin.

- Tous les prélèvements histologiques ont été prélevés de façon post-mortem sauf pour le cas de médulloblastome pour lequel le prélèvement a été peropératoire. Par conséquent, pour ce cas, nous ne possédons pas d’analyse exhaustive de l’architecture de l’encéphale.

- Sur ces 5 cas, 2 cas ont été correctement identifiés (médulloblastome interprété comme tel, glioblastome multiforme interprété comme « gliome »). Un cas a été correctement interprété, comme gliome, en TDM, mais a été interprété comme un accident vasculaire cérébral à l’IRM (astrocytome à composante gémistocytaire). Le cas de gangliogliome a été interprété comme une tumeur bénigne intraventriculaire (épendymome, méningiome, tumeur des plexi choroïdes) à l’IRM, et comme un abcès en TDM. L’oligodendrogliome de grade III a été interprété comme une tumeur bénigne intraventriculaire en IRM et en TDM. Ces trois derniers cas ont été envoyés pour une deuxième lecture en aveugle afin de déterminer si les grilles observées en IRM et en TDM permettaient d’avancer l’hypothèse diagnostique de gliome.

. .3.3.3.2 Localisation et relations avec les structures environnantes, contours

. .3.3.3.2.1 Résultats

Figure 25: Tumeurs intraparenchymateuses : localisation et relations avec les structures environnantes

Localisation	télencéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventricule	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	aucune	limitée	large
Tumeurs intraparenchymateuses	1/5	1/5	1/5	1/5	2/5	3/5	3/5	2/5	2/5	1/5

Localisation	télencéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventricule	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	aucune	limitée	large

Tumeurs intraparenchymateuses	1/5	3/5		1/5		4/5	3/5	4/5		1/5
-------------------------------	-----	-----	--	-----	--	-----	-----	-----	--	-----

Figure 26 : Tumeurs intraparenchymateuses : contours

Contours	Net		Mal défini	
	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Tumeurs intraparenchymateuses				5/5

Contours	Net		Mal défini	
	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Tumeurs intraparenchymateuses		1/5		4/5

. .3.3.3.2.2 Conclusion

- Concernant la localisation, notons que l'une des tumeurs (astrocytome à composante gémistocytique) semblait plus étendue en IRM (où elle concernait le diencéphale et le mésencéphale) qu'en TDM. C'est pourquoi la somme des localisations analysées dans le premier tableau est de 6 pour 5 tumeurs ayant fait l'objet d'un prélèvement. D'autre part, cette localisation était plus souvent **notée comme intraventriculaire en IRM**, alors que la tendance était inverse en ce qui concerne les contacts avec **les ventricules latéraux**. Par conséquent, il nous apparaît que les relations avec l'appareil cisternoventriculaire sont globalement objectivées avec la même sensibilité selon les deux modalités. En revanche, la tendance à qualifier d'intraventriculaires ces types tumoraux pourrait induire en erreur les imageurs puisque dans notre étude, deux gliomes ont été interprétés à tort comme des tumeurs bénignes intraventriculaires.

- D'autre part, on retrouve ici une caractérisation plus large de la base périphérique à l'IRM qu'en TDM. Cependant, cela ne constitue pas un argument diagnostique dans le cas de tumeurs intraparenchymateuses, et pourrait, là encore, induire le lecteur en erreur (qui pourrait conclure par erreur à un cas de méningiome par exemple), même si cela ne semble pas avoir été le cas dans notre étude.

- L'aspect des contours semble comparable entre les deux techniques. Ceux-ci présentent une nette tendance à être mal délimités et irréguliers, ce qui est considéré comme un critère d'agressivité (S. L. Kraft, 1999).

. .3.3.3.3 *Intensité et densité avant injection de produit de contraste, rehaussement*

1.14.3.3.3.1 *Résultats*

Figure 27 : Tumeurs intraparenchymateuses : intensité et densité pré-contraste

Tumeurs intraparenchymateuses	séquence (IRM uniquement)	TDM								IRM							
		Isodense		Hypodense		Hyperdense		Mixte		Isointense		Hypointense		Hyperintense		Mixte	
		ho.	Hét.	Ho.	Hét.	Ho.	Hét.	Ho.	Hét.	Ho.	Hét.	Ho.	Hét.	Ho.	Hét.	Ho.	Hét.
	T1											1/5	2/5	1/5	1/5		
T2	1/5		1/5	1/5	1/5			1/5					1/5	4/5			
FLAIR														3/5		1/5	

Figure 28 : Tumeurs intraparenchymateuses : rehaussement après injection de produit de contraste

Aspect post contraste	IRM									
	aucun	discret			modéré			Marqué		
		homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Tumeurs intraparenchymateuses	2/5		1/5			1/5				1/5

Aspect post contraste	TDM									
	aucun	discret			modéré			Marqué		
		homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Tumeurs intraparenchymateuses	2/5		1/5		1/5					1/5

. .3.3.3.3.2 *Conclusion*

- L'aspect spontané de ces types tumoraux semble très difficile à définir au regard de la TDM : en effet, **tous les types de densité peuvent être rencontrés** (une tumeur n'étant pas visible avant injection de produit de contraste.) En revanche, à l'IRM on observe **une nette tendance à un aspect hypo à hyperintense dans les séquences pondérées en T1 et franchement hyperintense dans les séquences pondérées en T2 et FLAIR**. Les masses étudiées sont le plus souvent hétérogènes, ce qui peut être relié aux remaniements nécrotico-hémorragiques classiquement relevés lors de l'analyse histopathologique de ces tumeurs.

- Les résultats obtenus en ce qui concerne le rehaussement sont très comparables à l'IRM et en TDM. Cependant, ils peuvent sembler inhabituels car les figures de rehaussement semblent de faible intensité, deux masses ne rehaussant pas du tout après injection de produit de contraste. Seul le glioblastome multiforme présentait un rehaussement marqué via les deux techniques d'imagerie.



### Eléments sémiologiques remarquables

#### .3.3.3.3 Résultats

Figure 29 : Tumeurs intraparenchymateuses : éléments sémiologiques remarquables

IRM																		
encombrement spatial	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			œdème /hyperintensité T2 périlésionnelle				modification osseuse			queue duraie		zones kystiques	
	Oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	légère	modérée	sévère	aucune	lyse	hyperostose	oui	non	Oui	non
Tumeurs intraparenchymateuses	5/5		4/5		3/5	1/5	1/5	5/5				4/5	1/5		5/5		1/5	4/5

TDM																		
encombrement spatial	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			minéralisation tissus nerveux				modification osseuse			queue duraie		zones kystiques	
	Oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	discrète	modérée	marquée	aucune	lyse	hyperostose	oui	non	Oui	non
Tumeurs intraparenchymateuses	5/5		3/5		4/5	1/5	1/5	3/5	1/5		1/5	5/5			5/5		1/5 + 1 cavitaire	4/5

- Globalement, on observe une grande homogénéité dans les résultats fournis par l'IRM et la TDM. On notera que **tous nos cas présentaient un effet de masse notable**. Comme noté dans les autres types tumoraux, l'IRM semble plus à **même de révéler la présence de figures d'engagement ou d'hydrocéphalie**.

- En ce qui concerne les engagements, la somme des observations est de 6 figures d'engagement pour 5 tumeurs analysées. En effet, un cas présentait à la fois un engagement sous-tentorial et cérébelleux.

- De manière assez inattendue, **il n'a pas pu être noté d'hyperintensité T2 périlésionnelle**, alors que cet élément permet d'objectiver des modifications structurelles de l'environnement tumoral (infiltrations, œdème). En général, il existe un lien entre un effet de masse important et la présence d'une telle hyperintensité T2 périlésionnelle, ce que notre étude ne permet pas de corroborer.

- La visualisation des autres particularités sémiologiques (engagements, hydrocéphalie, calcifications, foyers nécrotico-kystiques) est comparable en IRM et TDM. De plus, ces éléments ont pu être corrélés **par des observations d'ordre histologique** : par exemple, le cas de glioblastome multiforme avait suscité pour commentaire en TDM « cavitaire non kystique », ce qui a pu être mis en relation avec des plages nécrotiques très étendues à l'histologie. Cela témoigne de la grande finesse des observations permises par l'imagerie. Quand une minéralisation était notée en TDM, le prélèvement faisait état de « foyers de calcification » (notamment pour le cas diagnostiqué comme un oligodendrogliome de grade III).

#### 3.3.3.4 Tumeurs extracrâniennes

##### . .3.3.4.1 Remarques préalables

- Sous ce chapitre seront regroupées, pour des facilités de présentation, **deux cas de métastases de tumeurs extracrâniennes** chez des chiens (hémangiosarcome probablement mammaire et carcinome probablement prostatique) et un cas de sarcome envahissant la boîte crânienne de façon locale (rhabdomyosarcome probablement, chez un chien.)

- En ce qui concerne les métastases de tumeurs extracrâniennes, l'un de nos deux cas présentait deux lésions sur certaines séquences (cf analyse ci-dessous), dont une seule a fait l'objet d'une analyse histologique. Il n'a pas été possible de

déterminer laquelle. Par conséquent, l'analyse sémiologique a porté sur 3 lésions, en considérant la très haute probabilité que les deux lésions identifiées sur le même animal, quoique d'aspect différent en imagerie, soient de même nature histologique (métastatique).

### . 3.3.4.2 Localisation, relations avec les structures environnantes, contours

#### . 3.3.4.2.1 Résultats

Figure 30 : Tumeurs extracrâniennes : localisation et relations avec les structures environnantes

IRM										
Localisation	Télocéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventricule	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	Aucune	limitée	large
Métastases de tumeurs extracrâniennes	1/3	1/3	1/3			1/3	1/3	2/3	1/3	
Autre (rhabdomyosarcome probable)	1/1					1/1	1/1			1/1

TDM										
Localisation	Télocéphale	diencéphale	mésencéphale	Cervelet	Intraventriculaire	Contact ventricule	Contact dural	Base périphérique		
						oui	oui	Aucune	limitée	Large
Métastases de tumeurs extracrâniennes	2/3	1/3				0/3	2/3	2/3		1/3
Autre (rhabdomyosarcome probable)	1/1					0/1	1/1			1/1

Figure 31 : Tumeurs extracrâniennes : contours

IRM		
Localisation	Net	Mal défini

	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Métastases de tumeurs extracrâniennes	1/3	1/3		1/3
Autre (rhabdomyosarcome probable)		1/1		

TDM

Localisation	Net		Mal défini	
	Régulier	Irrégulier	Régulier	Irrégulier
Métastases de tumeurs extracrâniennes	2/3	1/3		
Autre (rhabdomyosarcome probable)	1/1			

. .3.3.4.2 Conclusion

- En ce qui concerne les métastases de tumeurs extracrâniennes, il apparaît que **la localisation n'est pas strictement équivalente** via les deux modalités que sont l'IRM et la TDM. En effet, seule une lésion était identifiée dans le même segment de l'encéphale (télencéphale) quelle que soit la technique utilisée. D'autre part, leurs contours semblaient mieux définis en TDM qu'à l'IRM.

