



HAL
open science

Intérêt de la tomodensitométrie par rayon X dans le diagnostic des affections des cavités nasales et des sinus paranasaux chez les bovins

Florian Isler

► To cite this version:

Florian Isler. Intérêt de la tomodensitométrie par rayon X dans le diagnostic des affections des cavités nasales et des sinus paranasaux chez les bovins. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03777325

HAL Id: dumas-03777325

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03777325v1>

Submitted on 14 Sep 2022

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

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

INTERET DE LA TOMODENSITOMETRIE PAR RAYONS X DANS LE DIAGNOSTIC DES AFFECTIONS DES CAVITES NASALES ET DES SINUS PARANASaux CHEZ LES BOVINS

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

ISLER Florian, Gilles

Directeur de thèse : M. Giovanni MOGICATO

JURY

PRESIDENTE :

Mme Isabelle BERRY

Professeure à l'Université Paul SABATIER de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Giovanni MOGICATO

M. Renaud MAILLARD

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Benjamin CARTIAUX

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

Remerciements

À la présidente du jury :

Madame le Professeur Isabelle BERRY

Professeur des Universités

Université Paul Sabatier à Toulouse

Praticien Hospitalier

Qui me fait l'honneur de présider ce jury de thèse.

Hommages respectueux.

À mon directeur de thèse :

Monsieur le Professeur Giovanni MOGICATO

Professeur en Anatomie à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie – Imagerie médicale

Pour m'avoir proposé ce sujet de thèse, pour sa confiance, sa bienveillance et son soutien dans sa réalisation.

Merci beaucoup pour m'avoir accompagné dans ce travail, pour ta disponibilité et pour cette amitié inépuisable.

À l'assesseur de ce jury :

Monsieur le Professeur Renaud MAILLARD

Professeur en Pathologie des Ruminants à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie des Ruminants

Qui me fait l'honneur d'accepter le rôle d'assesseur de cette thèse

Sincères remerciements mayennais.

Au membre invité :

Monsieur le Docteur Benjamin CARTIAUX

Maître de conférences à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie – Imagerie médicale

Qui me fait l'honneur d'assister à cette thèse ce soir.

*Merci beaucoup pour ton investissement, ton dynamisme et tout le soutien que tu as pu
m'apporter durant la réalisation de cette thèse.*

*Pour sa disponibilité et son aide lors de l'acquisition des images tomodensitométriques, mes
remerciements à Mme. Sandy SANTIN*

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	13
I. ANATOMIE ET AFFECTIONS DES CAVITES NASALES ET DES SINUS PARANASAUX, UTILITE DE L'EXAMEN	
TOMODENSITOMETRIQUE	15
A. ANATOMIE DES CAVITES NASALES ET DES SINUS PARANASAUX DES BOVINS	15
1. Anatomie des cavités nasales ¹⁻⁵	15
2. Anatomie des sinus paranasaux ¹⁻⁶	24
a. Le sinus maxillaire	26
b. Le sinus lacrymal	28
c. Le sinus palatin.....	28
d. Les sinus conchaux	29
i. Sinus conchal ventral	29
ii. Sinus conchal dorsal	29
iii. Sinus conchal moyen	30
e. Les sinus frontaux	31
i. Sinus frontal rostral	31
ii. Sinus frontal caudal	32
f. Le sinus sphénoïdal	34
B. AFFECTIONS DES CAVITES NASALES ET DES SINUS PARANASAUX.....	35
1. Affections des cavités nasales.....	35
a. Granulome infectieux ⁷⁻¹²	35
b. Rhinite allergique ^{7,12}	36
c. Granulome enzootique nasal ⁷⁻⁹	37
d. Corps étranger ^{7,12,13}	37
e. Fractures et traumatismes ^{7,12}	38
f. Tumeurs nasales ^{7,14-17}	39
g. Polypes nasaux ^{7,12,18}	40
h. Kyste congénital du cornet nasal ^{6,7,12,19,20}	42
i. Actinobacillose atypique ^{7,21,22}	43
j. Rhinite virale ²³⁻²⁶	44
k. Rhinite atrophique ²⁷	45
l. Irritation nasale ^{7,28}	46
2. Affections des sinus paranasaux	47
a. Sinusite frontale ^{6,7,12}	47
b. Sinusite maxillaire ^{6,7,12}	51
c. Affections traumatiques ^{6,12}	52
d. Kystes des sinus paranasaux ^{6,19,20}	53
e. Actinomycose ^{14,29}	56
C. DEROULEMENT DE L'EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE	59

1.	<i>Principe de la tomodensitométrie</i> ³⁰⁻³⁷	59
a.	Principe général de formation de l'image en tomodensitométrie	60
b.	Formation de l'image en tomodensitométrie	61
c.	Fonctionnement de l'appareil en tomodensitométrie	67
d.	Les artefacts	70
2.	<i>Positionnement des bovins et valeurs de coupes utilisées</i> ^{14,38-43}	75
D.	RECUEIL BIBLIOGRAPHIQUE DE CAS CLINIQUES UTILISANT L'EXAMEN DE TOMODENSITOMETRIE	78
1.	<i>Lipome infiltratif nasal congénital chez un veau</i> ⁴⁴	78
2.	<i>Ostéome nasal d'une vache de race Brune des Alpes</i> ¹⁵	82
3.	<i>Rhinite atrophique chez une vache de race Simmental</i> ²⁷	84
	CONCLUSION BIBLIOGRAPHIQUE	88
II. EXAMEN DE TOMODENSITOMETRIE DES CAVITES NASALES ET DES SINUS PARANASaux SANS SIGNES		
D'AFFECTION : REFERENCES ANATOMIQUES ET EVOLUTION DES STRUCTURES EN FONCTION DE L'AGE		
89		
A.	NOTIONS DE DENTISTERIE UTILES A LA COMPREHENSION ET A LA LECTURE DES IMAGES ^{1,3,5,45}	89
B.	EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE DE LA TETE DE BOVIN SAIN : ACQUISITION D'IMAGES DE REFERENCE ET COMPARAISON AVEC LES COUPES ANATOMIQUES CORRESPONDANTES	92
1.	<i>Présentation des objectifs de l'étude</i>	92
2.	<i>Matériel et méthode</i>	92
a.	Bovin utilisé pour la réalisation de l'étude	92
b.	Examen tomodensitométrique et logiciel de visualisation des images	93
c.	Réalisation des coupes anatomiques	95
3.	<i>Observation des différentes structures sur les images de référence</i>	96
C.	UTILISATION DE L'EXAMEN DE TOMODENSITOMETRIE AFIN D'OBSERVER L'EVOLUTION DES CAVITES NASALES ET DES SINUS PARANASaux DES BOVINS EN FONCTION DE L'AGE	110
1.	<i>Objectifs de l'étude</i>	110
2.	<i>Matériel et méthodes</i>	110
a.	Bovins utilisés pour la réalisation de l'étude	110
b.	Examen tomodensitométrique et logiciel de visualisation des images	111
3.	<i>Observation de l'évolution des structures des cavités nasales et des sinus paranasaux sur les images obtenues</i>	112
D.	DISCUSSION	128
1.	<i>Importance des études réalisées</i>	128
2.	<i>Résultats obtenus</i>	129
3.	<i>Limites de ces études</i>	130
	CONCLUSION	131
	BIBLIOGRAPHIE	133

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : VUE EXTERNE DES NARINES ET DU MUFLE D'UN BOVIN D'APRES (1).....	15
FIGURE 2 : CARTILAGES DU NEZ D'UN BOVIN D'APRES (1)	16
FIGURE 3 : SECTION PARAMEDIANE D'UNE TETE DE BOVIN REALISEE LEGEREMENT A DROITE DU SEPTUM NASAL ET VUE DU COTE GAUCHE D'APRES (3).....	17
FIGURE 4 : SCHEMA D'UN CRANE DE BOVIN (SANS LA MANDIBULE) EN VUE CAUDO-BASALE D'APRES (5)	19
FIGURE 5 : COUPE TRANSVERSALE DE LA TETE OSSEUSE D'UN BOVIN AU NIVEAU DE L'INCISURE NASO-INCISIVE D'APRES (2).....	20
FIGURE 6 : SCHEMA MONTRANT L'ENROULEMENT DES CORNETS NASAUX DES BOVINS D'APRES (1).....	21
FIGURE 7 : SCHEMA D'UNE COUPE SAGITTALE D'UNE TETE DE BOVIN PRATIQUEE UN PEU A DROITE DU SEPTUM NASAL PERMETTANT D'OBSERVER LES POSITIONS RELATIVES DES DIFFERENTS CORNETS D'APRES (2).....	23
FIGURE 8 : SCHEMA DE L'ORGANE VOMERO-NASAL D'UN BOVIN D'APRES (1).....	24
FIGURE 9 : TOPOGRAPHIE DES SINUS FRONTAUX, MAXILLAIRE ET CONCHAL DORSAL CHEZ LE BOVIN D'APRES (3).....	25
FIGURE 10 : SCHEMA D'UNE VUE LATERALE GAUCHE DES SINUS DE BOVIN APRES FENESTRATION LARGE D'APRES (2).....	27
FIGURE 11 : ILLUSTRATION D'UN CRANE DE BOVIN EN VUE LATERALE GAUCHE APRES FENESTRATIONS D'APRES (5)	28
FIGURE 12 : SCHEMA REPRESENTANT LA CONFORMATION INTERIEURE DES CORNETS NASAUX D'UN BOVIN D'APRES (1).....	30
FIGURE 13 : SCHEMA DES ZONES COUVERTES PAR LES DIFFERENTS SINUS SUR LA FACE DORSAL D'UN CRANE DE BOVIN ET DE L'INTERIEUR DES SINUS APRES FENESTRATION D'APRES (5) MODIFIE D'APRES (2)	33
FIGURE 14 : SCHEMA DES CORNETS ET DES MEATS NASAUX PRESENTS DANS LES CAVITES NAALES D'UN BOVIN, ON PEUT VOIR LA POSITION DU SINUS SPHENOÏDAL AU NIVEAU DE LA COUPE D'APRES (1)	34
FIGURE 15 : SECTION PARAMEDIANE GAUCHE D'UN CRANE DE BOVIN ATTEINT DE GRANULOME NASAL D'APRES (9).....	35
FIGURE 16 : PHOTOGRAPHIE D'UN CORPS ETRANGER NASAL REALISEE LORS D'UNE ENDOSCOPIE CHEZ UNE JUMENT D'APRES (13)....	38
FIGURE 17 : VUE FACIALE (A) ET LATERALE (B) D'UNE VACHE JAPANESE BLACK ATTEINTE D'UN OSTEOME NASAL D'APRES (16)	39
FIGURE 18 : RECONSTITUTION EN 3 DIMENSIONS DU CRANE D'UN BOVIN ATTEINT D'OSTEOME NASAL A L'AIDE DU SCANNER D'APRES (16)	40
FIGURE 19 : POLYPES NASAUX OBSERVES DANS LE RHINOPHARYNX D'UN BOVIN APRES EXAMEN NECROPSIQUE. D'APRES (18)	41
FIGURE 20 : PHOTOGRAPHIE D'UN KYSTE DU CORNET NASAL OBSERVE LORS D'UNE ENDOSCOPIE D'APRES (20)	42
FIGURE 21 : PHOTOGRAPHIE D'UNE CHIRURGIE DE RETRAIT D'UN KYSTE DU CORNET NASAL PAR VOLET OSSEUX MAXILLAIRE GAUCHE D'APRES (19).....	43
FIGURE 22 : PHOTOGRAPHIE D'UNE VACHE ATTEINTE DE SINUSITE FRONTALE PROBABLEMENT CAUSEE PAR LA COUPE DE CORNES D'APRES (6).....	48
FIGURE 23 : ILLUSTRATION DES DIFFERENTS SITES DE TREPANATION DES SINUS DES BOVINS EN FONCTION DE LA LOCALISATION DE LA SINUSITE D'APRES (6)	50
FIGURE 24 : PHOTOGRAPHIE D'UN BOVIN DE RACE WAGYU ATTEINT D'UNE SINUSITE MAXILLAIRE D'APRES (6).....	51
FIGURE 25 : RADIOGRAPHIE LATERALE GAUCHE D'UNE TETE DE GENISSE BRUNE DES ALPES D'APRES (19)	53
FIGURE 26 : PHOTOGRAPHIE REALISEE LORS D'UNE ENDOSCOPIE PREOPERATOIRE DES VOIES RESPIRATOIRES D'UNE GENISSE PRIM'HOLSTEIN DE 14 MOIS D'APRES (19).....	54