- Notre cas de sarcome envahissant l'encéphale depuis l'espace extracrânien présentait un aspect relativement similaire à l'IRM et en TDM.

. .3.3.4.3 Densité et intensité pré-contraste, rehaussement

. .3.3.4.3.1 Résultats

Figure 32 : Tumeurs extracrâniennes : densité et intensité pré-contraste

aspect pré-contraste	séquence (IRM uniquement)	TDM								IRM							
		Isodense		Hypodense		Hyperdense		Mixte		Isointense		Hypointense		Hyperintense		Mixte	
		ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.	ho.	hét.
Métastases	T1									2/3							
	T2	1/3				1/3			1/3	2/3							1/3
	FLAIR									2/3							1/3
Autre (rhabdomyosarcome)	T1												1/1				
	T2						1/1								1/1		
	FLAIR													1/1			

Figure 33: Tumeurs extracrâniennes : rehaussement

IRM

Aspect post contraste	aucun	Rehaussement								
		Discret			Modéré			Marqué		
		homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau

Métastases					1/3		1/3	1/3		
Autre (rhabdomyosarcome)									1/1	

TDM

Aspect post contraste	Rehaussement									
	aucun	Discret			Modéré			Marqué		
		homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau	homogène	hétérogène	en anneau
Métastases									1/3	2/3
Autre (rhabdomyosarcome)						1/1				

. .3.3.4.3.2 Conclusion

- Selon notre expérience, avant injection de produit de contraste, les cas de métastases de tumeurs extracrâniennes **étaient plus aisément distingués en TDM** même si aucune généralisation ne s'est dégagée quant à leur densité. En effet, une des lésions n'était pas visible à l'IRM en pré-contraste, et une autre était isointense et homogène. Les **figures de rehaussement étaient elles aussi plus caractéristiques en TDM**, avec 2 cas sur 3 présentant un rehaussement marqué et en anneau. La différence de méthodologie utilisée pourrait expliquer, du moins partiellement, une telle observation. En effet, l'acquisition des séquences post-contraste était réalisée immédiatement après injection dans le cas des examens TDM alors qu'un délai de cinq minutes était mis en œuvre en IRM. Par conséquent, et dans la mesure où les métastases entraînent très probablement une rupture de la barrière hémato-méningée, une hypothèse pourrait être **que le produit de contraste avait déjà diffusé lors de l'acquisition des séquences IRM post-contraste**(d'où un rehaussement moindre et dont les hétérogénéités seraient moins visible via cette technique).

- En revanche, le sarcome envahissant était bien visible via les deux modalités, même avant injection de produit de contraste, avec une tendance à l'hétérogénéité. Cette fois, c'est via l'IRM que le rehaussement était le plus marqué.

## Éléments sémiologiques remarquables

### .3.3.4.3.3 Résultats

Figure 34: Tumeurs extracrâniennes : éléments sémiologiques remarquables

IRM																		
encombrement spatial	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			œdème /hyperintensité T2 périlésionnelle				modification osseuse			queue duraie		zones kystiques	
	oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	légère	modérée	sévère	aucune	lyse	hyperostose	oui	non	oui	non
<b>Métastases</b>	1/3			3/3	3/3			2/3			1/3	3/3				3/3	1/3	2/3
<b>Autres (rhabdomyosarcome probable)</b>	1/1			1/1		1/1		1/1					1/1		1/1			1/1 (mais cavitaire)

TDM																		
encombrement spatial	effet de masse		hydrocéphalie		engagement			minéralisation tissus nerveux				modification osseuse			queue duraie		zones kystiques	
	oui	non	oui	non	aucun	sous-tentorial	cérébelleux	aucune	discrète	modérée	marquée	aucune	lyse	hyperostose	oui	non	oui	non
<b>Métastases</b>	3/3			3/3	3/3			3/3				2/3	1/3			3/3		3/3
<b>Autres (rhabdomyosarcome probable)</b>	1/1			1/1	1/1					1/1			1/1			1/1		1/1

#### . 3.3.4.3.4 Conclusion

- L'analyse détaillée de nos cas de métastases de tumeurs extracrâniennes nous mène à conclure à une grande homogénéité de l'IRM et de la TDM dans la non-détection d'éléments distinctifs. En effet, seul un cas présentait des modifications telles que lyse (visible seulement en TDM), hyperintensité T2 périlésionnelle ou composante kystique (seulement à l'IRM).

- De plus, et *a contrario* de ce qui a été observé dans les autres types tumoraux, **l'effet de masse était préférentiellement observé en TDM.**

- En revanche, le cas de sarcome envahissant était beaucoup plus aisé à caractériser, puisque la croissance tumorale, particulièrement agressive, avait entraîné **une lyse osseuse majeure** visible à la fois à l'IRM et en TDM. De plus, l'IRM permettait la visualisation d'une composante kystique ainsi que d'un engagement sous-tentorial, ce dernier critère assombrissant le pronostic.

### 3.3.4 CAS AYANT SUSCITÉ UNE TROISIÈME LECTURE : DISCUSSION

#### . 4.1 DÉCISION DE SOUMETTRE CERTAINS CAS À UNE TROISIÈME LECTURE

Lors du dépouillement des compte-rendu d'imagerie, nous avons dénombré cinq cas pour lesquels le diagnostic avancé à l'issue de la TDM et/ou de l'IRM ne correspondait pas au diagnostic final fourni par l'histologie. Par curiosité, nous avons regardé de nouveau les images, en mettant en regard pour chacun de ces cas litigieux l'IRM, la TDM, le diagnostic histologique, et les compte-rendu tels que rédigés initialement par les imageurs. Nous avons, à cette occasion, pu avoir une discussion riche, au cours de laquelle la neurologue (Dr Kirsten GNIRS) a notamment pu fournir tous les éléments d'anamnèse concernant ces cas « marquants » pour toute l'équipe de la clinique.

Cette confrontation s'est avérée particulièrement fructueuse : en effet, non seulement les imageurs analysaient de la même façon que lors de leur lecture concertée chacun des éléments sémiologiques, mais ils parvenaient à la même conclusion diagnostique qu'initialement. Cette dernière, le plus souvent, laissait ouvert le diagnostic différentiel, car les images étaient atypiques. Nous étions donc face à une impasse dans le sens où notre analyse ne permettait pas de mettre en évidence de façon claire les facteurs ayant conduit à ces erreurs de diagnostic.

Par conséquent, nous avons décidé de soumettre, en supplément de l'étude déjà réalisée, ces cinq cas à deux imageurs de l'Hôpital de l'Université Vétérinaire de Tufts (USA, voire coordonnées en annexe), qui dispose d'un département d'imagerie diagnostique :

- le Dr. Amy SATO, DVM (Doctor of Veterinary Medicine), ACVR (American College of Veterinary Radiology) s'est chargée d'analyser les TDM.
- le Dr. James SUTHERLAND, DVM, ACVR a accepté de relire les IRM.

#### . 4.2 PROTOCOLE DE RÉALISATION DE LA « TROISIÈME LECTURE »

Pour la réalisation de cette troisième lecture, nous avons choisi une procédure expérimentale un peu différente de celle appliquée initialement. En effet, les imageurs, choisis en fonction de leurs compétences d'experts, l'un en IRM et l'autre en TDM, ne procédaient à la lecture **que de l'une des techniques d'imagerie**. Précisons à ce titre que les images n'étant pas produites par les machines dont ils ont l'habitude, un effort d'adaptation leur a certainement été nécessaire. Cependant, cette manière de procéder permettait une plus grande rigueur puisque la lecture séparée des deux techniques d'imagerie évitait pour cette 3<sup>e</sup> lecture tout biais introduit par la confrontation des images d'un même cas.

Par la suite, il leur a été demandé de remplir la grille d'analyse de la même façon que les imageurs de la clinique Advetia l'avaient fait initialement. Aucun élément d'anamnèse ne leur était fourni : ils savaient simplement que les images que nous leur soumettions s'inscrivaient dans une large étude de comparaison entre TDM et IRM chez le chat et du chien (et que ces images, précisément, avaient suscité nos interrogations.) Ils avaient donc conscience du caractère litigieux des cas qui leur étaient soumis, mais ne savaient pas que nous étudions les tumeurs intracrâniennes du chien et du chat.

#### . 4.3 UTILISATION DE L'EXPERTISE EXTERNE

Toute étude reposant sur l'appréciation de caractères qualitatifs présente un **biais imputable à la « personnalité » du lecteur** (son expérience, sa sensibilité, sa définition personnelle des éléments sémiologiques.) Cependant, ce biais est



« constant » au sein d'une étude dans la mesure où le lecteur est unique. Pour ne pas interférer avec ce constat, nous ne pouvions pas remplacer l'interprétation fournie par les Drs Yannick RUEL et Hugues GAILLOT par celle des lecteurs externes sur un nombre limité de cas.

C'est pourquoi nous avons décidé **d'ouvrir la discussion** via l'avis fourni par la « 3<sup>e</sup> lecture », au cas par cas. La présentation qui va suivre s'efforcera de mettre en évidence **les éclairages nouveaux** que permet cette troisième lecture, toujours dans une perspective de **comparaison des performances diagnostiques de l'IRM et de la TDM**. De plus, nous soulignerons un certain nombre de particularités qui, même après sollicitation d'une 3<sup>e</sup> lecture, n'ont pas permis d'augmenter la puissance diagnostique des examens d'imagerie.

#### . 4.4 CAS POUR LESQUELS LA TROISIÈME LECTURE A PERMIS DE PARVENIR AU DIAGNOSTIC HISTOPATHOLOGIQUE

La numérotation correspond à celle adoptée dans l'annexe n°4.3.

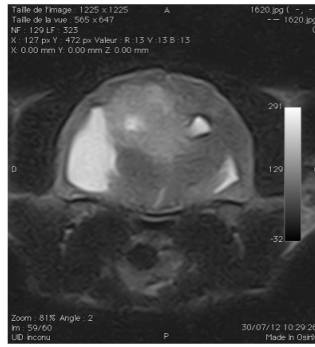
##### 3.3.4.4.1 Cas n° 21 : gangliogliome accompagné d'une possible métastase intracérébrale

Il s'agissait d'un chat pour lequel le diagnostic histologique, mené à l'issue d'une autopsie, faisait état d'une masse d'aspect hétérogène, composée de deux populations (neuronale et gliale), présentant de larges foyers de nécrose. La dilatation des ventricules latéraux était majeure.