FIGURE 27 : COUPES TRANSVERSALES DU CRANE DE LA GENISSE BRUNE DES ALPES ACQUISE PAR EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE AU NIVEAU DU DIASTEME (A) ET DE LA DEUXIEME MOLAIRE (B) D'APRES (19)	54
FIGURE 28 : COUPES TRANSVERSALES DU CRANE D'UNE GENISSE BRUNE DES ALPES ACQUISES PAR TOMODENSITOMETRIE AU NIVEAU DE LA DERNIERE PREMOLAIRE AVANT UNE CHIRURGIE (A) ET 7 MOIS APRES UNE CHIRURGIE DE RETRAIT DES KYSTES (B) D'APRES (19)	55
FIGURE 29 : PHOTOGRAPHIE DE LA TETE D'UNE VACHE ATTEINTE D'ACTINOMYCOSE VUE DE PROFIL D'APRES (29)	56
FIGURE 30 : PHOTOGRAPHIE D'UN CRANE OSSEUX DE BOVIN AYANT ETE ATTEINT D'ACTINOMYCOSE.....	57
FIGURE 31 : COUPE TRANSVERSALE D'UN CRANE DE MALE JAPANESE BLACK DE 3 ANS ATTEINT D'ACTINOMYCOSE ACQUISE LORS D'UN EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE (A), RECONSTITUTION NUMERIQUE DE CE CRANE A L'AIDE DU LOGICIEL SCANNER (B) ET MODELISATION DU CRANE EN 3 DIMENSIONS APRES IMPRESSION 3D D'APRES (14).....	58
FIGURE 32 : PRINCIPE GENERAL DU FONCTIONNEMENT D'UN SCANNER D'APRES (30) MODIFIE	59
FIGURE 33 : RELATION ENTRE LES VOXELS ACQUIS ET LA MATRICE DE PIXELS OBSERVEE D'APRES (30)	60
FIGURE 34 : SCHEMA MONTRANT L'ATTENUATION DE FAISCEAUX DE RAYONS X DUE AU PASSAGE A TRAVERS DIFFERENTES STRUCTURES D'APRES (31).....	62
FIGURE 35 : PLAGES DE VALEURS EN UNITES D'HOUNSFIELD DES DIFFERENTS ORGANES D'APRES (32) MODIFIE	64
FIGURE 36 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE FENETRE TECHNIQUE D'APRES (32)	65
FIGURE 37 : IMAGES SCANNER D'UN THORAX HUMAIN AFFICHEES EN FENETRE OSSEUSE (BONE), MEDIASTINALE (MEDIASTINAL) ET PULMONAIRE (LUNG) D'APRES (32)	66
FIGURE 38 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT GENERAL DE L'ARCEAU D'UN APPAREIL SCANNER CHEZ L'HOMME D'APRES (30)	67
FIGURE 39 : DIFFERENCE DE FONCTIONNEMENT ENTRE LE MODE SEQUENTIEL (A) ET LE MODE HELICOÏDAL (B) ICI CHEZ UN PATIENT HUMAIN D'APRES (30)	68
FIGURE 40 : DEUX IMAGES MONTRANT UN ARTEFACT DE DURCISSEMENT DU FAISCEAU. À GAUCHE, CLARTE INTER-PETREUSE AU NIVEAU DE LA FAUSSE CAUDALE D'UN CERVEAU DE CHIEN. À DROITE, UNE BANDE VERTICALE SOMBRE ENTRE LA TENTE DU CERVELET ET LE CALVARIUM DORSAL D'UN CHAT D'APRES (35)	70
FIGURE 41 : EFFET DE L'ARTEFACT DE VOLUME PARTIEL SUR DEUX IMAGES SCANNER DE CRANE DE CHIEN D'APRES (35)	71
FIGURE 42 : IMAGE SCANNER D'UN PELVIS CANIN MONTRANT DES STRIES SOMBRES SUR L'AXE HORIZONTAL DUES A UN MANQUE DE PHOTOS AU NIVEAU DES MEMBRES PELVIENS D'APRES (35).....	71
FIGURE 43 : EXEMPLE D'EFFET DU SOUS ECHANTILLONNAGE, A GAUCHE RECONSTRUCTION THORACIQUE D'UNE IMAGE SCANNER OBTENUE AVEC UN SCANNER MONO-COUBE AVEC UNE COUPE DE 1 MM ET UN PITCH DE 1. À DROITE, LA MEME IMAGE OBTENUE AVEC UN PITCH DE 5 ET LES AUTRES PARAMETRES IDENTIQUES D'APRES (35)	72
FIGURE 44 : ARTEFACT METALLIQUE DE PLUSIEURS PARTIES DU COLON DU A DU CONTENU RESIDUEL APRES REALISATION D'UN TRANSIT BARYTE D'APRES (35)	72
FIGURE 45 : EXEMPLES D'ARTEFACTS DE MOUVEMENT, A DROITE UN FLOU CAUSE PAR UN CHAT BOUGEANT LA TETE ET A DROITE ON OBSERVE UN DOUBLE CONTOUR PULMONAIRE DU A LA RESPIRATION LORS D'UN SCANNER DE THORAX DE CHIEN D'APRES (35) 73	73
FIGURE 46 : RING ARTEFACT (FLECHE) AU NIVEAU DU LOBE TEMPORAL DROIT DU CERVEAU D'UN CHAT D'APRES LIVRE (35) MODIFIE 73	73
FIGURE 47 : EXEMPLE D'UN ARTEFACT DE FAISCEAU CONIQUE : STRIES SOMBRES PROVENANT D'UNE COTE DE CHIEN DANS L'ANGLE INFERIEUR DROIT DE L'IMAGE D'APRES (35)	74

FIGURE 48 : PHOTOGRAPHIE D'UN BOVIN PLACE ET MAINTENU EN DECUBITUS DORSAL SUR UNE TABLE DE SCANNER.D'APRES (40) ..	76
FIGURE 49 : POSITIONNEMENT ET FIXATION DE LA TETE D'UN BOVIN LORS D'UN EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE D'APRES (40) ...	77
FIGURE 50 : PHOTOGRAPHIE DE FACE DE LA VELLE MONTRANT LA DEFORMATION FACIALE GAUCHE CREE PAR LA MASSE D'APRES (14)	78
FIGURE 51 : IMAGE SCANNER DE LA VELLE PRIM'HOLSTEIN ACQUISE AU NIVEAU DU PLAN MOYEN DE LA MASSE D'APRES (14).....	80
FIGURE 52 : PHOTOGRAPHIE DU CRANE DE LA VELLE PREPARE APRES L'EXAMEN POST MORTEM D'APRES (14).....	81
FIGURE 53 : IMAGE SCANNER OBTENUE EN COUPE TRANSVERSALE DU CRANE DU BOVIN AFFECTE REALISEE AU NIVEAU DES DENTS PREMOLAIRES D'APRES (15)	83
FIGURE 54 : COMPARAISON D'UNE IMAGE SCANNER EN COUPE TRANSVERSALE DE BOVIN SAIN D'AGE SIMILAIRE A CELUI ATTEINT (A GAUCHE) AVEC L'IMAGE SCANNER DU BOVIN ATTEINT DE RHINITE ATROPHIQUE (A DROITE) ACQUISE EN DECUBITUS DORSAL AU NIVEAU DE LA FACE MESIALE DE LA DEUXIEME PREMOLAIRE D'APRES (27) MODIFIE	86
FIGURE 55 : COMPARAISON D'UNE IMAGE SCANNER EN COUPE TRANSVERSALE DE BOVIN SAIN D'AGE SIMILAIRE A CELUI ATTEINT (A GAUCHE) AVEC L'IMAGE SCANNER DU BOVIN ATTEINT DE RHINITE ATROPHIQUE (A DROITE) ACQUISE EN DECUBITUS DORSAL AU NIVEAU DE LA FACE MESIALE DE LA TROISIEME PREMOLAIRE D'APRES (27) MODIFIE.....	86
FIGURE 56 : COMPARAISON D'UNE IMAGE SCANNER EN COUPE TRANSVERSALE DE BOVIN SAIN D'AGE SIMILAIRE A CELUI ATTEINT (A GAUCHE) AVEC L'IMAGE SCANNER DU BOVIN ATTEINT DE RHINITE ATROPHIQUE (A DROITE) ACQUISE EN DECUBITUS DORSAL AU NIVEAU DE LA FACE MESIALE DE LA DEUXIEME MOLAIRE D'APRES (27) MODIFIE	87
FIGURE 57 : SCHEMA D'UNE HEMI-MACHOIRE SUPERIEURE GAUCHE ET D'UNE HEMI-MACHOIRE INFERIEURE DROITE DE BOVIN ADULTE D'APRES (3).....	89
FIGURE 58 : SCHEMA LEGENDE DES DIFFERENTES STRUCTURES AU SEIN DES DENTS DES BOVINS D'APRES (5) MODIFIE D'APRES (1) ...	90
FIGURE 59 : TABLEAU DONNANT LES DATES D'ERUPTIONS DES DENTS DECIDUALES (TEMPORARY) ET DEFINITIVES (PERMANENT) DES BOVINS D'APRES (3)	91
FIGURE 60 : VUE GENERALE DU SCANNER UTILISE, ICI AVEC UNE TETE DE VEAU PLACEE SUR LA TABLE	93
FIGURE 61 : PLACEMENT DE LA TETE DU BOVIN UTILISE POUR L'ETUDE A L'AIDE DES LASERS ET VERIFICATION DU PASSAGE DES CORNES DANS L'ARCEAU	94
FIGURE 62 : TOPOGRAMME LATERAL DU CRANE DE BOVIN MODIFIE AFIN DE MONTRER LES EMBLEMES DES DIFFERENTES COUPES ANATOMIQUES ET DES COUPES TRANSVERSALES SCANNER REALISEES	95
FIGURE 63 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 1	96
FIGURE 64 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 1.....	97
FIGURE 65 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 2	98
FIGURE 66 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 2.....	99
FIGURE 67 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 3	100
FIGURE 68 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 3.....	101
FIGURE 69 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 4	102
FIGURE 70 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 4.....	103
FIGURE 71 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 5	104
FIGURE 72 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 5.....	105

FIGURE 73 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 6	106
FIGURE 74 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 6.....	107
FIGURE 75 : COUPE TRANSVERSALE ANATOMIQUE DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DU TRAIT DE SECTION NUMERO 7	108
FIGURE 76 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE BOVIN AU NIVEAU DE TRAIT DE SECTION NUMERO 7.....	109
FIGURE 77 : PLACEMENT DE LA TETE DU VEAU D'UNE SEMAINE SUR LA TABLE A L'AIDE DES LASERS DE POSITIONNEMENT	111
FIGURE 78 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DE L'OS NASAL	112
FIGURE 79 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DE L'OS NASAL	112
FIGURE 80 : COUPE TRANSVERSALE DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DE L'OS NASAL	113
FIGURE 81 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DE L'OS NASAL	113
FIGURE 82 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU CORNET NASAL VENTRAL (FACE MESIALE DE LA PREMIERE PREMOLAIRE INFERIEURE)	114
FIGURE 83 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU CORNET NASAL VENTRAL (FACE DISTALE DE LA PREMIERE PREMOLAIRE INFERIEURE)	114
FIGURE 84 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU CORNET NASAL VENTRAL (FACE MESIALE DE LA PREMIERE PREMOLAIRE INFERIEURE)	115
FIGURE 85 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU CORNET NASAL VENTRAL (FACE MESIALE DE LA PREMIERE PREMOLAIRE INFERIEURE)	115
FIGURE 86 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL DORSAL (DEUXIEME PREMOLAIRE INFERIEURE)	116
FIGURE 87 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL DORSAL (FACE MESIALE DE LA DEUXIEME PREMOLAIRE INFERIEURE)	116
FIGURE 88 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL DORSAL (TROISIEME PREMOLAIRE INFERIEURE)	117
FIGURE 89 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL DORSAL (FACE MESIALE DE LA DEUXIEME PREMOLAIRE INFERIEURE)	117
FIGURE 90 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL MOYEN (FACE MESIALE DE LA TROISIEME PREMOLAIRE INFERIEURE)	118
FIGURE 91 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL MOYEN (PARTIE MESIALE DE LA TROISIEME PREMOLAIRE INFERIEURE).....	118
FIGURE 92 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL MOYEN (FACE MESIALE DE LA TROISIEME MOLAIRE INFERIEURE).....	119
FIGURE 93 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE L'EXTREMITE ROSTRALE DU SINUS CONCHAL MOYEN (DEUXIEME MOLAIRE INFERIEURE).....	119
FIGURE 94 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DU SINUS LACRYMAL (MILIEU DE LA TROISIEME PREMOLAIRE INFERIEURE).....	120

FIGURE 95 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DU SINUS LACRYMAL (FACE DISTALE DE LA TROISIEME PREMOLAIRE INFERIEURE).....	120
FIGURE 96 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DU SINUS LACRYMAL (FACE DISTALE DE LA TROISIEME MOLAIRE INFERIEURE).....	121
FIGURE 97 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DU SINUS LACRYMAL (FACE DISTALE DE LA TROISIEME MOLAIRE INFERIEURE).....	121
FIGURE 98 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE L'OS ETHMOÏDE (FACE MESIALE DE LA TROISIEME PREMOLAIRE INFERIEURE).....	122
FIGURE 99 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE L'OS ETHMOÏDE (FACE MESIALE DE LA PREMIERE MOLAIRE INFERIEURE).....	122
FIGURE 100 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE L'OS ETHMOÏDE	123
FIGURE 101 : COUPE TRANSVERSALE DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE L'OS ETHMOÏDE	123
FIGURE 102 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE.....	124
FIGURE 103 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE.....	124
FIGURE 104 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE.....	125
FIGURE 105 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE.....	125
FIGURE 106 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VELLE DE 5 JOURS AU NIVEAU DE LA ZONE DE FORMATION DES CONDYLES OCCIPITAUX.....	126
FIGURE 107 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DU VEAU DE 4 MOIS AU NIVEAU DE LA ZONE DE FORMATION DES CONDYLES OCCIPITAUX	126
FIGURE 108 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 30 MOIS AU NIVEAU DE LA ZONE DE FORMATION DES CONDYLES OCCIPITAUX.....	127
FIGURE 109 : COUPE TRANSVERSALE SCANNER DU CRANE DE LA VACHE DE 4 ANS AU NIVEAU DE LA ZONE DE FORMATION DES CONDYLES OCCIPITAUX.....	127

Introduction

Depuis plusieurs années, le nombre moyen d'élevages bovins en France diminue alors que l'effectif des bovins reste à peu près identique. Cela signifie que la taille des troupeaux Français augmente au cours du temps.