Figure 35: images TDM et IRM du cas n° 21



TDM post-contraste



IRM T2 transverse



IRM FLAIR dorsal

Figure 36: grilles de lecture IRM et TDM

		IRM- Drs Ruel et Gaillot				IRM - Dr Sutherland			
		T1 préC	T1 postC	T2	FLAI R	T1 preC	T1 postC	T2	FLAIR
<b>Dossier</b>	103548-1								
<b>Nombre de lésions</b>	aucune unique plusieurs					X	X	X	X
<b>Localisation</b>	aucune télencéphale diencéphale TC caudal cervelet intraventricul.								
<b>Contour lésion</b>	net mal défini régulier irrégulier					X	X	X	X
<b>Contact ventricule latéral</b>	oui non								
<b>Contact dural</b>	oui non					X	X	X	X
<b>Queue dure</b>	oui non								
<b>Base périphérique</b>	aucune limitée large					X	X	X	X
<b>Intensité préContraste</b>	iso hypo hyper mixte homogène hétérogène					X			X
<b>hyperintensité T2 périlésion.</b>	non discrète modérée marquée							X	X
<b>Rehaussement postContraste</b>	absent discret modéré marqué homogène hétérogène en anneau						X		
<b>Composante kystique</b>	oui non					X	X	X	X
<b>Effet de masse</b>	oui non					X	X	X	X
<b>Modification osseuse</b>	aucune lyse hyperostose					X	X	X	X
<b>Hydrocéphalie</b>	oui non					X	X	X	X
<b>Hernie (T2 sagittale)</b>	aucune ss tentorielle cérébelleuse								

CONCLUSION	Tumor	C V Accident	Encephali tis	Malformat ion	Othe r
ordre (1 à 5)					
2	meningioma				
	<b>glioma</b>				
	lymphoma				
	cranial nerve				
1	<b>other</b>	méningiome intraV, pleuxus choroïde,			

CONCLUSION	Tumor	CV Accident	Encephali tis
ordre (1 à 5)			
a	meningioma		
	<b>glioma</b>		
	lymphoma		
	cranial nerve		
	other		

épendymome  
mais ne  
rehausse  
pas !!!!  
mets  
TDM- Drs Ruel et Gaillot

Dossier	103548-1	pré-C.	post-C.
Nombre de lésions	aucune unique plusieurs		
Localisation	aucune télencéphale diencephale TC caudal cervelet intraventricul.		
Contour lésion	net mal défini régulier irrégulier		
Contact ventricule	oui non		
Contact dural	oui non		
Queue durale	oui non		
Base périphérique	aucune limitée large	??	
Intensité préContraste	iso hypo hyper mixte homogène hétérogène		
Minéralisation tissus nerveux	aucune discrète modérée marquée		
Rehaussement postContraste	absent discret modéré marqué homogène hétérogène en anneau		
Composante kystique	oui non	cavité	cavité
Effet de masse	oui non		
Modification osseuse	aucune lyse hyperostose		
Hydrocéphalie	oui non		
Hernie (reconstr. sagittale)	aucune ss tentorielle cérébelleuse		

CONCLUSION Tumor C V Encephali  
Accident tis  
(ordre 1 à 5) 1 abcès  
2 glioma  
lymphoma  
cranial nerve  
other  
mets  
Remarque : Ordre choisi  
car chat

mets  
TDM - Dr. Sato

patient name		preC	postC
Number of lesions	no lesion single multiple	X	X
Location	no lesion telencephal dienceph brainstem cerebellum intraventric	X	X
Contour	well defined ill defined regular irregular	X	X
Contact with lateral ventricule	yes no	X	X
Contact with meninges	yes no	X	X
Dural tail	yes no		X
Peripheral base	no limited wide	X	X
Intensity (preContraste)	iso hypo hyper mixte Homog heterog	X	
Mineralization	no mild moderate severe	X	
Contrast enhancement	absent mild Moderate Severe Homogeny Heterogen Ring		X
Cystic component	yes no	X	X
Mass effect	yes no	X	X
Bony changes	absent lysis Hyperostos	X	X
Hydrocephalus	yes no	X	X
Hernia (sagittal reconstruction)	no sub-tentor cerebellar		X?

CONCLUSION Tumor CV Encephali  
Accident tis  
mets  
meningioma  
glioma  
lymphoma  
cranial nerve  
other  
mets

Lors de la première lecture de l'IRM, les imageurs avaient conclu à une tumeur bénigne en position intraventriculaire (méningiome, épendymome, tumeurs des plexi choroïdes), alors que l'analyse de la TDM les avait conduit à évoquer un abcès cérébral comme hypothèse la plus probable.

Comme présenté ci-dessus (à titre d'exemple), les analyses menées par les deux imageurs de l'Université de Tufts montraient **quelques différences** par rapport à la

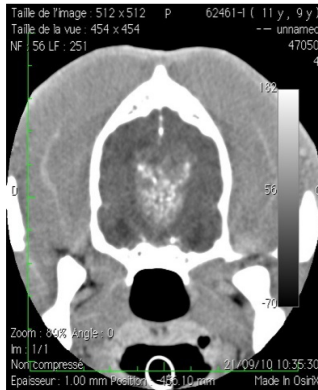
grille de lecture initiale et avançaient dans les deux cas un diagnostic de gliome. Les principales différences intéressaient le contact dural et le rehaussement en IRM, et les densités pré et post-contraste ainsi que la minéralisation des tissus en TDM. Cependant, plus que des critères analytiques particuliers, c'est sans doute leur **expertise personnelle** qui a orienté les imageurs de Tufts vers un diagnostic correct. Une hypothèse pourrait être que la localisation intraventriculaire de la lésion a constitué un facteur de confusion lors de la première lecture.

En fait, cette localisation non spécifique (ni périphérique ni dans l'aire de projection d'une structure bien identifiée ayant une forte tendance à développer des tumeurs d'un type histologique particulier comme l'hypophyse) induit une grande difficulté diagnostique pour l'imageur. Jusqu'à présent, il n'a pas pu être mis en évidence de critères permettant de reconnaître un type tumoral avec un degré de certitude satisfaisant dans la région directement en contact avec les ventricules latéraux. Cet exemple semble indiquer que dans cette localisation, il s'agit de « parier » si la structure ventriculaire est ou non le siège de la croissance néoplasique.

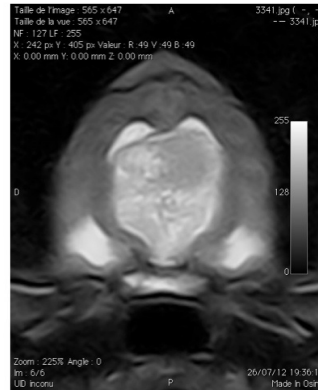
#### 3.3.4.4.2 Cas n° 24 : oligodendrogliome de grade II/III (classification OMS)

Pour ce chien, l'analyse de l'IRM comme de la TDM avaient avancé le diagnostic de tumeur bénigne intraventriculaire (épendymome, méningiome ou tumeur des plexi choroïde) en première lecture.

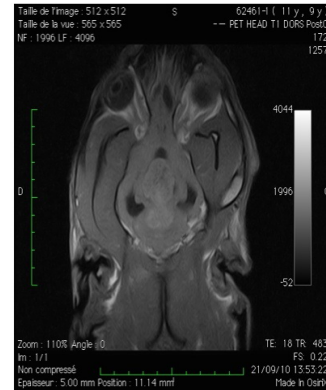
Figure 37: images TDM et IRM du cas n° 24



TDM post-contraste



IRM T2 transverse



IRM T1 post-contraste dorsal

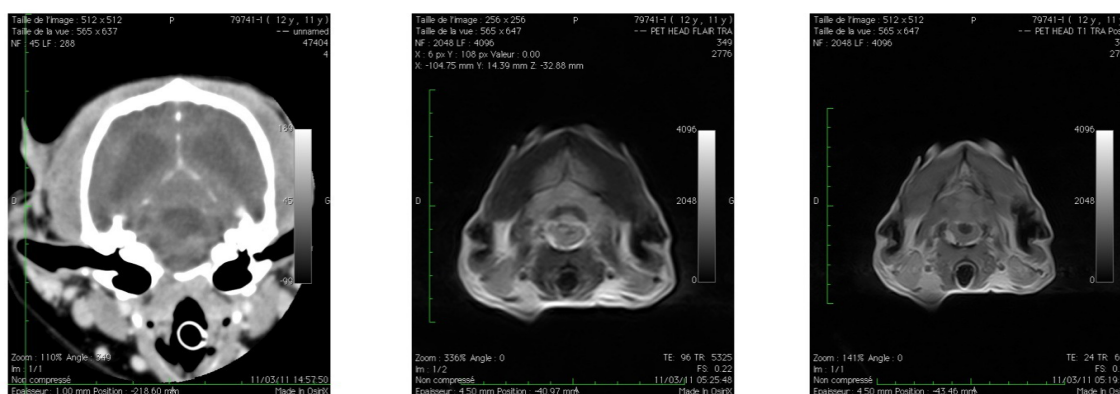
De la même façon, la relecture de l'IRM conclut à nouveau à un diagnostic de méningiome, sans que l'analyse des éléments sémiologiques fasse ressortir de différence marquante. La relecture des images obtenues par TDM, au contraire, a permis au Dr. Sato **d'avancer une hypothèse de gliome** comme diagnostic le plus probable. Cependant, l'analyse détaillée des éléments sémiologiques ne faisait, là non plus, pas apparaître de différence majeure, si ce n'est que le rehaussement était qualifié d'hétérogène, et qu'une composante kystique était décelée. Ce dernier critère n'est pas discriminant d'un point de vue diagnostique étant donné qu'on peut retrouver une composante kystique dans le cas de méningiomes, par exemple.

Par conséquent, ici aussi, il nous semble que c'est l'expertise personnelle du lecteur chargé de l'analyse qui a permis de parvenir au diagnostic correct plus qu'un élément sémiologique ou une combinaison de ces éléments. Il apparaît **extrêmement délicat de faire la différence, en IRM ou en TDM, entre une localisation intraventriculaire au sens strict et un simple contact avec les ventricules latéraux**. Par conséquent, et comme de nombreux types histologiques peuvent se développer dans cette localisation (méningiome, épendymome, gliome, lymphome, métastases de tumeurs extracrâniennes, tumeurs des plexi choroïdes), l'éventail diagnostique se devra de rester large. En l'absence de confirmation histologique, le diagnostic le plus probable pourra s'aider de considérations épidémiologiques (les épendymomes ou tumeurs des plexi choroïdes étant plus rares que les gliomes, par exemple) ou anamnestiques (existence connue de tumeurs extracrâniennes). Quoiqu'il en soit, le pronostic **sera toujours réservé**, du moins pour les tumeurs non radiosensibles ou chimiosensibles car l'accès chirurgical n'est pas envisageable pour ces localisations profondes. Le différentiel se fera alors sur la vitesse de croissance tumorale.

. 4.5 CAS POUR LESQUELS LA TROISIÈME LECTURE N'À PAS PERMIS DE PARVENIR AU DIAGNOSTIC CORRECT

3.3.4.5.1 Cas n° 10 : inflammation méningée non caractérisée interprétée comme un méningiome

Figure 38: images TDM et IRM du cas n° 10



TDM post contraste

IRM FLAIR transverse

IRM T1 post-contraste

Ce chien avait, lors de sa présentation en consultation à la clinique Advetia, subi un examen IRM un an auparavant dans une clinique externe. Le diagnostic avait été, alors, de méningiome, mais aucune thérapie n'avait été engagée. Il n'y avait pas eu d'évolution clinique depuis.

En première lecture, les images TDM et IRM avaient été analysées comme compatibles avec une hypothèse de méningiome, en raison notamment d'un rehaussement méningé très intense.

Lors de leur relecture, les images obtenues par IRM ont à nouveau été analysées comme compatibles avec un méningiome. Quant aux images tomodensitométriques, elles n'ont pas paru pathologiques au Dr. Sato. Il est vrai que du propre aveu des imageurs de la clinique Advetia, les indices fournis par cette technique étaient particulièrement discrets, et il est aisément compréhensible qu'ils n'aient pas été relevés par un imageur n'ayant jamais observé les images IRM de ce chien.

Le résultat histopathologique fait état d'une inflammation diffuse des méninges, sans élément distinctif particulier. Toute composante maligne est exclue. Notons de plus qu'il n'existe pas, à notre connaissance, de lésion pré-cancéreuse dans le cas de méningiome, que ce soit en médecine humaine ou en médecine vétérinaire.

Ce cas met donc en évidence **l'extrême difficulté à mettre en évidence des critères de croissance néoplasique**, le rehaussement périphérique de cette lésion, très étendu et intense étant très évocateur d'une queue de comète, indice très souvent

relié au développement d'un méningiome. **Ce cas constitue par conséquent un excellent exemple académique appelant à la vigilance les praticiens interprétant des images TDM ou IRM** : la queue durale signe une infiltration méningée sans présumer de la nature de cette infiltration.

### 3.3.4.5.2 Cas n° 11 : lymphome intracrânien (probable) interprété comme un méningiome

Figure 39: images TDM et IRM du cas n° 11



TDM post-contraste      IRM T1 transverse post-contraste      IRM T1 dorsal post-contraste

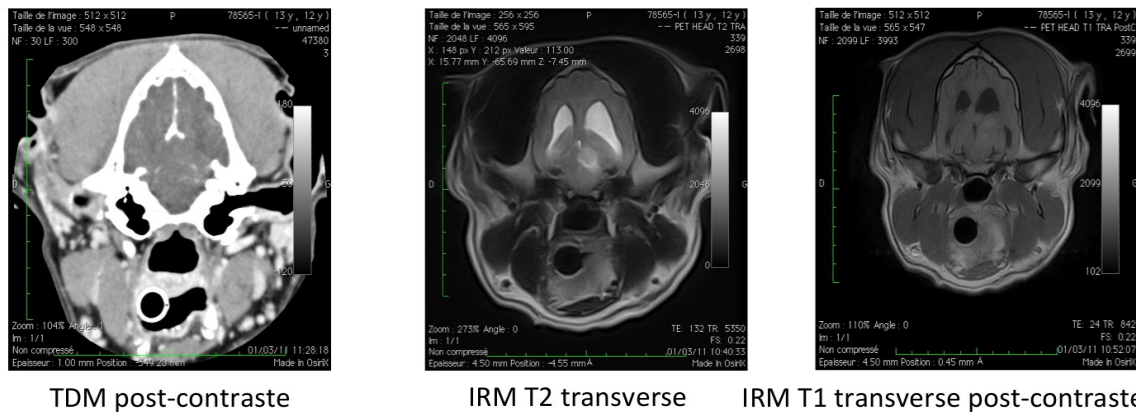
Les images de ce chat, aussi bien TDM qu'IRM, faisaient apparaître une masse périphérique semblant extra-axiale, non visible avant injection de produit de contraste (iodé ou paramagnétique) mais rehaussant de façon marquée. Les conclusions des quatre imageurs, interrogés indépendamment, ont toutes évoquées une hypothèse de méningiome comme diagnostic le plus probable.

Cependant, **une ponction de LCS** a été effectuée à la clinique le jour de l'admission de ce chat. Les résultats du comptage cellulaire ainsi que la visualisation à l'analyse cytologique d'une population monoclonale de petits lymphocytes étant évocateurs de lymphome intracrânien, une chimiothérapie à base de corticoïdes et de kidrolase a été mise en place. Le suivi du patient a paru confirmer cette hypothèse de lymphome, sans que la preuve histologique ait été apportée.

Ici encore, il n'a pas été possible de mettre en évidence, même *a posteriori*, d'éléments qui auraient pu faire suspecter un lymphome au regard de l'imagerie. Ce cas rappelle **bien la prudence qui doit rester à l'esprit du praticien**, le diagnostic d'imagerie demeurant une estimation probabiliste du développement de telle ou telle lésion. En l'absence de preuve directe irréfutable, multiplier les arguments permet de resserrer le faisceau de présomptions diagnostiques.

### 3.3.4.5.3 Cas n° 22 : astrocytome à composante gémissocytique interprété comme un accident vasculaire ou une méningite

Figure 40: images TDM et IRM du cas n° 22



Les images fournies lors de l'examen TDM et IRM de ce chien étaient très **atypiques**. Pour les imageurs de la clinique Advetia, l'IRM était évocatrice d'accident vasculaire, puis, avec une moindre présomption, de gliome, voire d'encéphalite. La lésion était très hyperintense dans toutes les séquences en pré-contraste, engendrait un effet de masse, mais ne rehaussait pas. En TDM, elle était isodense en pré-contraste et rehaussait faiblement, ce qui a permis d'avancer le diagnostic (correct) de gliome.

La relecture de l'IRM ne mettait pas en évidence de différences majeures dans l'analyse détaillée des éléments sémiologiques et avançait comme hypothèses diagnostiques une encéphalite, puis un accident vasculaire et enfin un gliome. La relecture de la TDM n'a pas permis au Dr Sato de trancher entre une lésion unique mal définie et un rehaussement méningé généralisé. Par conséquent, l'hypothèse principale correspondait à une méningite ou encéphalite.

Il est très délicat de tirer quelque généralisation que ce soit de ce cas, notamment en ce qui concerne la supériorité de l'IRM sur la TDM (ou vice-versa). En effet, l'IRM n'a pas permis de conclure à un gliome, mais le diagnostic différentiel conservait cette hypothèse pour les différents lecteurs. La TDM, en revanche, était diagnostique pour les imageurs d'Advetia mais ne faisait pas état de gliome, même à titre d'hypothèse secondaire, pour le Dr. Sato. On peut souligner ici **l'intérêt de combiner IRM et TDM** : seule **la lecture simultanée** de ces deux séries d'images donne du poids à l'hypothèse de gliome.



## 4. DISCUSSION

Dans cette dernière partie, nous nous proposons de revenir sur l'originalité de l'étude que nous avons proposée, sur les apports possibles qu'elle représente, et de discuter d'un certain nombre de points.

### 4.1 MÉTHODOLOGIE CHOISIE

#### 4.1.1 APPROCHE COMPARATIVE TDM/IRM

Tout d'abord, cette étude présente une originalité méthodologique. En effet, la neurologie vétérinaire, dans son abord pratique, se heurte à un paradoxe : la majorité des études publiées ces quinze dernières années **développe les caractéristiques en IRM des lésions intracrâniennes** sans s'intéresser à la TDM, considérée comme trop peu sensible et spécifique. Or, relativement peu de patients ont accès à l'IRM en comparaison de la disponibilité plus satisfaisante des appareils de TDM. A notre connaissance, une seule étude (Z. S. Polizopoulou, 2004) envisage de comparer ne serait-ce que de façon qualitative les apports respectifs de la TDM et de l'IRM dans le diagnostic des tumeurs intracrâniennes du chien et du chat.

Sans qu'il soit question de généraliser nos observations, notre cohorte comportant un trop petit effectif, notre ambition était **de fournir des illustrations plus proches de la médecine vétérinaire telle qu'elle peut être pratiquée aujourd'hui**. Même s'il est admis que l'IRM est à préférer lors d'exploration d'encéphalopathie, la TDM reste bien souvent le premier examen d'imagerie vers lequel se tournent de nombreux praticiens.

#### 4.1.2 DÉMARCHE EXPLORATOIRE

Notre étude était réalisée « en aveugle » par les imageurs dans le sens où l'unique information préalable qui leur était fournie était que nous disposions d'une étude IRM et TDM complète, donc que le patient **était suspect d'affection intracrânienne**. Cette particularité faisait l'originalité de notre étude. En effet, dans la plupart des publications disponibles sur le sujet, la démarche **était purement rétrospective**, le recrutement des cas étant basé sur un diagnostic histologique de tumeur intracrânienne. Par conséquent, l'imageur interrogé était plus facilement enclin à rechercher des éléments de la sémiologie tumorale en imagerie.

## 4.2 LIEN AVEC LES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES DISPONIBLES

### 1.16.1 DONNÉES GÉNÉRALES CONFORTANT LES ÉTUDES TRAITANT DU DIAGNOSTIC PAR IMAGERIE DES TUMEURS DE L'ENCÉPHALE DU CHIEN ET DU CHAT

#### . .1.1 PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DE LA TDM ET DE L'IRM

Les performances diagnostiques de la présence de tumeur (14/16 cas via l'IRM, 15/16 cas via la TDM) étaient relativement comparables. Ces résultats élevés sont **en accord avec la sensibilité évoquée** dans la littérature, (J. M. Turrel, 1986) (Sergio Ródenas, 2011) proche de 90% en médecine vétérinaire pour la détection des tumeurs.

En ce qui concerne la détection du type histologique de la tumeur (12/17 cas présumés de façon correcte par l'IRM, 14/17 cas présumés de façon correcte par la TDM), là aussi, **ces résultats recourent les performances disponibles** dans la bibliographie de 70% de diagnostic correct en termes de type cancéreux. Notons que l'étude évoquée (Sergio Ródenas, 2011) n'avait pas été réalisée en aveugle au sens où nous avons mené la nôtre, puisque, dans le cadre de cette étude, les imageurs sollicités avaient connaissance de l'existence d'une lésion néoplasique.

#### . .1.2 FACTEURS DÉCISIFS DANS L'ÉTABLISSEMENT DU DIAGNOSTIC

Les facteurs qui ont permis d'obtenir une bonne performance diagnostique de l'imagerie sont multiples, et reprennent les données disponibles dans la littérature :

- la localisation lésionnelle. Une **localisation précise** semble être un des éléments déterminants dans la formulation des hypothèses diagnostiques (macroadénomes sur la selle turcique, tumeur du nerf trijumeau), d'autant plus qu'elle peut être mise en relation avec une présentation clinique évocatrice.