Cette augmentation de taille est associée à une augmentation des moyens zootechniques mis en place dans les élevages comme l'amélioration de la génétique par exemple. Ainsi, de par l'importance des recherches et des sélections effectuées sur le cheptel bovin, la valeur économique des animaux à fort potentiel a augmenté considérablement.

En médecine des animaux de production, la valeur économique de l'animal conditionne assez souvent la qualité des outils diagnostics utilisés ainsi que les traitements réalisés. Ainsi, nous pouvons penser que dans un futur relativement proche, certains animaux à très haut potentiel économique, les futurs reproducteurs par exemple, pourraient bénéficier d'examens d'imagerie médicale et notamment de la tomodensitométrie par rayons X dans le but d'établir un diagnostic plus rapide et précis afin d'optimiser le traitement de certaines affections.

Il sera alors important pour le vétérinaire de disposer d'images de références afin de pouvoir distinguer les structures physiologiques de l'animal des structures pathologiques.

De plus, l'utilisation de l'examen de tomodensitométrie par rayons X convient également pour des bovins « de compagnie » pour lesquels la valeur sentimentale est plus importante que la valeur économique et donc les frais liés aux examens complémentaires sont moins limités.

L'objectif de cette étude est donc d'étudier l'intérêt de la tomodensitométrie par rayons X dans le diagnostic des affections des cavités nasales et des sinus paranasaux des bovins. Dans ce but, l'anatomie des cavités nasales et des sinus paranasaux des bovins ainsi que leurs principales affections seront abordées dans une première partie comprenant également le fonctionnement et les principes de la tomodensitométrie (scanner). Une illustration de l'intérêt de l'examen tomodensitométrique comprenant la présentation de trois cas cliniques viendra terminer cette recherche bibliographique. Puis dans un second temps, les connaissances anatomiques développées en première partie seront utilisées dans le cadre d'acquisition d'images scanner de référence d'un bovin adulte sain ainsi que pour l'observation de l'évolution des structures des cavités nasales et des sinus paranasaux en fonction de l'âge des bovins.

I. Anatomie et affections des cavités nasales et des sinus paranasaux, utilité de l'examen tomодensitométrique

A. Anatomie des cavités nasales et des sinus paranasaux des bovins

1. Anatomie des cavités nasales ¹⁻⁵

Les narines externes, également appelées naseaux, sont situées sur le plancher nasolabiale (mufle) et marquent l'entrée des cavités nasales des bovins. Elles ont une forme de virgule et sont peu mobiles en comparaison avec celles des équidés. Contrairement aux apparences, les cavités nasales des bovins ne sont pas très volumineuses et sont plus courtes que celles des chevaux.

Le bord ventrolatéral des narines est épais et peu saillant ; il est légèrement rigide et son revers externe est recouvert de peau. Le bord medio-dorsal est plus épais et mieux dessiné. La commissure latérale des narines est étroite et forme un sillon alaire marqué mais peu profond, ne laissant aucune trace de diverticule nasal. Le pli alaire vient cacher l'ostium naso-lacrymal qui est situé sur la paroi latérale de la narine. Le plancher du vestibule du nez est tapissé par une peau mince et adhérente, parfois pigmentée, pourvue de quelques poils qui disparaissent peu après l'entrée de la narine. Le reste du vestibule du nez est revêtu d'une muqueuse malpighienne dont on ne discerne pas le raccordement avec la muqueuse nasale. (Figure 1)

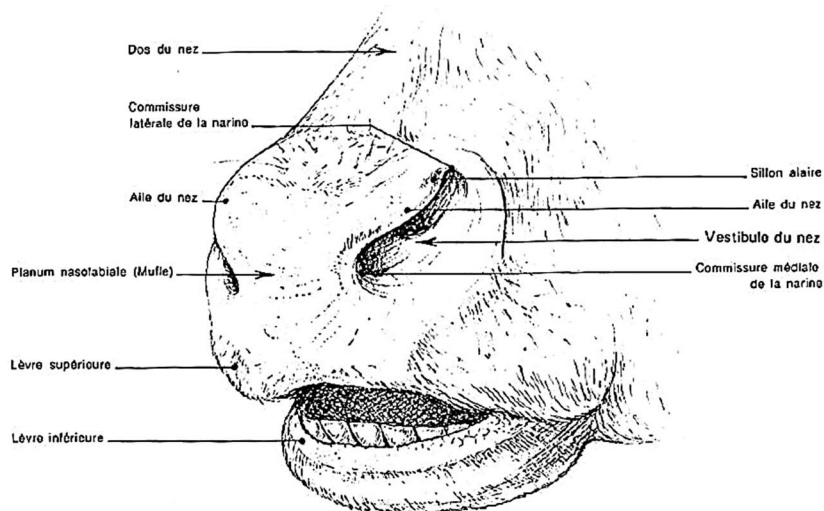


Figure 1 : Vue externe des narines et du mufle d'un bovin d'après (1)

Les deux narines sont séparées par un septum rigide cartilagineux : le septum nasal. Le pli alaire est formé par le cartilage alaire qui rejoint le septum nasal en région médio-dorsale. Le cartilage alaire vient s'unir au cartilage latéral dorsal par son bord caudal, ce dernier étant uni au cartilage latéral ventral au fond de l'incisure naso-incisive. Un tissu fibreux vient relier le cartilage alaire et le cartilage latéral ventral. Le cartilage accessoire latéral se situe dans le bord latéro-ventral de la narine, en forme d'arc concave dorsalement, il est relié au cartilage alaire par une tige fibro-cartilagineuse qui contourne la commissure latérale de la narine pour aller s'unir au bord latéral de ce dernier. Le cartilage accessoire médial est large et court, il est uni au septum nasal au niveau du bord médio-ventral de la narine. (Figure 2)

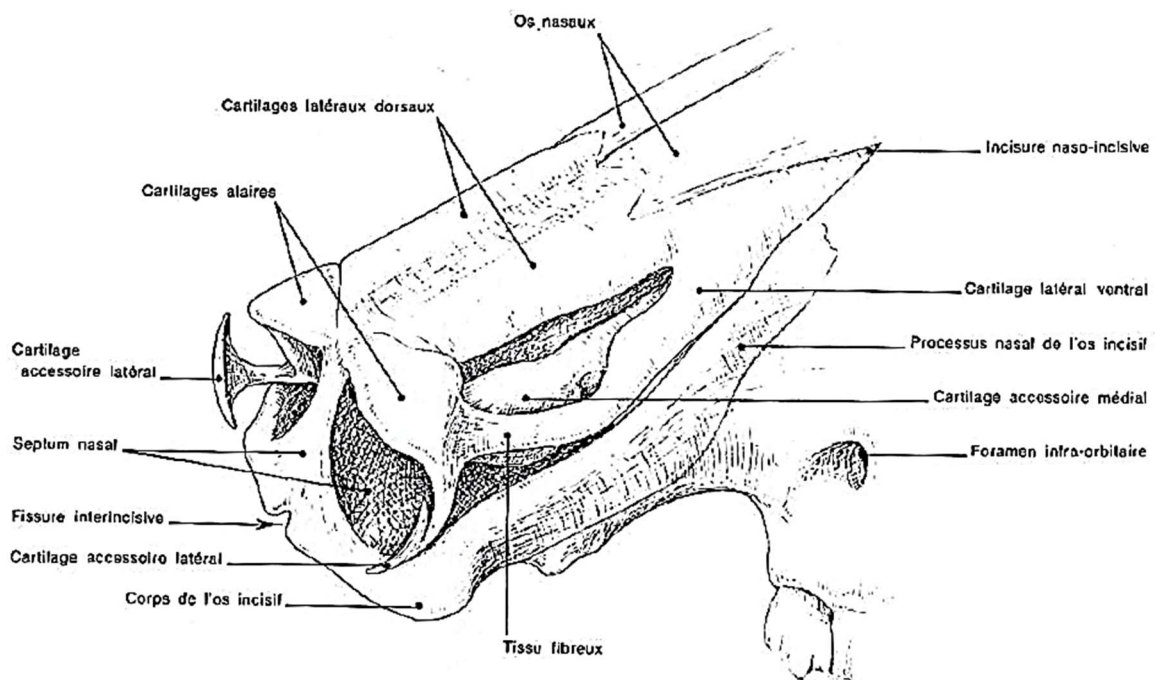


Figure 2 : Cartilages du nez d'un bovin d'après (1)

Chez les bovins, les cavités nasales communiquent largement entre elles en région caudale en dessous du septum nasal. En effet, ce-dernier repose sur l'os vomer qui ne vient s'unir à la suture palatine qu'au niveau du tiers caudal de la voûte du palais. Ainsi, caudalement à cette union, il y a formation d'une voie unique, appelée méat naso-pharyngien, reliant les deux vestibules du nez au nasopharynx. (Figure 3)

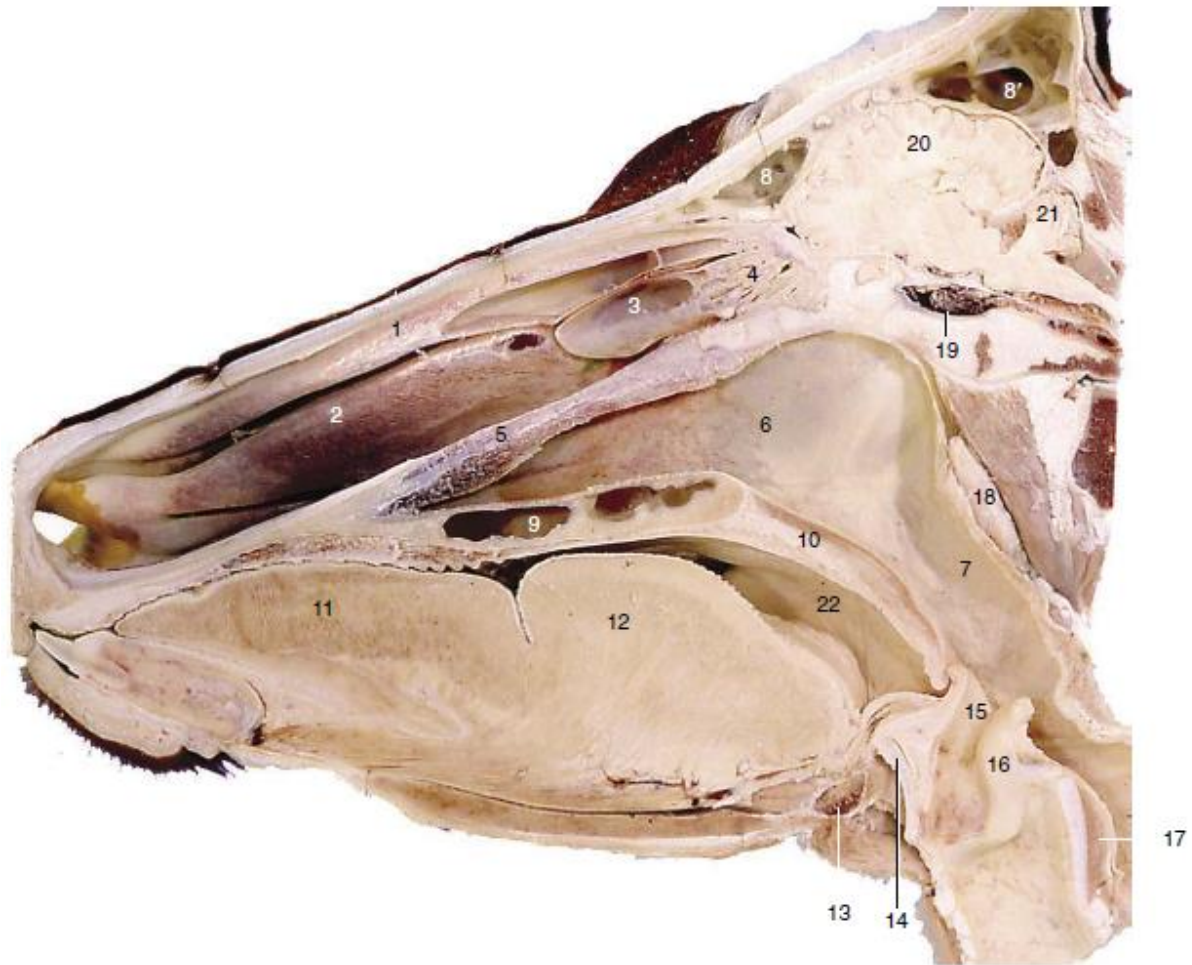


Figure 3 : Section paramédiane d'une tête de bovin réalisée légèrement à droite du septum nasal et vue du côté gauche d'après (3)

1, Cornet nasal dorsal ; 2, Cornet nasal ventral ; 3, Cornet nasal moyen ; 4, Volutes de l'ethmoïde ; 5, Os vomer ; 6, Choane ; 7, Nasopharynx ; 8, Sinus frontal rostral ; 8', Sinus frontal caudal.

Pour chaque cavité nasale, on peut définir plusieurs limites osseuses ou cartilagineuses : la paroi médiale, la paroi latérale, le plafond, le plancher, le vestibule du nez et l'extrémité caudale.

Le plancher de la cavité nasale est formé par le corps et le processus palatin de l'os incisif, le processus palatin du maxillaire et la lame horizontale de l'os palatin.

Le plafond est principalement formé par l'os nasal. Ce dernier est complété caudalement par l'os frontal.

Le septum nasal constitue la paroi médiale de la cavité nasale. Il est de structure hétérogène, constitué d'une partie osseuse caudale et d'une partie cartilagineuse plus rostrale. La partie osseuse est formée ventralement par la partie palatine du vomer et dorsalement par la lame perpendiculaire de l'os ethmoïde. Rostralement, on trouve une continuité entre les parties osseuse et cartilagineuse du septum, la partie osseuse va se développer tout au long de la vie du bovin, remplaçant peu à peu la partie cartilagineuse. La partie cartilagineuse est épaisse ventralement et vient reposer sur le sillon septal du vomer. Dorsalement, le cartilage septal s'amincit, il vient se souder rostralement à la suture médiane des os nasaux puis caudalement à celle des os frontaux.