- le type de rehaussement peut être discriminant : le **rehaussement en anneau** a pu largement être relié au développement de tumeurs parenchymateuses (2 cas de gliomes et un de métastases intracrâniennes sur les 3 motifs de rehaussement en anneau observés.)

- la mise en évidence de **queues dures** à l'IRM, bien qu'observée dans un cas de méningite atypique, est fortement évocatrice de méningiome.

Notre étude confirme les données bibliographiques que ce soit dans le sens d'une **grande homogénéité des données TDM et IRM pour certaines tumeurs** (ex :

macroadénome hypophysaire ou tumeur de la gaine du V) ou de **la difficulté majeure** à en diagnostiquer d'autres, telles que **les gliomes**.

La tendance à qualifier d'intraventriculaires ces types tumoraux pourrait induire en erreur les imageurs puisque dans notre étude, deux gliomes ont été interprétés à tort comme des tumeurs bénignes intraventriculaires. De plus, il apparaît que diagnostiquer ce type tumoral est particulièrement complexe, puisque, comme on l'a déjà signalé, ils sont **souvent confondus avec des accidents vasculaires** (Garosi, 2010), difficulté à laquelle nous avons été confrontés au travers d'un cas. Enfin, de récentes études signalent que **certains gliomes hautement agressifs ne rehaussent pas ou très peu après injection de produit de contraste**. Nous avons constaté ce phénomène via deux cas de tumeurs gliomateuses rehaussant faiblement en IRM. En effet, en raison d'une croissance particulièrement rapide, il semblerait que la néovascularisation préserve une certaine continuité de la barrière hémato-encéphalique (Sergio Ródenas, 2011), (L. Motta U. M., 2011).

#### 4.2.2 APPORTS RESPECTIFS DE LA TDM ET DE L'IRM DANS L'EXPLORATION DES TUMEURS INTRACRÂNIENNES CHEZ LE CHIEN ET LE CHAT

Comme nous l'avons largement évoqué dans l'étude bibliographique introduisant notre étude, il est généralement admis que l'IRM constitue l'examen de choix dans l'exploration d'une suspicion de tumeur intracrânienne, que ce soit en médecine vétérinaire ou humaine (S. L. Kraft, 1999).

Notre étude a permis d'illustrer de façon variée les apports respectifs de la TDM et de l'IRM dans le diagnostic des tumeurs intracrâniennes chez le chien et le chat. Sans que l'effectif soit suffisant pour autoriser toute interprétation statistique, nous nous proposons de souligner les tendances confortant les données d'ores et déjà disponibles, et les éléments inédits que nous avons soulevés.

##### . .2.1 INFORMATIONS EN ACCORD AVEC LES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

###### 4.2.2.1.1 Eléments sémiologiques pour lesquels la TDM présente un avantage sur l'IRM

Bien que la TDM n'ait pas permis une meilleure visualisation des zones de lyse osseuse que l'IRM, elle a pu donner des informations supplémentaires, concernant **minéralisation** des tissus mous.

#### 4.2.2.1.1 Eléments sémiologiques pour lesquels l'IRM présente un avantage sur la TDM

##### . .2.1.1.1 *Architecture de la tumeur et de son environnement parenchymateux*

De manière générale, les indices architecturaux, que ce soit en ce qui concerne la lésion elle-même mais aussi son entourage parenchymateux, étaient visualisés de manière beaucoup plus **exhaustive en IRM**. On souligne ici la supériorité de cette technique en termes de **résolution en contraste**. La finesse de l'analyse était supérieure, plus détaillée, en IRM qu'en TDM.

Les rapports de la tumeur avec les structures environnantes (ex : méninges et de son rapport avec les ventricules latéraux) semblent plus souvent visualisables en IRM au vu de leur confirmation histopathologique. Cela pourrait là aussi être dû à la **meilleure résolution en contraste** de cette technique et à la multiplication des séquences par rapport à la TDM (4 versus 2 séries d'images) : en multipliant les plans de coupe, on a plus de chances de « couper » une solution de continuité entre deux structures, ce que n'envisagera pas nécessairement une reconstruction *a posteriori*.

##### . .2.1.1.2 *Répercussion de la croissance tumorale sur l'espace intracrânien*

**L'hydrocéphalie** était plus souvent détectée à l'IRM, peut-être en raison de la capacité de cette dernière à donner aux fluides une image propre selon la pondération choisie.

La mise en évidence des **queues dures** (2 fois plus souvent détectées en IRM qu'en TDM dans notre étude), est un élément très indicateur de méningiome mais aussi d'autres lésions méningées.

##### . .2.1.1.3 *Facteurs assombrissant le pronostic*

Les phénomènes d'engagement, notamment cérébelleux, ont été plus souvent repérés à l'IRM, et ce sans doute en partie parce que la fenêtre d'observation était plus

étendue en région caudale. En effet, en raison des nombreux artéfacts présents en TDM au niveau de la fosse caudale, on a tendance à ne pas explorer cette région de façon exhaustive lors de la réalisation des hélices TDM, d'où, peut-être, une plus faible détection des engagements cérébelleux. A cela s'ajoute un fois encore la meilleure **résolution anatomique de l'IRM** et à sa **capacité discriminatoire entre tissus mous et liquides**.

L'évaluation de critères de malignités (œdème parenchymateux approchés via l'hyperintensité T2 périlésionnelle) était plus exhaustive en IRM, comme cela a été signalé à de nombreuses reprises (S. L. Kraft, 1999).

#### . .2.2 OBSERVATIONS EN DÉSACCORD OU NON ÉVOQUÉES DANS LES ÉTUDES DÉJÀ PUBLIÉES

##### 4.2.2.2.1 Performance diagnostique supérieure en TDM

Bien qu'aucune étude statistique n'ait été effectuée sur une cohorte de cette petite taille, ne nous autorisant donc pas à conclure si la différence est significative ou non, les résultats concernant le diagnostic de la tumeur ou sa nature suggèrent une performance supérieure de la TDM par rapport à l'IRM. Les hypothèses pouvant expliquer cette observation sont multiples :

- Expérience supérieure des lecteurs en TDM qu'en IRM
- Paramétrage de la machine IRM en perpétuelle évolution au cours de l'étude, offrant une meilleure qualité d'image et une plus grande finesse de coupe pour les derniers cas analysés.
- Renseignements généraux d'importance majeure pour le diagnostic lésionnel (localisation, composante kystique, relation avec les structures osseuses ou cérébrales) aussi bien fournis par la TDM que l'IRM.

Cependant, il est très probable que cette observation découle essentiellement du faible effectif de notre cohorte : dans ces conditions, la moindre erreur, imputable au hasard, fait basculer les conclusions dans un sens ou dans l'autre.

##### 4.2.2.2.2 Détection similaire de la lyse et de l'hyperostose

Les **modifications osseuses ont été détectées de la même façon en TDM et en IRM**. Cependant, on peut supposer que cette détection est fonction de l'intensité des modifications présentes, et que des figures de lyse ou d'hyperostose peu marquées auraient pu passer inaperçues en IRM.

#### 4.2.2.2.3 Aspect et intensité du rehaussement

Le type de rehaussement n'est pas apparu comme un critère diagnostique fiable au vu de notre étude.

En effet, selon plusieurs études, on rencontre un **rehaussement intense dans la plupart des types tumoraux les plus agressifs** qui induisent un fort remaniement vasculaire et engendrent une rupture de la barrière hémato-méningée (W. B. Thomas, 1996) (S. L. Kraft, 1999) (B.D. Young, 2011).

Cependant, quelques études très récentes (L. Motta U. M., 2011) font état **d'oligodendrogliomes rehaussant avec peu d'intensité**, sans que le mécanisme à l'origine de cette particularité ait été totalement élucidé. Il a été avancé que la croissance très rapide de telles tumeurs autorise une certaine continuité de la barrière hémato-méningée. Notre étude s'inscrit pleinement dans cette observation, **puisque plusieurs cas de tumeurs gliomateuses rehaussaient avec une faible intensité aussi bien en TDM qu'en IRM** (sur nos 5 cas de tumeurs neuro-épithéliales, 3 présentaient un rehaussement absent ou très discret dans chacune des techniques, et un seul rehaussait de façon marquée dans les deux techniques). Les ajustements concernant l'acquisition des séquences post-contraste en IRM (délai avant acquisition et posologie du produit de contraste) ne suffisent sans doute pas à expliquer ce constat.

Il s'agit **d'une piste majeure à explorer à l'avenir** puisque jusqu'à présent, l'intensité de rehaussement était considéré comme très indicateur de l'agressivité du processus tumoral.

#### 4.2.2.2.4 Caractérisation des méningiomes

Il est signalé dans la littérature que les méningiomes hypointenses en T1 pré-contraste sont souvent des méningiomes kystiques (L. Motta M. T., 2012), mais aucune relation entre ces deux caractéristiques n'a pu être établie dans notre étude.

Les queues dures sont visualisées plus de deux fois plus souvent en IRM qu'en TDM. Notons néanmoins que la proportion observée dans notre cohorte en IRM (7/9 cas) semble plus élevée que ce qui est décrit dans la littérature (de 25 à 65% des cas). Il pourrait s'agir ici d'une tendance au sur-diagnostic de cet élément, considéré comme quasi-pathognomonique de méningiome. Malgré cette réserve, on peut proposer l'idée que **les qualités de l'IRM en termes de résolution anatomique** permettent une meilleure visualisation de ce type de figures.

#### 4.2.2.2.5 Œdème, hyperintensité T2 périlésionnelle et effet de masse

De manière assez inattendue, **il n'a pas pu être noté d'hyperintensité T2 périlésionnelle** dans nos cas de tumeurs neuroéptihéliales, alors que cet élément permet d'objectiver des modifications structurales de l'environnement tumoral (infiltrations, œdème) (Sergio Ródenas, 2011). En général, il existe un lien entre un effet de masse important et la présence d'une telle hyperintensité T2 périlésionnelle, ce que notre étude ne permet pas de corroborer.

Dans le cas de métastases de tumeurs extracrâniennes, *a contrario* de ce qui a été observé dans les autres types tumoraux, **l'effet de masse était préférentiellement observé en TDM.**

Ces différentes remarques viennent nuancer la suprématie communément admise de l'IRM sur la TDM dans l'évaluation des lésions de l'encéphale.

#### . .2.3 ANALYSE SÉMIOLOGIQUE DÉTAILLÉE : LES CONSTATS MAJEURS DE NOTRE ÉTUDE

Se reporter au tableau de synthèse ci dessous (figure 41)

On présente ici de façon synthétique les observations que nous avons développées au paragraphe 3.3.3. L'objet de cette synthèse n'est donc pas de revenir sur ces observations mais de les présenter sous forme d'une comparaison explicite des deux techniques. Il s'agit d'un outil rassemblant nos remarques, destiné à éclairer l'analyse d'images TDM ou IRM d'un patient suspect de tumeur intracrânienne.