L'os maxillaire forme dans sa plus grande partie la paroi latérale. Il est complété rostralement par le processus nasal de l'os incisif. Dorsalement, c'est le bord latéral de l'os nasal qui vient compléter le maxillaire. Enfin, une partie des os lacrymal et palatin vient compléter ce dernier caudalement. La paroi latérale donne attache aux cornets nasaux.

Le vestibule du nez n'est osseux que sur son plancher, formé par le corps de l'os incisif. Ce sont les différents cartilages détaillés précédemment qui lui donnent sa forme particulière.

L'extrémité caudale est constituée uniquement d'éléments osseux appartenant aux os sphénoïde, vomer et palatin. Elle est divisée en deux étages de hauteur à peu près égale. L'étage dorsal est constitué principalement de l'os ethmoïde, particulièrement par le labyrinthe ethmoïdal. Le méat naso-pharyngien est la prolongation du méat ventral, c'est lui qui représente l'étage ventral. Chez les ruminants, il est très bref et se confond souvent avec la choane. C'est par ce méat, sous l'os vomer, que les deux cavités nasales communiquent directement entre elles. (Figure 4)

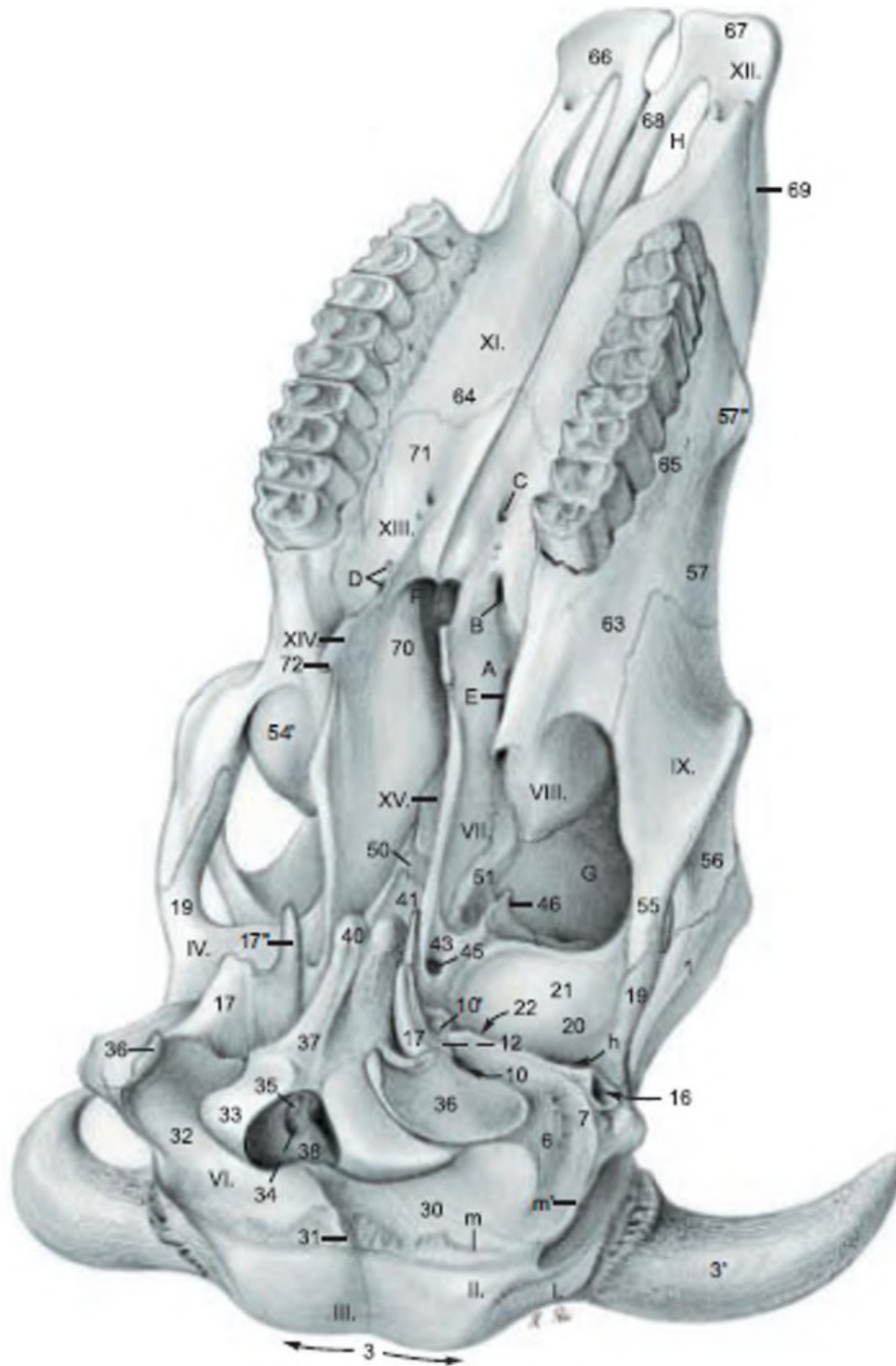


Figure 4 : Schéma d'un crâne de bovin (sans la mandibule) en vue caudo-basale d'après (5)

I, Os frontal ; II, Os pariétal ; IV, Os temporal ; VI, Os occipital ; VII, Os sphénoïde ; VIII, Os lacrymal ; IX, Os zygomatique ; XI, Os maxillaire, XII, Os incisif, XIII, Os palatin ; XIV, Os ptérygoïdien ; XV, Os vomer

Chez le bovin, chaque cavité nasale possède deux cornets naseaux au sens stricte : les cornets naseaux ventral et dorsal. Ces cornets sont formés par des lames osseuses enroulées sur elles-mêmes et laissent apparaître dans la cavité nasale trois zones distinctes de passage de l'air : les méats naseaux ventral, moyen et dorsal. (Figure 5)

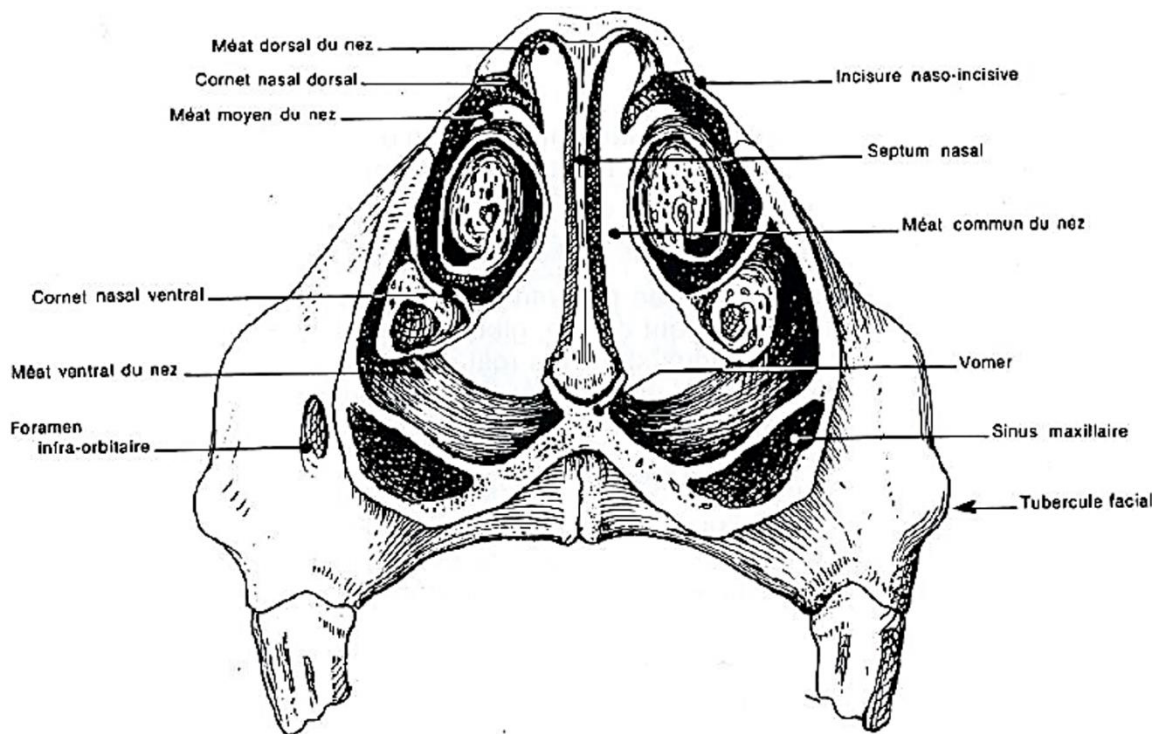


Figure 5 : Coupe transversale de la tête osseuse d'un bovin au niveau de l'incisure naso-incisive d'après (2)

Le méat nasal ventral est le plus court et le plus large des trois, il est situé entre le plancher de la cavité nasale et le cornet nasal ventral et aboutit directement à la choane. Il est en très grande partie tapissé de muqueuse dans sa partie caudale et constitue le passage essentiel de l'air respiratoire. Le méat nasal moyen est étroit et profond, il se situe entre le cornet nasal ventral et le cornet nasal dorsal. Il prend naissance à la face dorsale du pli allaire et se termine à l'entrée du labyrinthe ethmoïdal. Chez les bovins et plus généralement chez les ruminants, le méat nasal moyen est divisé en deux branches (dorsale et ventrale) lorsqu'il arrive au niveau du cornet moyen. C'est dans le méat nasal moyen que s'ouvrent les principaux orifices sinuso-nasaux. Enfin, le méat nasal dorsal est le plus étroit des trois, il est situé entre le plafond nasal et le cornet nasal dorsal et il mène au plafond du labyrinthe ethmoïdal. Ces trois méats naseaux communiquent par le méat commun du nez qui se situe en zone médiale de la cavité nasale, entre le septum et les cornets naseaux.

Ce méat représente une cavité quasi virtuelle en regard des cornets nasaux car les reliefs des cornets sont très proches du septum et atteignent parfois ce dernier.

Les cornets nasaux peuvent être représentés comme de fines lames osseuses recouvertes de muqueuse prenant naissance au niveau de la paroi latérale et s'enroulant sur elles-mêmes. (Figure 6)

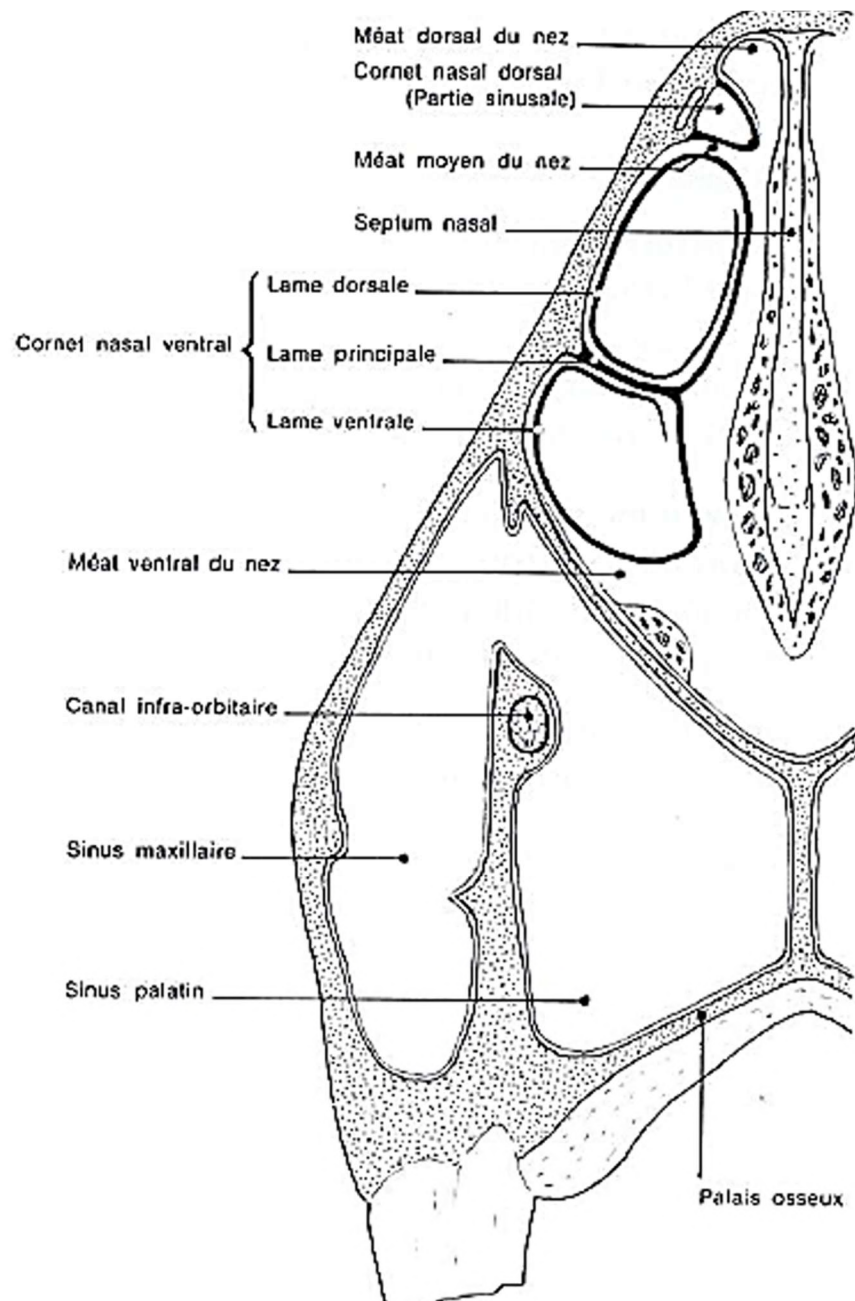


Figure 6 : Schéma montrant l'enroulement des cornets nasaux des bovins d'après (1)

Le cornet nasal dorsal est le plus long. Caudalement, il dépasse la dernière molaire supérieure. Il est inséré sur la crête ethmoïdale de l'os nasal et s'enroule ventralement. Sur sa partie rostrale, il est peu enroulé et prolongé par une lame cartilagineuse pour former le pli droit. Sur sa partie moyenne, il est un peu plus enroulé et forme la lame spirale. Enfin en partie caudale, le cornet nasal dorsal forme le sinus conchal dorsal subdivisé par des lamelles incomplètes.

Le cornet nasal ventral est très développé chez les bovins, il est plus gros mais plus court que le dorsal et s'arrête au niveau de la deuxième molaire supérieure. Comme chez les porcs, il présente un double enroulement : dorsal et ventral. La lame principale s'insère sur la crête conchale de l'os maxillaire. Rostralement, le cornet nasal ventral est prolongé par un cartilage qui va former le pli alaire. Plus caudalement, la lame dorsale est fortement enroulée dorsalement et vient former plusieurs cellules conchales. La lame ventrale est enroulée ventralement et son récessus vient s'ouvrir dans le méat nasal ventral. Elle se prolonge plus caudalement que la lame dorsale et vient même former le sinus conchal ventral séparé de la lame dorsale par un septum transversal.

Le cornet nasal moyen a une place intermédiaire : il s'agit de la première et de la plus grande volute de l'ethmoïde ce qui en fait un cornet ethmoïdal. Cependant, sa position plus rostrale au niveau de la paroi latérale de la cavité nasale, enclavé entre les deux cornets décrits précédemment fait qu'il est souvent décrit avec les cornets nasaux et qu'il en prend parfois le nom. Chez les ruminants, il est très développé au niveau de la paroi latérale et vient s'enclaver dans le méat nasal moyen qu'il subdivise. Il se situe entre la troisième et dernière prémolaire supérieure et la deuxième molaire supérieure. Le cornet nasal moyen présente un double enroulement, comme le ventral. La lame dorsale est la plus forte, s'enroule fortement et vient définir un sinus conchal moyen. La lame ventrale s'enroule simplement.

Les cornets ethmoïdaux se trouvent dans l'étage dorsal de l'extrémité caudale de la cavité nasale. Ces cornets sont formés par les volutes ethmoïdales, également appelés ethmoturbinaux et sont distingués en deux groupes selon leur localisation dans la cavité. On distingue ainsi les ectoturbinaux qui sont situés sur la partie latérale de la cavité nasale et les endoturbinaux qui sont sur la partie médiale. Ils sont séparés les uns des autres par les méats ethmoïdaux qui prennent naissance au niveau du méat nasal moyen et terminent en cul-de-sac au niveau de la lame criblée de l'os ethmoïde. Tous ces cornets sont tapissés de muqueuse olfactive innervée par les nerfs olfactifs. Le passage de l'air dans ces cornets crée des

turbulences qui ralentissent le flux d'air passant sur cette muqueuse, ce qui leur confère un rôle important dans l'olfaction. (Figure 7)

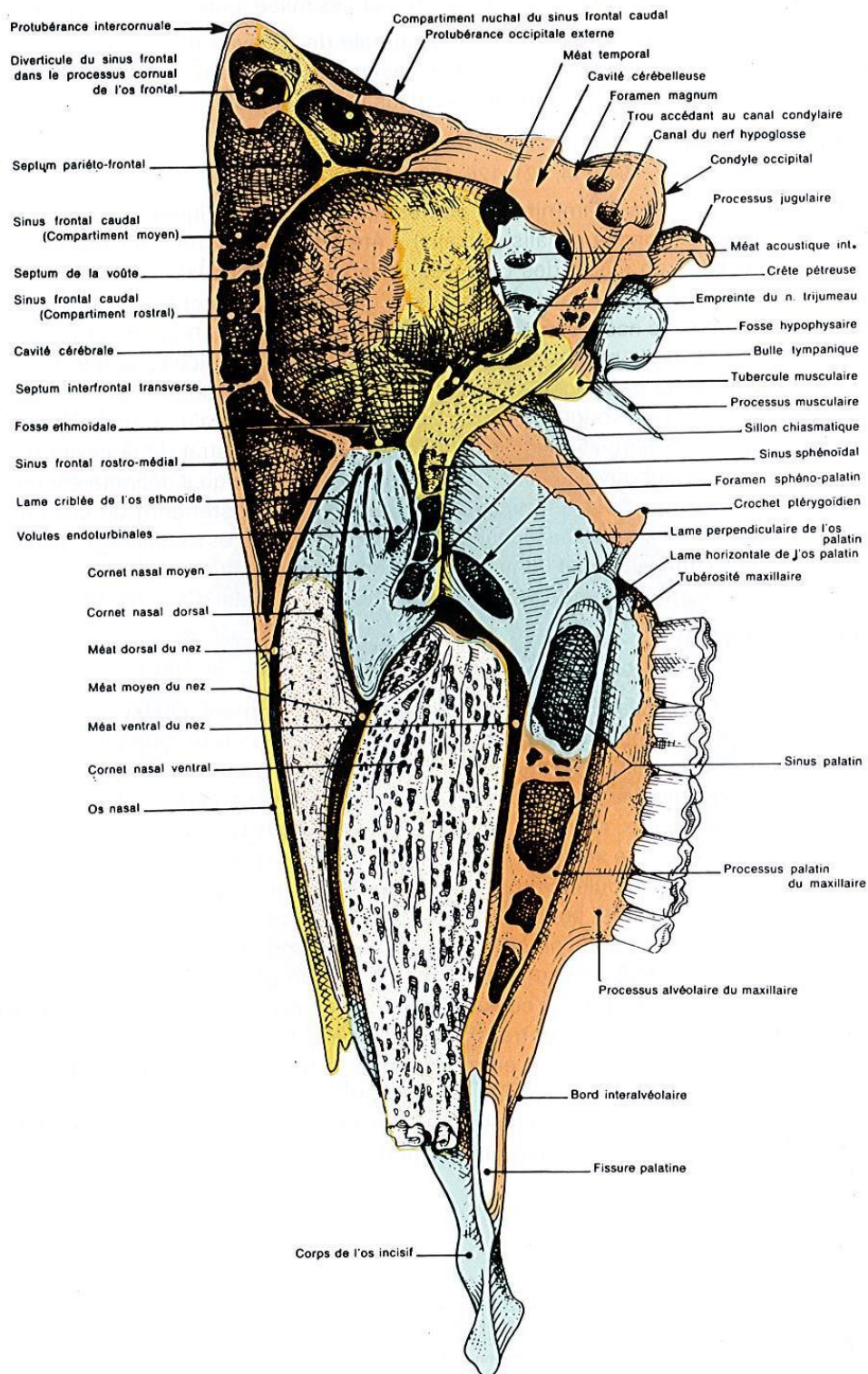


Figure 7 : Schéma d'une coupe sagittale d'une tête de bovin pratiquée un peu à droite du septum nasal permettant d'observer les positions relatives des différents cornets d'après (2)

Les conduits incisifs et voméro-nasal forment une autre zone de circulation de l'air, située sous le plancher nasal. L'organe voméro-nasal est une annexe de l'appareil olfactif mais son rôle reste encore mal connu chez les mammifères. Le conduit incisif, anciennement « canal de Stenson » prend son origine au niveau de la papille incisive, caudalement au bourrelet gingival chez les bovins. Il traverse ensuite la fissure palatine pour rejoindre le conduit voméro-nasal. Ce dernier, anciennement appelé « canal de Jacobson » mesure 10 à 12cm chez les bovins. Il s'agit d'un conduit borgne, protégé par une capsule cartilagineuse : le cartilage voméro-nasal, situé sur le bord ventral du septum nasal. (Figure 8)

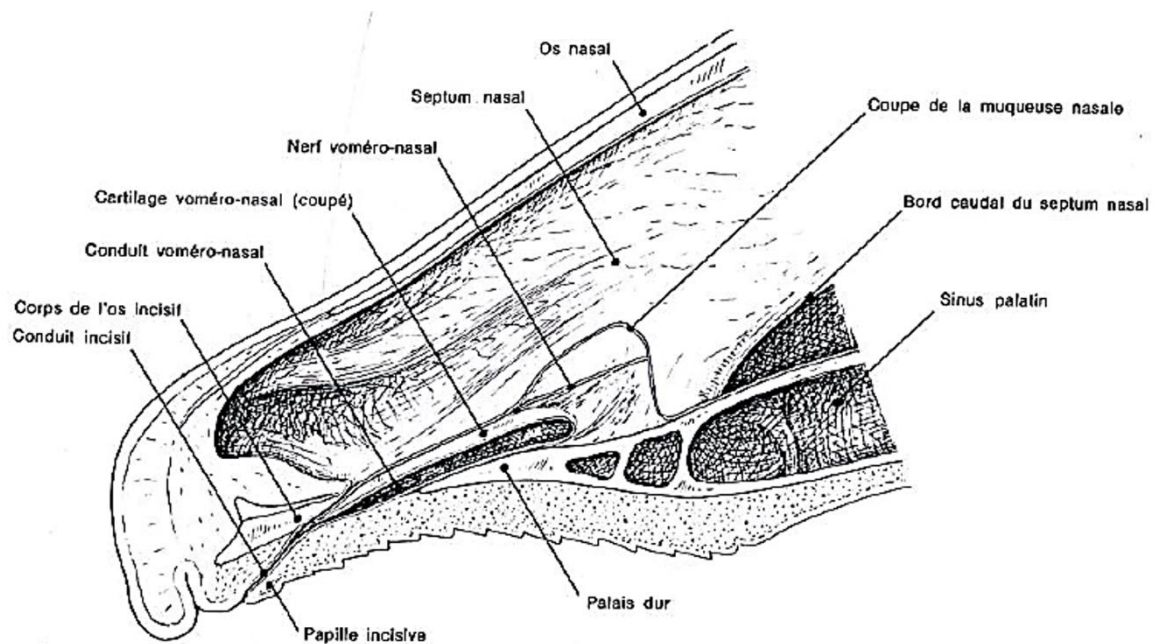


Figure 8 : Schéma de l'organe voméro-nasal d'un bovin d'après (1)

2. Anatomie des sinus paranasaux ¹⁻⁶

Les sinus paranasaux sont des annexes des cavités nasales avec lesquelles ils communiquent en permanence. Ils forment des cavités creuses, tapissées de muqueuse respiratoire, remplies d'air. Le développement des sinus est différent selon les espèces, il y a également beaucoup de variabilité d'un individu à l'autre. Les sinus sont disposés de façon symétrique par rapport au plan médian de l'animal et ils communiquent presque tous directement avec la cavité nasale.

Les sinus se développent pendant la quasi-totalité de la vie de l'animal. En effet certains sont presque absents à la naissance et se développent assez rapidement dans le jeune âge puis plus lentement chez les adultes. Cette expansion peut être due à la résorption des tissus osseux environnants ou par amincissement des lames osseuses qui les entourent, pour les sinus maxillaires cette évolution se fait aussi selon les modifications de la dentition de l'animal.

Chez le bovin, il existe neuf paires de sinus paranasaux : les sinus maxillaires, les sinus frontaux rostral et caudal, les sinus conchiaux ventral, moyen et dorsal, les sinus palatins, les sinus sphénoïdaux et les sinus lacrymaux. Ces sinus peuvent être séparés en deux groupes : ceux communiquant avec le méat nasal moyen et ceux communiquant avec les méats ethmoïdaux. La principale hypothèse fonctionnelle des sinus retenue est la protection de l'encéphale contre les vibrations dues à la mastication ou encore les chocs lors de conflits entre animaux au sein d'un troupeau. Ils permettent également d'alléger la tête de l'animal.

Cliniquement, les sinus paranasaux sont d'un grand intérêt car ils sont soumis aux infections provenant des cavités nasales ou des alvéoles des prémolaires et molaires supérieures. Les sinus ayant la plus grande importance clinique sont les sinus frontaux (principalement les sinus frontaux caudaux) et les sinus maxillaires. (Figure 9)

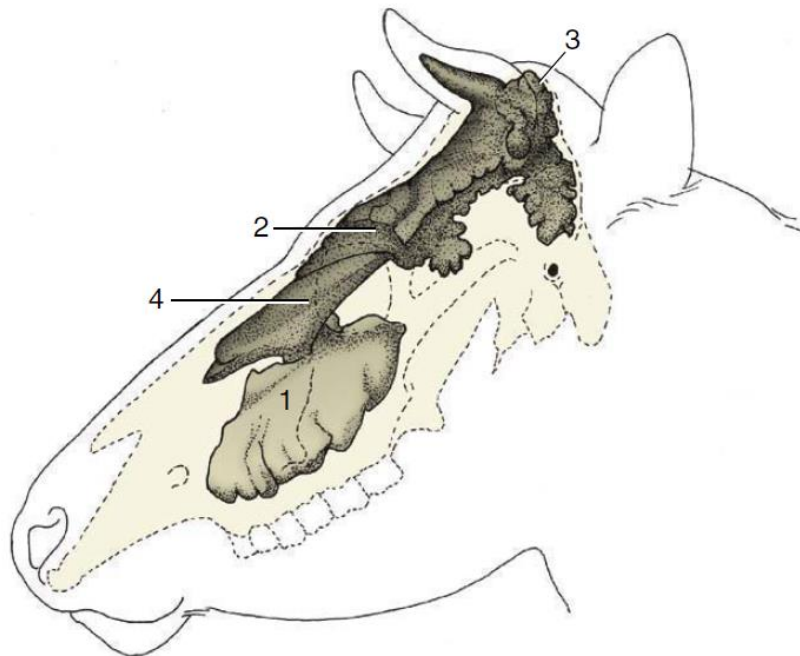


Figure 9 : Topographie des sinus frontaux, maxillaire et conchal dorsal chez le bovin d'après (3)

1, Sinus maxillaire ; 2, Sinus frontal rostral ; 3, Sinus frontal caudal ; 4, Sinus conchal dorsal.

a. Le sinus maxillaire

Le sinus maxillaire occupe une grande partie de la mâchoire supérieure, au niveau des dents prémolaires et molaires supérieures (dents jugales supérieures). Caudalement, il se prolonge jusqu'à la bulle lacrymale et l'os zygomatique et entoure donc rostralement et ventralement l'orbite de l'œil. L'ouverture nasomaxillaire ou orifice maxillo-nasal rejoint le méat nasal moyen, elle se situe ventralement au canal lacrymal, à mi-chemin entre la tubérosité faciale et l'angle interne de l'œil à hauteur de la deuxième molaire supérieure. Cette communication avec la cavité nasale est grande mais le drainage des fluides du sinus vers la cavité est bloqué par la localisation de cette dernière.