Figure 41: comparaison des apports diagnostiques de l'IRM et de la TDM et confrontation avec l'histopathologie

		IRM	TDM	lien avec les caractéristiques histologiques (avéré et à explorer)
<b>Localisation, relations avec les structures environnantes, contours</b>	<b>Avantages</b>	Visualisation plus fréquente et avec une meilleure définition des contacts avec les méninges ou les ventricules latéraux Netteté des contours (macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine du nerf crânien V)	Netteté des contours (méningiomes, métastases de tumeurs extracrâniennes, tumeurs neuroépthéliales)	localisation relative = critère diagnostique majeur
<b>Aspect spontané et rehaussement</b>	<b>Avantages</b>	Hyperintensité spontanée marquée T2 et FLAIR des tumeurs neuroépthéliales Distinction aisée lésion/parenchyme sain (avantage pédagogique)	Uniformité de l'aspect spontané des méningiomes (invisibles ou franchement hyperdenses)	Peu de corrélation agressivité de la lésion/intensité du rehaussement (tumeurs neuroépthéliales) Perméabilité des structures vasculaires des tumeurs agressives rehaussant peu à explorer
	<b>Inconvénients</b>	Diversité de la présentation des méningiomes	Certaines lésions invisibles spontanément (méningiomes, tumeurs neuroépthéliales) Modifications parfois mineures de l'aspect usuel (avant mais aussi après injection de produit de contraste)	<i>corrélation aspect hétérogène et caractéristiques histologiques (calcifications, structure en bulbes d'oignons) des méningiomes à explorer</i>
<b>Modifications architecture générale encéphale (engagements, hydrocéphalie, œdème)</b>	<b>Avantages</b>	Visualisation plus fréquente des modifications pour tous les types tumoraux (intérêt diagnostique et thérapeutique) Détection œdème péri tumoral (hyperintensité T2 périlésionnelle)		détection identique de la dilatation des ventricules latéraux IRM/TDM/histologie
	<b>Inconvénients</b>	Distinction difficile tumeur/œdème péri tumoral	Mauvaise résolution en contraste pour l'analyse fine des tissus mous intracrâniens	
<b>Modifications osseuses (lésions avec base périphérique)</b>	<b>Avantages</b>		visualisation plus fréquente de figures de lyse ou d'hyperostose dans tous les types tumoraux	confirmation des détections de lyse osseuse et d'hyperostose en TDM/IRM
	<b>Inconvénients</b>	Mauvaise définition des contours des corticales osseuses		
<b>Queues dures</b>	<b>Avantages</b>	Visualisation deux fois plus fréquente (indice très évocateur de méningiome)		queues dures non pathognomoniques de méningiomes (lésions non tumorales)
	<b>Inconvénients</b>	Surdétection possible (comparaison avec la littérature)	Visualisation moins fréquente	
<b>Détails architecture interne de la tumeur (minéralisation, composante kystique)</b>	<b>Avantages</b>	Meilleure détection et distinction des zones liquidiennes (cavitaire, kystique ou hémorragique)	Meilleure détection des foyers de calcification internes	Foyers de minéralisation détectés en IRM/TDM confirmée Minéralisation détectée en TDM systématiquement confirmée



## 4.3 LIMITES DE NOTRE ÉTUDE : LES BIAIS POSSIBLES

### 4.3.1 EFFECTIF ET RÉALISATION PRATIQUE

- Outre le faible effectif de notre cohorte qui n'autorisait pas d'interprétation statistique, un certain nombre de facteurs pourraient entrer en compte dans les biais d'interprétation, notamment une plus grande expérience des imageurs à la lecture d'images TDM, le réglage des machines (paramétrage de l'IRM modifié et amélioré au cours du temps et des patients), la quantité de Gadolinium injectée au animaux pour l'IRM (passage de 0,2 à 0,3 ml/kg).

- La **séquence chronologique** de réalisation d'une IRM puis, en cas d'anomalie visible, de TDM, introduit un biais dans la mesure où l'on n'explore pas la possibilité de lésions visibles en TDM mais non en IRM. De telles lésions devraient être exceptionnelles en raison de la meilleure résolution en contraste de cette dernière technique. Nous avons fait le choix d'accepter ce biais dans la mesure où la longueur de l'examen en IRM ne nous permettait pas de le réaliser systématiquement à la suite d'examen TDM de l'espace intracrânien.

- Il est également à noter que les prélèvements histologiques provenaient indifféremment de pièces d'exérèse per-opératoires ou d'autopsies, qui pouvaient être pratiquées quelque temps après la réalisation des images. Cela constitue une limite dans la mesure où l'appréciation de l'ensemble de l'encéphale ne peut être pratiquée dans les mêmes conditions selon ces différentes méthodes. Cela a d'autant plus d'importance que des lésions de nature différentes ont été décrites dans l'encéphale: méningiomes multiples de malignité différente (D. Lu, 2003), tumeurs de types histologiques différents (J. M. Snyder, 2008).

### 4.3.2 DE L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE À LA PRATIQUE MÉDICALE

Ces résultats ne sont pas complètement applicables à l'exercice clinique en pratique quotidienne, car les imageurs **ont alors accès aux données épidémiologique et anamnétiques** qui sont des aides non négligeables dans l'établissement d'un diagnostic différentiel lésionnel. On peut supposer qu'un certain nombre de cas ayant suscité de nombreuses interrogations de la part de nos imageurs auraient été élucidés eu égard aux éléments anamnestiques fournis par une consultation initiale.

## 5. CONCLUSION

Sans revenir sur les constats que nous avons pu dégager de notre étude ou les différentes interrogations que nous avons suscitées, soulignons que selon notre expérience, **disposer à la fois des informations fournies par l'IRM et la TDM** est d'un très grand intérêt diagnostique. Ces informations permettent le plus souvent d'avancer un diagnostic précis et d'envisager des éléments pronostiques ou de suivi du patient.

Néanmoins, la performance de ces techniques d'apparition très récente en médecine vétérinaire que sont l'IRM et la TDM sera sans doute encore améliorée dans les années à venir. Nous devrions bénéficier **d'une part des avancées conduites dans ce domaine en médecine humaine** mais aussi de **l'essor de nouvelles techniques** : à ce titre, citons le PET Scan (imagerie par émission de positons, fournissant une image scintigraphique en coupes) ou encore la DWI (technique d'IRM basée sur la diffusion qui devrait faciliter la distinction entre lésion tumorale et vasculaire.)

## 6. ANNEXES

### 6.1 GRILLE DE LECTURE IRM

Dossier		T1 préc	T1 postC	T2	FLAIR
<b>Nombre de lésions</b>	aucune unique plusieurs				
<b>Localisation</b>	aucune télencéphale diencéphale TC caudal cervelet intraventricul.				
<b>Contour lésion</b>	net mal défini				
	régulier irrégulier				
<b>Contact ventricule latéral</b>	oui non				
<b>Contact dural</b>	oui non				
<b>Queue dure</b>	oui non				
<b>Base périphérique</b>	aucune limitée large				
<b>Intensité préContraste</b>	iso hypo hyper mixte				
	homogène hétérogène				

<b>hyperintensité T2 périlésion.</b>	non discrète modérée marquée			
<b>Rehaussement postContraste</b>	absent discret modéré marqué			
	homogène hétérogène en anneau			
<b>Composante kystique</b>	oui non			
<b>Effet de masse</b>	oui non			
<b>Modification osseuse</b>	aucune lyse hyperostose			
<b>Hydrocéphalie</b>	oui non			
<b>Hernie (T2 sagittale)</b>	aucune ss tentorielle cérébelleuse			

**Remarques**

Lésions multiples

Identifier les lésions par les lettres a, b, c ... attribuées selon la localisation : a plus rostrale, puis b etc ...

**CONCLUSION**  
ordre (1 à 5)

Tumor	C V Accident	Encephalitis	Malformation	Other
meningioma				
glioma				
lymphoma				
cranial nerve				
other				
metas				

## 6.2 GRILLE DE LECTURE TDM

Dossier		pré-C.	post-C.
<b>Nombre de lésions</b>	aucune unique plusieurs		
<b>Localisation</b>	aucune télencéphale diencephale TC caudal cervelet intraventricul.		
<b>Contour lésion</b>	net mal défini		
	régulier irrégulier		
<b>Contact ventricule</b>	oui non		
<b>Contact dural</b>	oui non		
<b>Queue durale</b>	oui non		
<b>Base périphérique</b>	aucune limitée large		
<b>Intensité préContraste</b>	iso hypo hyper mixte		

	homogène hétérogène		
<b>Rehaussement postContraste</b>	absent discret modéré marqué		
	homogène hétérogène en anneau		
<b>Composante kystique</b>	oui non		
<b>Effet de masse</b>	oui non		
<b>Modification osseuse</b>	aucune lyse hyperostose		
<b>Hydrocéphalie</b>	oui non		
<b>Hernie</b> (reconstr. sagittale)	aucune ss tentorielle cérébelleuse		

**Remarques** Identifier les lésions par les lettres a, b, c ... attribuées selon la  
Lésions multiples localisation : a plus rostrale, puis b etc ...

**CONCLUSION**  
(ordre 1 à 5)

Tumor  
meningioma  
glioma  
lymphoma  
cranial nerve  
other  
mets

C V Accident

Encephalitis

### 6.3 COORDONNÉES DES LABORATOIRES ET CLINIQUES SOLlicitÉS

- **Clinique vétérinaire ADVETIA**  
5 rue Dubrunfaut – 75012 Paris  
Tél. : 0144738073
- **Université Vétérinaire de Tufts**  
Cummings School of Veterinary Medicine at Tufts University  
Foster Hospital for Small Animals  
Department of diagnostic imaging  
200 Westboro Road North Grafton, MA 01536, États-Unis  
(508) 839-5302
- **Laboratoire d'Anatomie Pathologique Vétérinaire du Sud-Ouest**  
129, route de Blagnac - 31201 Toulouse cedex 2  
Tél. : 0534407788 - mail : [accueil@lapvso.com](mailto:accueil@lapvso.com)

## 6.4 LISTES DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

NOTE : dans le présent document, afin de ne pas ajouter à la lourdeur de la rédaction, nous nous sommes permis d'utiliser des expressions telles que : « en T1, en T2 post-contraste ». Nous désignons par ces dernières les pondérations utilisées dans les examens d'IRM.