Les sinus maxillaire et palatin sont déjà délimités à la naissance, ils atteignent leurs limites définitives à environ cinq mois mais l'éruption des dents molaires continue à agrandir le sinus maxillaire presque tout au long de la vie de l'animal.

Le sinus maxillaire communique avec les sinus lacrymal et palatin, ces derniers ont donc la particularité de ne pas être directement reliés à la cavité nasale contrairement aux autres sinus. (Figure 10)

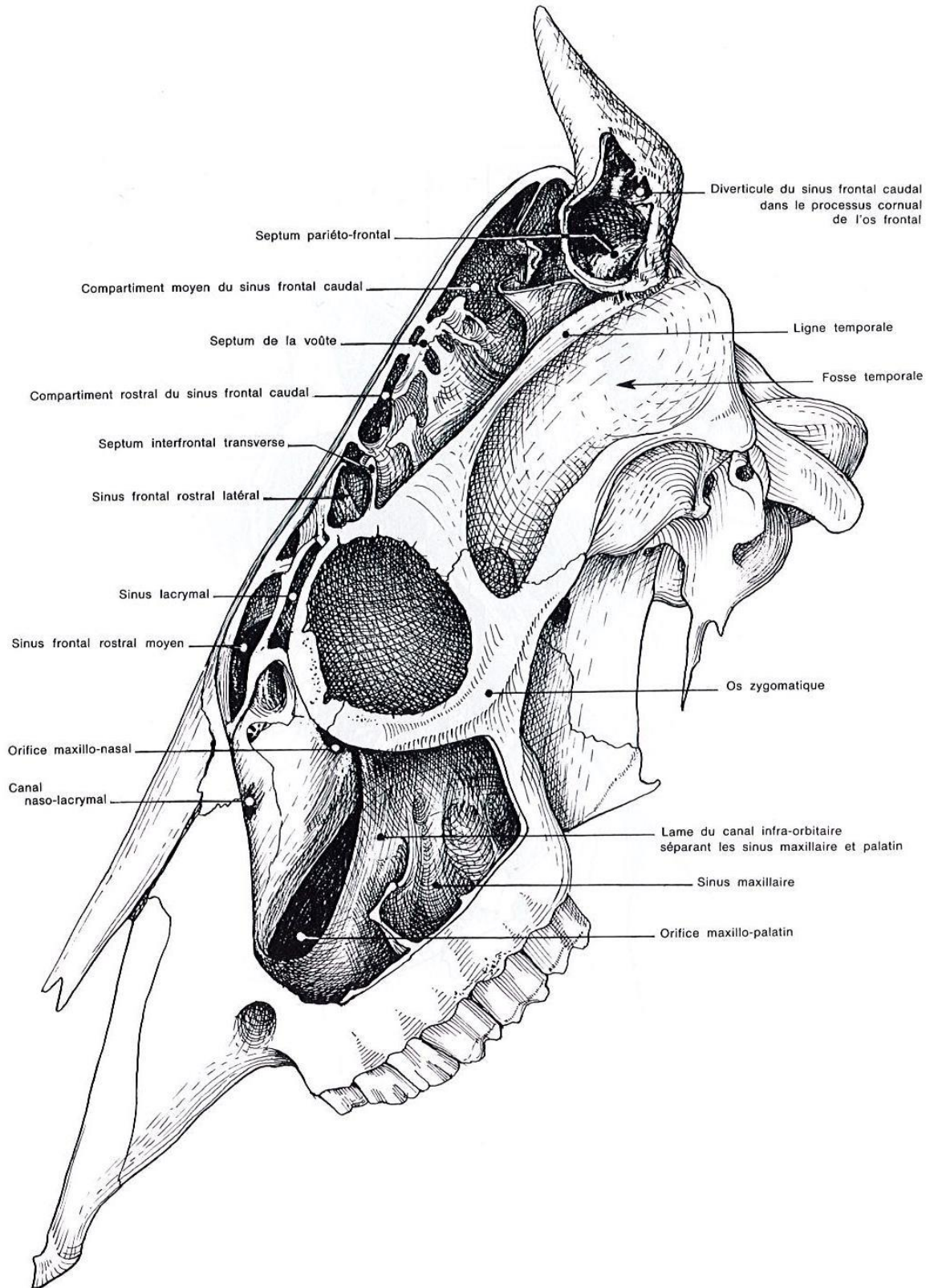


Figure 10 : Schéma d'une vue latérale gauche des sinus de bovin après fenestration large d'après (2)

b. Le sinus lacrymal

Le sinus lacrymal est l'extension dorsale et caudale du sinus maxillaire : il se situe au niveau de la bulle lacrymale. Il représente un prolongement du sinus maxillaire médial à l'orbite, délimité par les os lacrymal, frontal et ethmoïde.

c. Le sinus palatin

Le sinus palatin est considéré comme l'extension rostrale et médiale du sinus maxillaire. Il s'étend de la tubérosité maxillaire jusqu'à, chez les adultes, trois à quatre centimètres rostralement à la première prémolaire supérieure. Il occupe une très grande partie de la voûte palatine et est limité médialement par une fine lame osseuse qui le sépare du sinus palatin opposé. Latéralement, il est limité par la lame du canal infra-orbitaire, dorsalement à laquelle se situe l'orifice maxillo-palatin par lequel il communique avec le sinus maxillaire.

Dorsalement, le sinus palatin n'est séparé du méat nasal ventral que par l'apposition des muqueuses nasales et sinusales. Sur un squelette préparé de bovin adulte, on peut observer une vaste ouverture d'environ huit centimètres de long, de forme ovale à ce niveau. (Figure 11)

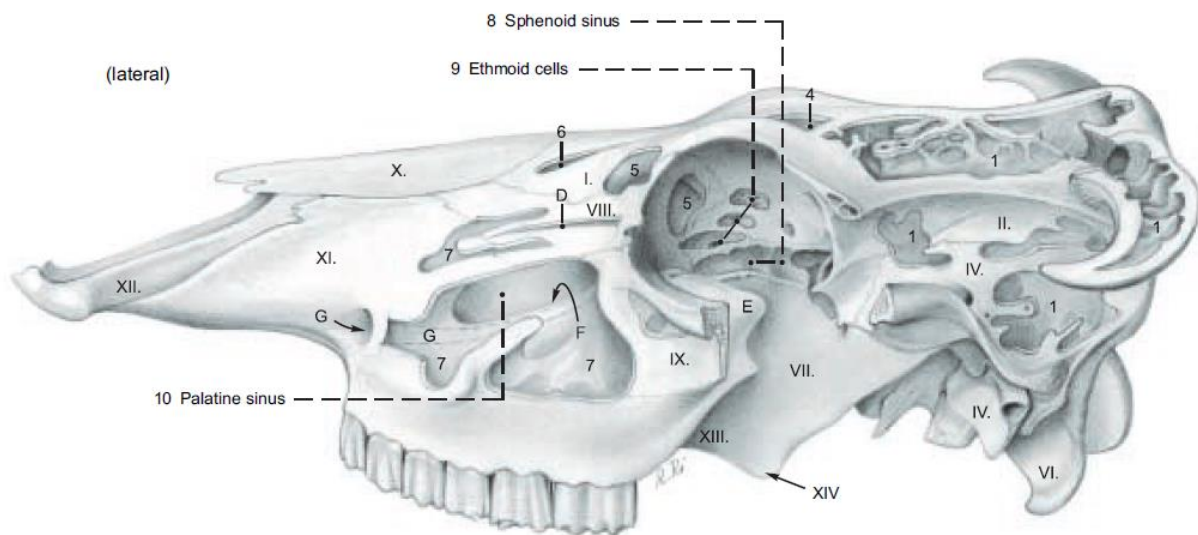


Figure 11 : Illustration d'un crâne de bovin en vue latérale gauche après fenestrations d'après (5)

Sphenoid sinus, Sinus sphénoïdal ; Ethmoid cells, Volutes de l'ethmoïde ; Palatine sinus, Sinus palatin. 7, Sinus maxillaire ; F, orifice maxillo-palatin.

d. Les sinus conchaux

Les cornets nasaux dorsal et ventral ainsi que le cornet moyen, en s'enroulant sur eux-mêmes, viennent former des cavités communiquant avec les cavités nasales : les sinus conchaux. Ainsi, les sinus conchaux ventral, dorsal et moyen sont formés par les cornets nasaux ventral et dorsal et par le cornet moyen qui correspond à la première volute de l'os ethmoïde.

i. Sinus conchal ventral

Le sinus conchal ventral communique avec le méat nasal moyen. Il est formé par la lame ventrale du cornet nasal ventral et vient prolonger caudalement ce dernier. Rostralement, il est isolé du cornet nasal ventral par un septum transversal. Au sens strict, le sinus conchal ventral s'étend de la deuxième molaire supérieure à la troisième molaire supérieure mais ses limites sont assez floues étant donné qu'il lance des diverticules dans les os voisins.

Rostralement au sinus conchal ventral, les lames dorsale et ventrale du cornet nasal ventral forment des bulles conchales séparées par de petites cloisons transversales incomplètes en cellules du cornet ventral. Il ne s'agit pas d'un sinus au sens strict car la lame ne s'unit pas à la paroi nasale mais il s'agit néanmoins d'une cavité peu communicante du cornet nasal ventral. (Figure 12)

ii. Sinus conchal dorsal

Comme le sinus conchal ventral, le sinus conchal dorsal communique avec le méat nasal moyen. Il est limité dorsalement par l'os nasal et par la paroi du cornet dans les autres directions. Médialement, le sinus conchal dorsal est très proche du septum nasal. Pour le situer sur la face dorsale d'un crâne, les repères suivants peuvent être utilisés : la ligne transversale entre les angles nasaux des yeux caudalement et rostralement la moitié de l'os nasal. (Figure 12)

iii. Sinus conchal moyen

Contrairement aux sinus précédents qui communiquent avec le méat nasal moyen, le sinus conchal moyen communique avec la cavité nasale au niveau des méats ethmoïdaux. Cette caractéristique est également valable pour les sinus frontaux et le sinus sphénoïdal.

Le sinus conchal moyen est assez vaste chez les bovins. Il est formé par la lame dorsale de la grande volute de l'os ethmoïde. Sa communication avec les méats ethmoïdaux se fait par un orifice étroit et allongé situé caudalement sur son plancher. (Figure 12)

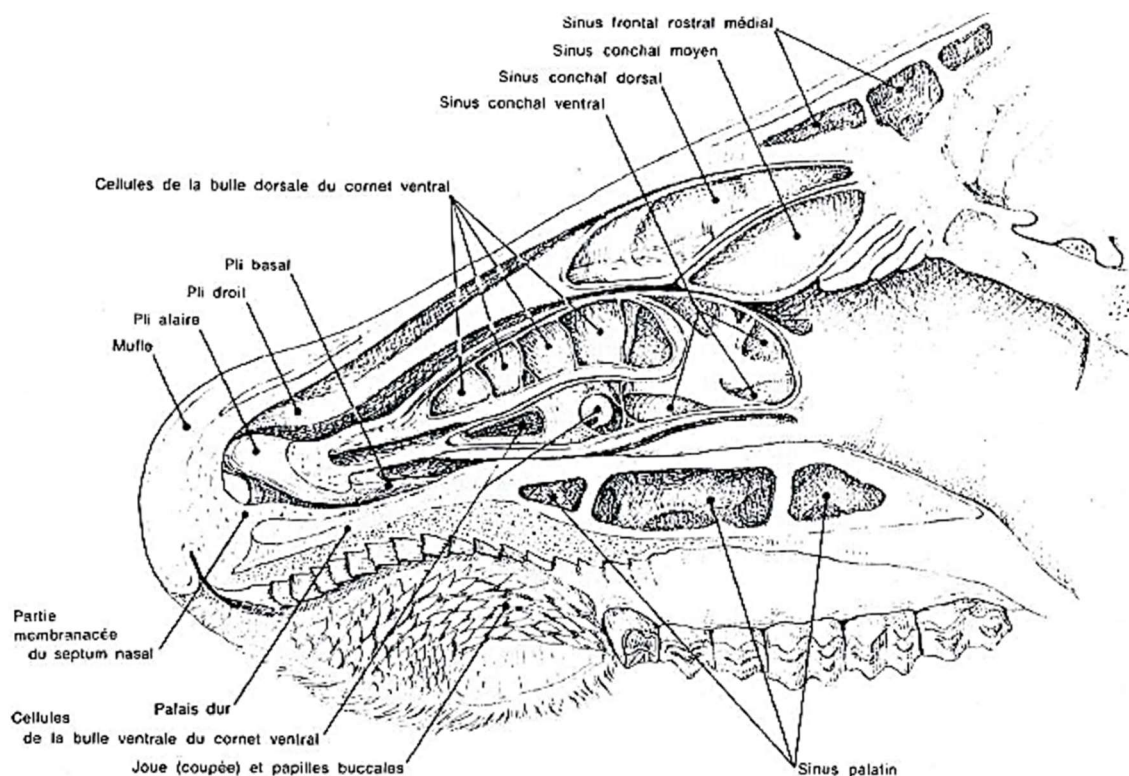


Figure 12 : Schéma représentant la conformation intérieure des cornets nasaux d'un bovin d'après (1)

e. Les sinus frontaux

Les sinus frontaux communiquent avec la cavité nasale au niveau des méats ethmoïdaux. Chez les bovins, le sinus frontal se développe tout au long de la vie de l'animal. À la naissance, le sinus frontal n'est couvert que par l'os frontal et se situe rostro-dorsalement à l'encéphale. Chez les adultes, le sinus frontal est beaucoup plus développé et est couvert par les os pariétaux, interpariétal, occipital et temporaux.