DWI : Diffusion-Weighted Imaging

FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery)

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique  
Nucléaire

LCR : Liquide céphalo-rachidien

MTI : Magnetic Transfer Imaging

MRS : Magnetic Resonance Spectroscopy

STIR : Short TI Inversion Recovery

TDM : Tomodensitométrie

TE : Temps d'écho

TI : Temps d'inversion

TR : Temps de répétition

UH : unités Hounsfield

WHO : World Health Organization

*(Organisation Mondiale de la Santé)*

## 6.5 PRÉSENTATION INDIVIDUELLE DES 27 CAS

Dans cette illustration figurant sur le CD-Rom accompagnant le document rédigé, seront présentés pour chaque cas, sous forme anonymisée:

- une image pertinente issue de chacune des 6 séquences standard retenues pour l'analyse (hélice TDM pré-contraste, hélice TDM post-contraste, séquences transverses IRM pondérées en T1, en T2, en FLAIR, et en T1 après injection de produit de contraste)
- éventuellement, une ou plusieurs autres images issues d'autres séquences IRM (autres plans d'acquisition notamment)
- les hypothèses diagnostiques produites par les imageurs au regard de l'IRM d'une part, et de la TDM d'autre part, mis en regard avec le diagnostic histologique
- quelques remarques individuelles informelles
- éventuellement, la planche histologique correspondante (aimablement fournie par le LAPVSO)

## 7. BIBLIOGRAPHIE

U. S. Choi, P. L. (2012). Cytologic and Immunohistochemical characterization of a Primitive Neuroectodermal Tumor in the Brain of a dog. *Veterinary Clinical Pathology* , 41 (1), pp. 153-157.

- Z. S. Polizopoulou, A. F. (2004). Diagnostic Correlation of CT-MRI and Histopathology in 10 dogs with Brain Neoplasms. *Journal of Veterinary Medicine A* , 51, pp. 226-231.
- W. B. Thomas, S. J. (1996). Magnetic Resonance Imaging Features of Primary brain tumors in dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* , 37 (1), pp. 20-27.
- Yates, P. O. (1964). Tumours of the Central Nervous System in children. *Journal of Clinical pathology* , 17.
- V. Palus, H. A. (2012). MRI features of CNS Lymphoma in dogs and cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound* , 53 (1), pp. 44-49.
- A. K. LeBlanc, G. B. (2007). Advanced Imaging for Veterinary Cancer Patients. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* , 37, pp. 1059-1077.
- A. K. Patnaik, W. J. (1986). Intracranial Meningioma : A comparative Pathologic Study of 28 dogs. *Veterinary Pathology* , 23, pp. 369-373.
- A. T. Parry, H. A. (2011). Imaging the Cranial Nerves. *Veterinary Radiology and Ultrasound* , 52 (1), pp. S32-S41.
- B. A. Summers, J. F. (1995). *Veterinary neuropathology*. Mosby.
- B. K. Sturges, P. J. (2008). Magnetic Resonance Imaging and Histological Classification of Intracranial Meningiomas in 112 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 22, pp. 586-595.
- B. Kastler D. Vetter, Z. P. (2003). *Comprendre l'IRM, Manuel d'auto-apprentissage* (éd. 5e). Masson.
- B.D. Young, J. L.-a. (2011). Magnetic resonance imaging features of intracranial astrocytomas and oligodendrogliomas in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 52 (2), pp. 132-141.
- Berry, C. R. (1998). Anatomic and Physiologic Imaging of Canine and Feline Brain. Dans *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (pp. 66-79). Philadelphia: WB Saunders.
- C. W. Dewey, A. B. (2000, August). Primary Brain Tumors in Dogs and Cats. *Compendium on Small Animals and Exotics* , 22 (8), pp. 756-762.
- C. A. Wolff, S. P. (2012). MRI for the differentiation of neoplastic, inflammatory and cerebrovascular brain disease in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26, pp. 589-597.
- C. S. Bailey, R. J. (1986, February). Characteristics of cisternal cerebrospinal fluid associated with primary brain tumors in the dog : A retrospective study. *Journal of the American Veterinary Medicine Association* , 188 (4), pp. 414-417.

C.H. Vite, J. C. (2011). Correlating magnetic resonance findings with neuropathology and clinical signs in dogs and cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound* , 52 (1 Supp 1), pp. 23-31.

Cauzinille, L. (2007). *Neurologie clinique du chien et du chat, 2è édition*. Les Editions du Point Vétérinaire.

Chrisman, C. L. (1992, July). Cerebrospinal Fluid Analysis. *Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice* , 22 (4), pp. 781-810.

D. Lu, A. P. (2003). Concurrent Benign and Malignant Meningiomas in a cat : clinical, MRI and pathological findings. *Veterinary Records* , 152, pp. 780-782.

D. Lipsitz, R. J. (s.d.). Glioblastoma Multiforme : Clinical Findings, MRI and Pathology in 5 dogs. *Veterinary Pathology* , 40, pp. 659-669.

Fenner, W. R. (1990, November). Metastatic neoplasms of the Central Nervous System. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animals)* , 5 (4), pp. 253-261.

Gavin, P. R. (2011). Growth Of Clinical Veterinary Magnetic Resonance Imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound* , 52 (1 Supp1), pp. 2-4.

Garosi, L. S. (2010). Cerebrovascular Disease in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics Small Animal Practice* , 40, pp. 65-79.

I. Mateo, V. L. (2010). Meningeal carcinomatosis in a dog: magnetic resonance imaging features and pathological correlation. , *Journal of Small Animal Practice* , 51, pp. 43-48.

J. A. Hudson, S. T.-B. (1998). Neurosonography. *Veterinary Clinics of North America (Small Animal Practice)* , 28, pp. 943-972.

J. Brunner Singh, A. O. (2011). Contrast Media Enhancement of Intracranial Lesions in Magnetic Resonance Imaging does not reflect Histopathologic Findings consistently. *Veterinary Radiology and Ultrasound* , 52 (6), pp. 619-626.

J. H. Saunders, L. P. (1998). Probable Trigeminal Nerve Schwannome in a dog. *Veterinary Radiology and Ultrasound* , 39 (6), pp. 539-542.

J. M. Snyder, L. L. (2008). Secondary Intracranial Neoplasia in the Dog : 177 cases (1986-2003). *Journal of Veterinary Internal Medicine* , 22, pp. 172-177.

J. M. Turrel, J. R. (1986, April). Computed Tomographic characteristics of primary brain tumors in 50 dogs. *Jouranl of the American Veterinary Medecine Association* , 1888 (8).

J. R. Fike, R. A. (1981, February). Computerized Tomography of Brain Tumors of the rostral and middle fossas in the Dog. *American Journal of Veterinary Research* , 42 (2).



Jessica M. Snyder, F. S. (2006). Canine Intracranial Primary Neoplasia: 173 Cases (1986–2003). *Journal of Veterinary Internal Medicine* , 20, 669-675.

Johnson, G. C. (1990, November). Genesis and Pathology of Tumors of the Nervous System. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animals)* , 5 (4), pp. 210-222.

Kreel, L. (1978). Computed axial tomography in the diagnosis and treatment of malignancy. *Cancer Treatment Review* , 5, pp. 117-129.

L. Fuhrer, D. F.-B. (2007). *Neurologie du chien et du chat*. Masson.

L. Motta, U. M. (2011, 227). Non-enhancing confirmed oligodendrogliomas in three dogs. *Journal of Small Animal Practice* , 52, p. 227.

L. Motta, M. T. (2012). Canine and Feline Intracranial Meningiomas : an updated review. *Veterinary Journal* , 192, pp. 153-165.

M. A. d'Anjou, K. A. (2005). Tomodensitométrie et imagerie par résonance magnétique : concepts et applications chez les animaux de compagnie. *Le médecin vétérinaire du Québec* , 35 (4), pp. 185-197.

M. Kitagawa, H. K. (2003). Medulloblastoma in a cat : Clinical and MRI findings. *Journal of Small Animals Practice* , 44, pp. 139-142.

M. P. Moore, R. S. (1996, July). Intracranial Tumors. *Veterinary Clinics of North America : Small animal practice* , 26, pp. 759-775.

Mark T. Troxel, C. H.-H. (2004). Magnetic Resonance Imaging features of feline intracranial neoplasia: retrospective analysis of 46 cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* , 18, pp. 176-189.

Morrison, W. B. *Cancer Affecting the Nervous System*.

P. D. Mayhew, W. W. (2002, May-June). Trigeminal Neuropathy in dogs : a Retrospective Study of 29 cases (1991-2000). *Journal of the American Veterinary Hospital Association* , 8, pp. 262-270.

P. M. Bourgooin, D. T. (1992, September). CT and MR Imaging findings in Adults with Cerebellar medulloblastoma : comparison with findings in Children. *American Journal of Roentgenology* , 159, pp. 609-612.

P. R. Gavin, J. R. (1995, August). Central Nervous System Tumors. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)* , 10 (3), pp. 180-189.

P. R. Gavin, R. S. (2009). *Practical small animal MRI*. Wiley-Blackwell.

Susan L. Kraft, P. R. (1997). Retrospective Review of 50 Canine Intracranial Tumors Evaluated by Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Veterinary Internal Medicine* , 11, pp. 218-225.

S. L. Kraft, P. R. (1999, May). Intracranial Neoplasia. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* , 14, pp. 112-123.

S. Rodena, M. P. (2011). Magnetic resonance imaging findings in 40 dogs with histologically confirmed intracranial neoplasia. *Veterinary Radiology & Ultrasound* , 52 (1 Supp1), pp. 52-61.

Stephanie A. Thomovsky, R. A. (2011). Imaging diagnosis—Magnetic resonance imaging features of metastatic cerebral lymphoma in a dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound* , 2, pp. 192-195.

R. A. LeCouteur, J. R. (1981). Computed Tomography of Brain Tumors in the Caudal Fossa of the Dog. *Veterinary Radiology* , 22 (6), pp. 244-251.

R. M. Schultz, R. L. (2007). Magnetic Resonance Imaging of Acquired Trigeminal Nerve Disorders in 6 dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* , 48 (2), pp. 101-104.

Rachel E. Pollard, C. M. (2010). Cross-Sectional Imaging Characteristics of Pituitary Adenomas, Invasive Adenomas and Adenocarcinomas in Dogs: 33 Cases (1988 –2006). *Journal of Veterinary Internal Medicine* , 24, pp. 160-165.

Tidwell, A. S. (1999, May). Advanced Imaging Concepts : a pictorial glossary of CT and MRI Technology. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* , 14 (2), pp. 65-111.

## 8. TABLE DES ILLUSTRATIONS

<b>Figure 1 : échelle d'atténuation du faisceau de rayons X des principales structures de l'encéphale (en unités Hounsfield) (Berry 1998) Les valeurs les plus élevées sont rencontrées après l'injection intraveineuse de produit de contraste.....</b>	<b>14</b>
<b>Figure 2 : Aspect en IRM des principaux tissus de la région céphalique.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure 3 : éléments de neurolocalisation des affections encéphaliques.....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 4 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des méningiomes canins et félins.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure 5 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des astrocytomes canins et félins.....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 6 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des oligodendrogliomes canins et félins.....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 7 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des épéndymomes canins et félins.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 8 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des médulloblastomes.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 9 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des tumeurs des plexi choroïdes.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 10 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des adénomes hypophysaires canines et félines.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 11 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des tumeurs de la gaine des NC V.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 12 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des lymphomes intracrâniens canins et félins.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 13: aspect classiquement décrit en TDM et IRM des métastases intracrâniennes canines et félines.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 14 : Bilan diagnostique des tumeurs rencontrées.....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 15 : Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : localisation et relations avec les tissus environnants.....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 16 : Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : contours.....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 17: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : densité et intensité pré-contraste - NB : ho. = homogène/ hét. = hétérogène.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 18: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : rehaussement après injection de produit de contraste.....</b>	<b>81</b>
<b>Figure 19: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : éléments sémiologiques remarquables.....</b>	<b>82</b>

<b>Figure 20: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : localisation et relations avec les structures environnantes.....</b>	<b>84</b>
<b>Figure 21 : Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : contours.....</b>	<b>85</b>
<b>Figure 22: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : intensité et densité avant injection de produit de contraste.....</b>	<b>86</b>
<b>Figure 23: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : rehaussement après injection de produit de contraste.....</b>	<b>86</b>
<b>Figure 24: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : éléments sémiologiques remarquables.....</b>	<b>88</b>
<b>Figure 25: Tumeurs intraparenchymateuses : localisation et relations avec les structures environnantes.....</b>	<b>90</b>
<b>Figure 26 : Tumeurs intraparenchymateuses : contours.....</b>	<b>91</b>
<b>Figure 27 : Tumeurs intraparenchymateuses : intensité et densité pré-contraste .....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 28 : Tumeurs intraparenchymateuses : rehaussement après injection de produit de contraste.....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 29 : Tumeurs intraparenchymateuses : éléments sémiologiques remarquables.....</b>	<b>94</b>
<b>Figure 30 : Tumeurs extracrâniennes : localisation et relations avec les structures environnantes.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure 31 : Tumeurs extracrâniennes : contours.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure 32 : Tumeurs extracrâniennes : densité et intensité pré-contraste.....</b>	<b>97</b>
<b>Figure 33: Tumeurs extracrâniennes : rehaussement.....</b>	<b>97</b>
<b>Figure 34: Tumeurs extracrâniennes : éléments sémiologiques remarquables. .</b>	<b>99</b>
<b>Figure 35: images TDM et IRM du cas n° 21.....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 36: grilles de lecture IRM et TDM.....</b>	<b>103</b>
<b>Figure 37: images TDM et IRM du cas n° 24.....</b>	<b>105</b>
<b>Figure 38: images TDM et IRM du cas n° 10.....</b>	<b>107</b>
<b>Figure 39: images TDM et IRM du cas n° 11.....</b>	<b>108</b>
<b>Figure 40: images TDM et IRM du cas n° 22.....</b>	<b>109</b>
<b>Figure 41: comparaison des apports diagnostiques de l'IRM et de la TDM et confrontation avec l'histopathologie.....</b>	<b>117</b>
<b>Figure 1 : échelle d'atténuation du faisceau de rayons X des principales structures de l'encéphale (en unités Hounsfield) (Berry 1998) Les valeurs les plus élevées sont rencontrées après l'injection intraveineuse de produit de contraste.....</b>	<b>14</b>
<b>Figure 2 : Aspect en IRM des principaux tissus de la région céphalique.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure 3 : éléments de neurolocalisation des affections encéphaliques.....</b>	<b>33</b>

<b>Figure 4 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des méningiomes canins et félins.....</b>	<b>55</b>
<b>Figure 5 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des astrocytomes canins et félins.....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 6 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des oligodendrogliomes canins et félins.....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 7 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des épendymomes canins et félins.....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 8 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des médulloblastomes.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 9 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des tumeurs des plexi choroïdes.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 10 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des adénomes hypophysaires canines et félines.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 11 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des tumeurs de la gaine des NC V.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 12 : aspect classiquement décrit en TDM et IRM des lymphomes intracrâniens canins et félins.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 13: aspect classiquement décrit en TDM et IRM des métastases intracrâniennes canines et félines.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 14 : Bilan diagnostique des tumeurs rencontrées.....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 15 : Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : localisation et relations avec les tissus environnants.....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 16 : Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : contours.....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 17: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : densité et intensité pré-contraste - NB : ho. = homogène/ hét. = hétérogène.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 18: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : rehaussement après injection de produit de contraste.....</b>	<b>81</b>
<b>Figure 19: Méningiomes, lymphome, inflammation méningée non caractérisée : éléments sémiologiques remarquables.....</b>	<b>82</b>
<b>Figure 20: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : localisation et relations avec les structures environnantes.....</b>	<b>84</b>
<b>Figure 21 : Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : contours.....</b>	<b>85</b>
<b>Figure 22: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : intensité et densité avant injection de produit de contraste.....</b>	<b>86</b>
<b>Figure 23: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : rehaussement après injection de produit de contraste.....</b>	<b>86</b>
<b>Figure 24: Macroadénomes hypophysaires, tumeurs de la gaine des nerfs crâniens V : éléments sémiologiques remarquables.....</b>	<b>88</b>

<b>Figure 25: Tumeurs intraparenchymateuses : localisation et relations avec les structures environnantes.....</b>	<b>90</b>
<b>Figure 26 : Tumeurs intraparenchymateuses : contours.....</b>	<b>91</b>
<b>Figure 27 : Tumeurs intraparenchymateuses : intensité et densité pré-contraste .....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 28 : Tumeurs intraparenchymateuses : rehaussement après injection de produit de contraste.....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 29 : Tumeurs intraparenchymateuses : éléments sémiologiques remarquables.....</b>	<b>94</b>
<b>Figure 30 : Tumeurs extracrâniennes : localisation et relations avec les structures environnantes.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure 31 : Tumeurs extracrâniennes : contours.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure 32 : Tumeurs extracrâniennes : densité et intensité pré-contraste.....</b>	<b>97</b>
<b>Figure 33: Tumeurs extracrâniennes : rehaussement.....</b>	<b>97</b>
<b>Figure 34: Tumeurs extracrâniennes : éléments sémiologiques remarquables. .</b>	<b>99</b>
<b>Figure 35: images TDM et IRM du cas n° 21.....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 36: grilles de lecture IRM et TDM.....</b>	<b>103</b>
<b>Figure 37: images TDM et IRM du cas n° 24.....</b>	<b>105</b>
<b>Figure 38: images TDM et IRM du cas n° 10.....</b>	<b>107</b>
<b>Figure 39: images TDM et IRM du cas n° 11.....</b>	<b>108</b>
<b>Figure 40: images TDM et IRM du cas n° 22.....</b>	<b>109</b>
<b>Figure 41: comparaison des apports diagnostiques de l'IRM et de la TDM et confrontation avec l'histopathologie.....</b>	<b>117</b>

NOM : DANGY

Prénom : Louise

Titre : Etude comparative de la tomodensitométrie et de l'imagerie par résonance magnétique dans le diagnostic des tumeurs intracrâniennes chez le chien et le chat.

### Résumé :

Les techniques d'imagerie médicale modernes sont utilisées dans l'exploration des affections intracrâniennes chez l'homme et se développent en médecine vétérinaire. Malgré des inégalités d'accès dues au manque d'infrastructures et au coût élevé de réalisation de ces examens, la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sont devenues les examens complémentaires de choix lors de troubles neurologiques d'origine centrale intracrânienne chez le chien et le chat. Si la tomodensitométrie (TDM) fournit une représentation précise des détails osseux, l'IRM offre une très bonne visualisation de l'anatomie des structures parenchymateuses de l'encéphale grâce à son excellente résolution en contraste. Cependant, les modalités de réalisation diffèrent entre ces deux techniques. D'autre part, l'allongement de la durée de vie de nos animaux de compagnie et l'implication croissante de leur propriétaire autorisent le diagnostic précis et la prise en charge thérapeutique du patient vétérinaire suspect d'affection néoplasique intracrânienne. Afin de mieux connaître les corrélations existant entre les indices fournis par l'IRM et la TDM dans le diagnostic des tumeurs intracrâniennes chez le chien et le chat, nous avons comparé les images fournies par ces deux techniques pour une série de cas spontanés de tumeurs intracrâniennes confirmés histologiquement.

Nos observations montrent que i) la performance diagnostique globale de ces deux techniques est comparable, ii) l'IRM fournit des renseignements plus précis sur l'architecture de la tumeur (sauf en ce qui concerne sa minéralisation, mieux représentée en TDM) et les répercussions de sa croissance sur l'anatomie de l'encéphale (engagements, hydrocéphalie), iii) pour certains types tumoraux (macroadénome hypophysaire, tumeurs de la gaine du nerf trijumeau), les images sont très similaires d'un cas à l'autre alors qu'il est très difficile de dégager des tendances communes pour d'autres types tumoraux (gliomes). De plus, nous avons été confrontés (iv) à des lésions très difficilement classables au seul vu de l'IRM et de la TDM.

Mots-clés : tumeur, néoplasie, encéphale, intracrânien, tomodensitométrie, imagerie par résonance magnétique

---

English Title : Magnetic resonance imaging and tomodensitometry comparative study for the diagnosis of canine and feline intracranial neoplasia

### Summary :

Medical imaging technics are widely used while exploring human intracranial ailments and are developing in veterinary medicine. Despite the high cost of those exams and the lack of infrastructures resulting in unequal acces for veterinary patients, tomodensitometry (TDM) and magnetic resonance imaging (MRI) are now the most indicated exams while exploring intracranial neurological troubles in cats and dogs. TDM gives a highly precise picture of bony details whereas MRI allows to comprehensively visualize cerebral tissues thanks to its excellent contrast resolution. In another hand, our companion animals life expectancy is becoming longer and their owners are more and more motivated for their medical taking care of. Thus, the precise diagnosis and appropriate therapy in case of intracranial tumors suspicion can be lead to its end point. In order to understand links between MRI and TDM images, we compared those two technics for a cohort of histologically confirmed spontaneous intracranial neoplasia cases.

We shown that i) those two technics are globally similars in diagnosing intracranial neoplasia, ii) MRI gives more precises informations on the tumor's ultrastructure (except for its mineralization) and how its growing impacts the brain anatomy (hernia, hydrocephaly), iii) for some tumors (such as hypophyseal macroadenoma), images are quite similar from a case to another one whereas other tumor types presentation in both TDM and MRI is highly variable (gliomas for example). On the top of that, we had to cope (iv) with some lesions that were very difficult to classify regarding MRI and TDM.

Key words : Tumor, neoplasia, brain, intracranial, tomodensitometry, magnetic resonance imaging