Le sinus frontal peut être séparé en deux grands groupes regroupant ensuite plusieurs subdivisions : les sinus frontaux caudal et rostral.

i. Sinus frontal rostral

Les sinus frontaux rostraux sont au nombre de trois : les sinus frontaux rostraux latéral, moyen et médial. Ils forment trois cavités distinctes, limitées caudalement par le septum interfrontal transverse. Ces trois sinus communiquent indépendamment des autres avec la cavité nasale par un orifice menant au méat ethmoïdal. Cet orifice se situe sur l'extrémité rostrale de chaque sinus.

Le sinus frontal rostral latéral est limité latéralement par l'orbite de l'œil, médialement par un septum avec le sinus frontal rostral moyen et rostralement par un fin septum le séparant du sinus lacrymal.

Le sinus frontal rostral moyen est également appelé sinus frontal rostral intermédiaire et est parfois absent chez certains individus. Comme son nom l'indique, le sinus frontal rostral intermédiaire se situe entre les deux autres sinus frontaux rostraux. Rostralement, il se prolonge jusqu'à la base du cornet nasal dorsal et vient donc se placer entre les sinus conchal dorsal et lacrymal. Ainsi, le cornet nasal dorsal vient s'insérer entre les sinus frontaux rostraux intermédiaire et médial.

Le sinus frontal rostral médial vient s'insérer médialement au sinus conchal dorsal en partie rostrale. Il est limité médialement par le septum interfrontal médian et vient donc s'adosser au sinus frontal rostral médial opposé.

ii. Sinus frontal caudal

Le sinus frontal caudal s'étend caudalement au septum interfrontal transverse et est également subdivisé en plusieurs cavités. Dans le cas du sinus frontal caudal, ces trois cavités sont communicantes étant donné que les cloisons qui les séparent sont fenêtrées. Le sinus frontal caudal est subdivisé en compartiments rostral et moyen par le septum de la voûte et, caudalement, le septum pariéto-frontal vient séparer les compartiments moyen et nucal. Les sinus frontaux caudaux communiquent avec la cavité nasale par un seul orifice situé dans le compartiment rostral.

Le compartiment rostral du sinus frontal caudal est délimité médialement par le septum interfrontal médian, caudalement par le septum de la voûte, latéralement par le bord supraorbitaire et rostralement par le septum interfrontal transverse. Il est le seul des trois compartiments à communiquer avec la cavité nasale à travers l'orifice nasofrontal caudal qui s'ouvre dans un méat ethmoïdal. Cette communication s'établit à l'aide d'un diverticule long de trois ou quatre centimètres qui longe la paroi médiale de l'orbite et s'ouvre latéralement à la masse latérale de l'os ethmoïde.

Le septum de la voûte s'étend selon une ligne oblique ayant pour origine le septum interfrontal médian à environ dix centimètres rostralement à la protubérance intercornuale. Il passe par le canal supraorbitaire et vient rejoindre le tiers latéral du bord supraorbitaire. Le septum de la voûte est vertical et comporte une unique fenêtrée située approximativement en son milieu.

Caudalement au septum de la voûte se trouve le compartiment moyen du sinus frontal caudal. Il est plus étendu que le compartiment rostral, limité caudalement par le septum pariétofrontal, médialement par le septum interfrontal médian et présente deux diverticules : un diverticule qui vient creuser la base du processus orbitaire de l'os frontal et le diverticule cornual.

Le septum pariétofrontal représente la seconde cloison du sinus frontal caudal. Il est presque horizontal et vient s'attacher sous les processus cornuaux et le revers nucal de la protubérance intercornuale. Comme le septum de la voûte, le septum pariétofrontal est pourvu d'une unique fenêtrée située à peu près en son milieu. (Figure 13)

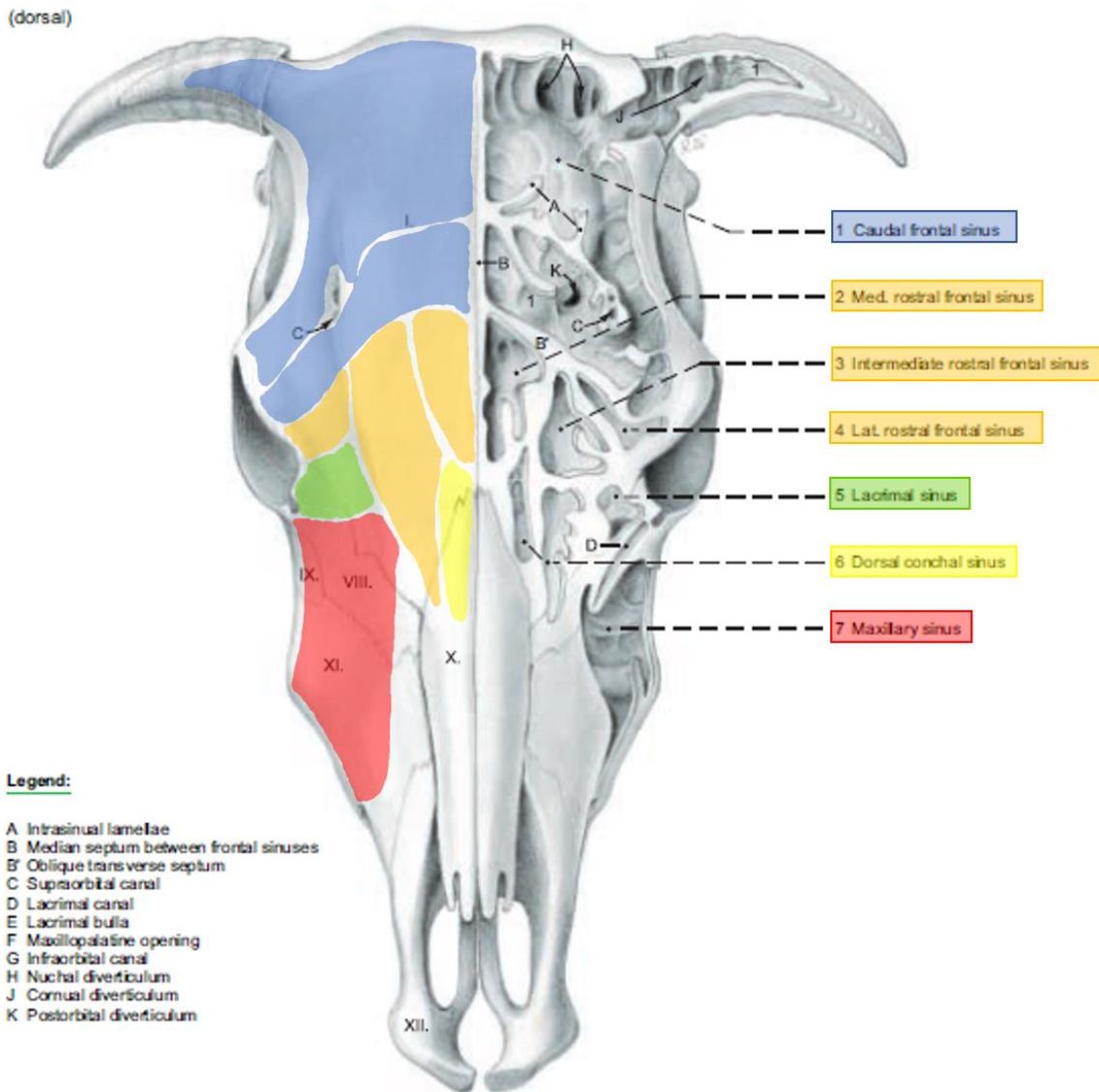


Figure 13 : Schéma des zones couvertes par les différents sinus sur la face dorsale d'un crâne de bovin et de l'intérieur des sinus après fenestration d'après (5) modifié d'après (2)

Caudal frontal sinus, Sinus frontal caudal ; Med rostral frontal sinus, Sinus frontal rostral médial ; intermediate rostral frontal sinus, Sinus frontal rostral moyen ; Lat rostral frontal sinus, Sinus frontal rostral latéral ; Lacrimal sinus, Sinus lacrymal ; Dorsal conchal sinus, Sinus conchal dorsal ; Maxillary sinus, Sinus Maxillaire.

B, Septum interfrontal médian ; B', Septum oblique transverse ; C, Canal supra-orbitaire ; H, Compartiment nuchal ; J, Diverticule cornual ; K, Diverticule post-orbitale.

I, Os frontal ; VIII, Os lacrymal ; IX, Os zygomatique ; X, Os nasal ; XI, Os maxillaire ; XII, Os incisif.

Caudalement au septum pariétofrontal s'étend le dernier compartiment des sinus frontaux caudaux : le compartiment nuchal. Ce compartiment est très irrégulier et variable selon les sujets, il peut s'étendre jusqu'aux condyles occipitaux et parfois jusqu'à la base des condyles

jugulaires. Parfois, le compartiment nucal communique avec celui du côté opposé. Chez les veaux, ce compartiment ne commence à se développer qu'environ deux mois et demi après la naissance, âge auquel les autres parties du sinus frontal caudal présentent leur morphologie presque définitive.

f. Le sinus sphénoïdal

Le sinus sphénoïdal n'est pas toujours présent chez les bovins et peut parfois être présent de manière unilatérale. Il n'est totalement formé qu'à partir de deux ans et passe souvent inaperçu du fait de son contenu graisseux. Il représente une petite cavité, parfois cloisonnée en plusieurs petites cavités, creusée dans l'os présphénoïde et qui s'étend ventralement aux volutes de l'os ethmoïde. Caudalement, ce sinus est en rapport avec le canal optique et dorsalement avec les lames criblée et papyracée de l'os ethmoïde. La communication avec les cavités nasales se fait rostralement avec les méats ethmoïdaux. Lorsque les deux sinus sont présents chez l'animal, ils s'adossent sur le plan médian et peuvent parfois communiquer entre eux à travers la cloison médiale. (Figure 14)

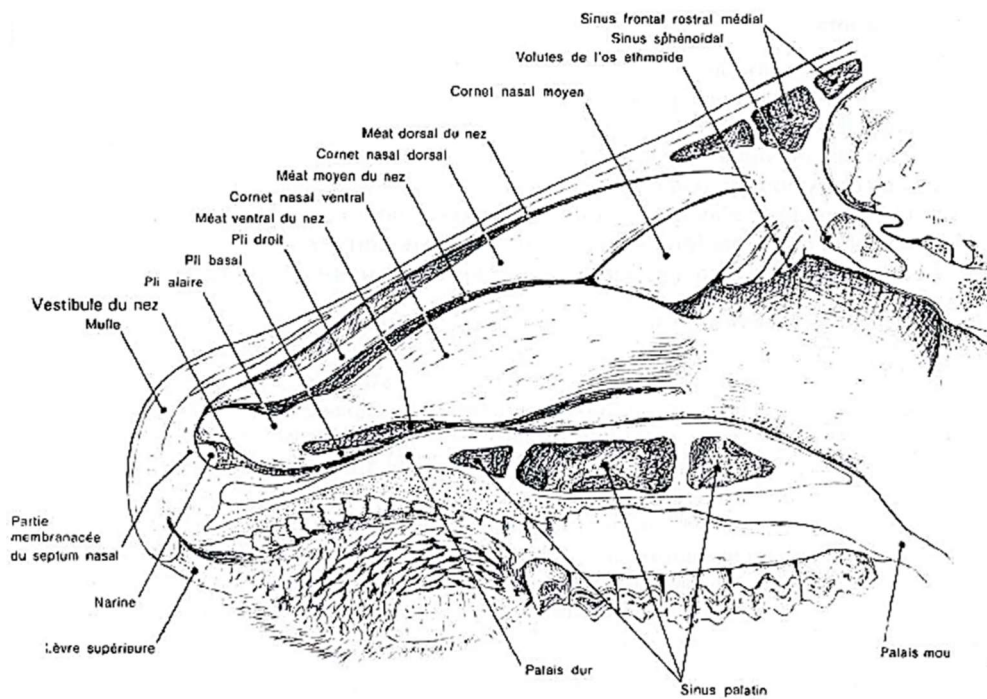


Figure 14 : Schéma des cornets et des méats nasaux présents dans les cavités nasales d'un bovin, on peut voir la position du sinus sphénoïdal au niveau de la coupe d'après (1)

B. Affections des cavités nasales et des sinus paranasaux

1. Affections des cavités nasales

a. *Granulome infectieux*⁷⁻¹²

Les granulomes infectieux se forment suite à une inoculation de la muqueuse de la cavité nasale par des bactéries filamenteuses ou des spores présentes dans l'environnement. L'agent infectieux profite d'une brèche dans l'épithélium de la muqueuse pour proliférer ce qui occasionne une réaction d'hypersensibilité de type IV qui contribue à la formation du granulome. Les agents infectieux fréquemment mis en cause dans la formation de granulomes sont *Rhinosporidium seeberi* (agent de rhinosporidiose), *Helminthosporidium* (agent de maduromycose), *Aspergillus* sp., *Phycomyces* sp., et *Nocardia* spp.

Le frottement intermittent du nez est un signe clinique non spécifique et les signes d'appels sont un écoulement nasal mucopurulent (avec ou sans épistaxis), une dyspnée inspiratoire avec stridor (bruit plus ou moins strident émis souvent lors de l'inspiration) et, dans les cas de granulomes de taille importante, une réduction du flux d'air expiré.

Les granulomes infectieux peuvent être simple ou multiples, unilatéraux ou bilatéraux, et peuvent être localisés n'importe où dans la cavité nasale. Ils peuvent mesurer de 0,5cm à 5 cm de diamètre et avoir des couleurs différentes variant du jaune, jaune-vert au rouge ou rouge avec points noirs. (Figure 15)



Figure 15 : Section paramédiane gauche d'un crâne de bovin atteint de granulome nasal d'après (9)

L'endoscopie est un des examens complémentaires indiqués lors de granulomes, elle permet également le prélèvement d'une partie de la masse pour identifier le pathogène responsable de cette formation. Du fait de la nature tissulaire du granulome, la tomodensitométrie par rayons X permettrait d'identifier facilement les différentes masses et de réaliser une résection chirurgicale complète de ces dernières en cas de granulome important. En complément de cette résection chirurgicale, l'administration à long terme d'iodure de sodium constitue le traitement de choix des granulomes infectieux.

Il n'existe pas de facteurs de prévention permettant de limiter la formation de granulomes infectieux du fait de l'absence de facteurs de risques spécifiques et de l'ubiquité des spores et bactéries filamenteuses dans l'environnement.

b. Rhinite allergique ^{7,12}

La rhinite est causée par la réaction anaphylactique due à l'exposition du bovin à certains allergènes comme le pollen de certaines plantes ou encore des spores fongiques.

Elle est souvent rencontrée à certaines périodes de l'année dans des régions avec un climat chaud et humide. Les animaux de 6 mois à 2 ans sont plus fréquemment touchés et il semblerait que les bovins de race Jersey et Guernesey y soient plus sensibles.

Les signes cliniques évocateurs d'une rhinite sont assez généraux. Dans les cas les plus courants on observera des cas sporadiques de dyspnée inspiratoire avec stridor, un écoulement nasal bilatéral profus et des démangeaisons nasales sévères manifestées par des éternuements, du frottement de nez et des tremblements de tête. Dans le cas d'affection plus importante, une enflure faciale, de la tachypnée et des ulcères au niveau de la muqueuse nasale peuvent être observés.

Il est important de différencier la rhinite allergique du granulome infectieux car le traitement des deux affections est différent. Pour aider à diagnostiquer une rhinite allergique, des tests d'allergie intradermiques peuvent être effectués en tenant compte de l'anamnèse et des signes cliniques. Une cytologie des sécrétions nasales permet de mettre en évidence un nombre important d'éosinophiles mais il n'y a pas de valeur seuil définie.

Le traitement de la rhinite allergique consiste à atténuer la réaction allergique à l'aide de corticostéroïdes à dose anti-inflammatoire standard et à éloigner l'animal de l'environnement contenant l'allergène.

c. *Granulome enzootique nasal* ⁷⁻⁹

Lors de rhinite allergique chronique, les tissus sont endommagés à cause de la dégranulation constante des mastocytes. Ces dommages entraînent une réaction inflammatoire granulomateuse contribuant à une hypersensibilité de type IV et donc la formation de granulome enzootique nasal.

Les signes cliniques observés sont similaires à ceux de la rhinite allergique mais ils sont plus constants et peuvent s'accroître en condition chaude et humide. Les granulomes sont nombreux et dispersés dans la cavité nasale, ils mesurent 1 à 2 mm et sont fermes à la palpation.

Le granulome enzootique nasal étant une complication de la rhinite allergique, les techniques utilisées pour le diagnostiquer sont identiques à celles utilisées pour la rhinite.

Le traitement est également le même que celui de la rhinite allergique, des corticostéroïdes topiques peuvent être appliqués en plus du traitement initial afin de limiter la réaction inflammatoire.

d. *Corps étranger* ^{7,12,13}

Les corps étrangers chez les bovins peuvent être de nature différente en fonction de l'habitat dans lequel vivent ces derniers et de la nature de la ration distribuée. Les démangeaisons nasales liées par exemples aux granulomes infectieux ou à la rhinite allergique représentent un facteur de risque communément accepté.

Les signes cliniques observables sont très variés, ils dépendent de la nature, de la taille et de la durée de séjour du corps étranger. On peut observer des hochements de tête, des étternuements, des ronflements, du stridor, une diminution de l'air expiré (souvent unilatérale) et un écoulement nasal séreux, mucopurulent ou hémorragique pouvant parfois être malodorant.

Les corps étrangers sont très souvent visibles dans la cavité nasale et donc facilement retirables avec le matériel adapté. Dans certains cas, l'utilisation d'un endoscope sera nécessaire pour visualiser un corps étranger logé profondément dans la cavité nasale. (Figure 16)

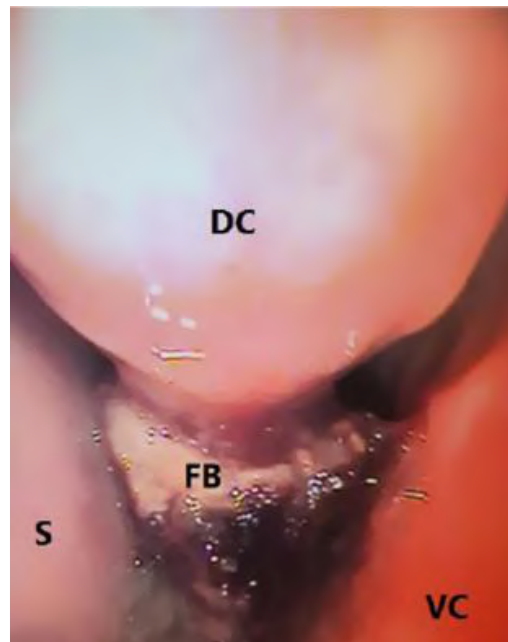


Figure 16 : Photographie d'un corps étranger nasal réalisée lors d'une endoscopie chez une jument d'après (13)

S, Septum nasal ; DC, Cornet nasal dorsal ; FB, Corps étranger nasal ; VC, Cornet nasal ventral

Le traitement d'un corps étranger consiste à retirer ce dernier de la cavité nasale à l'aide d'instruments appropriés et éventuellement de l'endoscope.

e. Fractures et traumatismes ^{7,12}

Les fractures et les traumatismes des os et des cornets nasaux peuvent être causés par des affrontements entre animaux, par une contention physique inadéquate, lors d'accidents de machinerie agricole ou encore lors de passages traumatiques de sondes par voie nasogastrique.

Les signes cliniques varient selon la nature, l'importance et la localisation de la lésion. Les signes principaux sont de l'enflure faciale, une dyspnée, une obstruction inspiratoire avec ou sans stridor, de l'emphysème sous-cutané et éventuellement de l'épistaxis. Lors d'infections bactériennes secondaires, un écoulement mucopurulent peut également être observé.

L'anamnèse et les signes cliniques présents permettent souvent de poser un diagnostic présumptif. Pour confirmer le diagnostic et vérifier l'étendu des lésions, des clichés radiographique ou un scanner de la tête en fenêtre osseuse peuvent être réalisés, les images serviront également à déterminer si une chirurgie est nécessaire.

Le traitement d'une fracture de la face dépend de la sévérité de la lésion, la chirurgie n'est pas indiquée sur les fractures mineures mais devient nécessaire en cas de présence d'un ou plusieurs séquestres osseux ou d'obstruction quasi complète de la cavité nasale. La trachéostomie est indiquée dans les cas de dyspnée inspiratoire sévère. Pour prévenir une infection secondaire des fragments osseux et contrôler l'inflammation, la trachéostomie est toujours associée à une mise sous antibiotique et anti-inflammatoire.

f. Tumeurs nasales^{7,14-17}

Les tumeurs de la cavité nasale sont rares chez les bovins. L'ostéome, l'ostéosarcome, le carcinome des cellules squamées, l'hémangiosarcome (narine externe), et l'adénocarcinome de l'ethmoïde sont les tumeurs des cavités nasales rencontrées dans la littérature.

Certains signes cliniques sont communs à toutes les tumeurs nasales. On retrouve par exemple la dyspnée inspiratoire ou mixte avec stridor, une diminution, asymétrie ou obstruction de flux d'air expiré (plus fréquemment unilatéral). On peut également observer de l'écoulement nasal, de l'halitose, de l'épistaxis ou encore une déformation faciale. (Figure 17)



Figure 17 : Vue faciale (A) et latérale (B) d'une vache Japanese Black atteinte d'un ostéome nasal d'après (16)

Les examens complémentaires pouvant être réalisés sont une endoscopie des voies respiratoires supérieures. Celle-ci permet la visualisation de la masse et le prélèvement d'un échantillon représentatif de cette dernière afin de réaliser une analyse histologique amenant à un diagnostic de certitude.

Le seul traitement possible des tumeurs nasales est une exérèse chirurgicale complète, ainsi l'examen tomodynamométrique prend tout son sens puisqu'il permet une visualisation complète des marges de la tumeur et donc une préparation plus ciblée de l'opération chirurgicale (Figure 18). Une exérèse incomplète ne représente pas un traitement efficace puisque le risque que la tumeur se développe à nouveau est élevé.

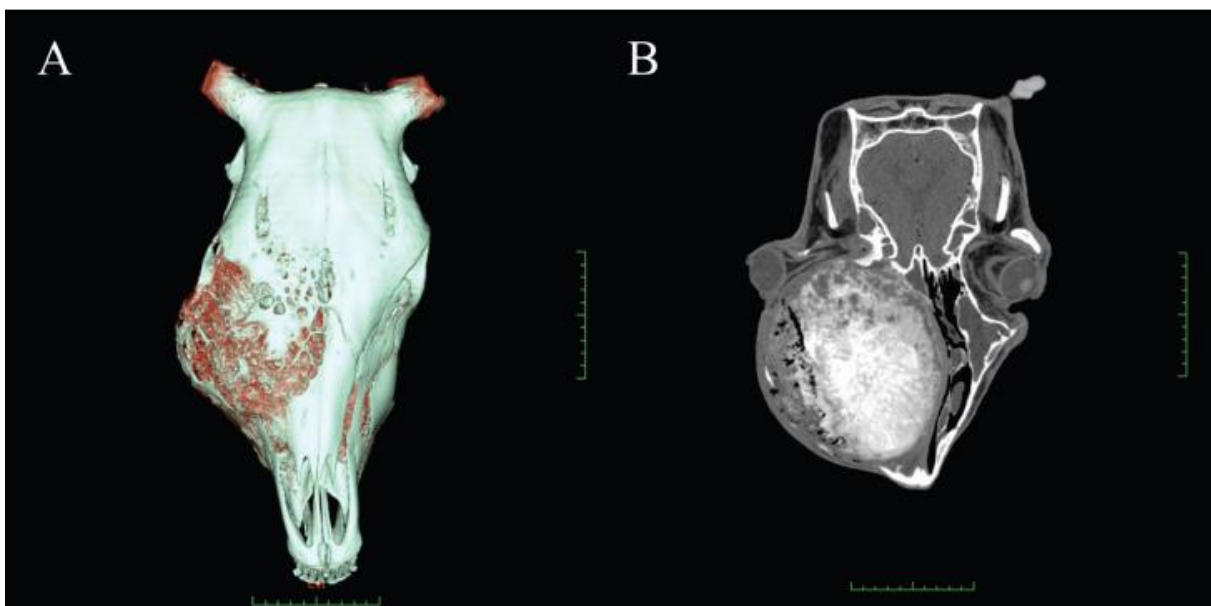


Figure 18 : Reconstitution en 3 dimensions du crâne d'un bovin atteint d'ostéome nasal à l'aide du scanner d'après (16)

g. Polypes nasaux ^{7,12,18}

Les polypes nasaux sont souvent rencontrés suite au développement de rhinite mycotique à *Rhinosporidium* sp., mais ils restent rares et peu documentés chez les bovins. Il s'agit de processus non néoplasiques qui se forment à partir de la muqueuse nasale et s'agrandissent dans la cavité nasale. Macroscopiquement, il s'agit de nodules de taille et de forme variée dont prenant naissance au sein de la muqueuse nasale et proliférant dans la cavité nasale. (Figure 19)

Les signes cliniques associés aux polypes nasaux sont peu spécifiques, on observe principalement une augmentation des efforts respiratoires, un stertor (respiration bruyante accompagnée d'un ronflement) à l'inspiration, et un écoulement nasal associé ou non à de l'épistaxis.

Les examens complémentaires pouvant être utilisés dans le diagnostic des polypes sont la rhinoscopie associée à un prélèvement de tissu afin de réaliser une analyse histologique. Des clichés radiographiques ou un examen tomodensitométrique permettent également de visualiser les polypes dans la cavité nasale.

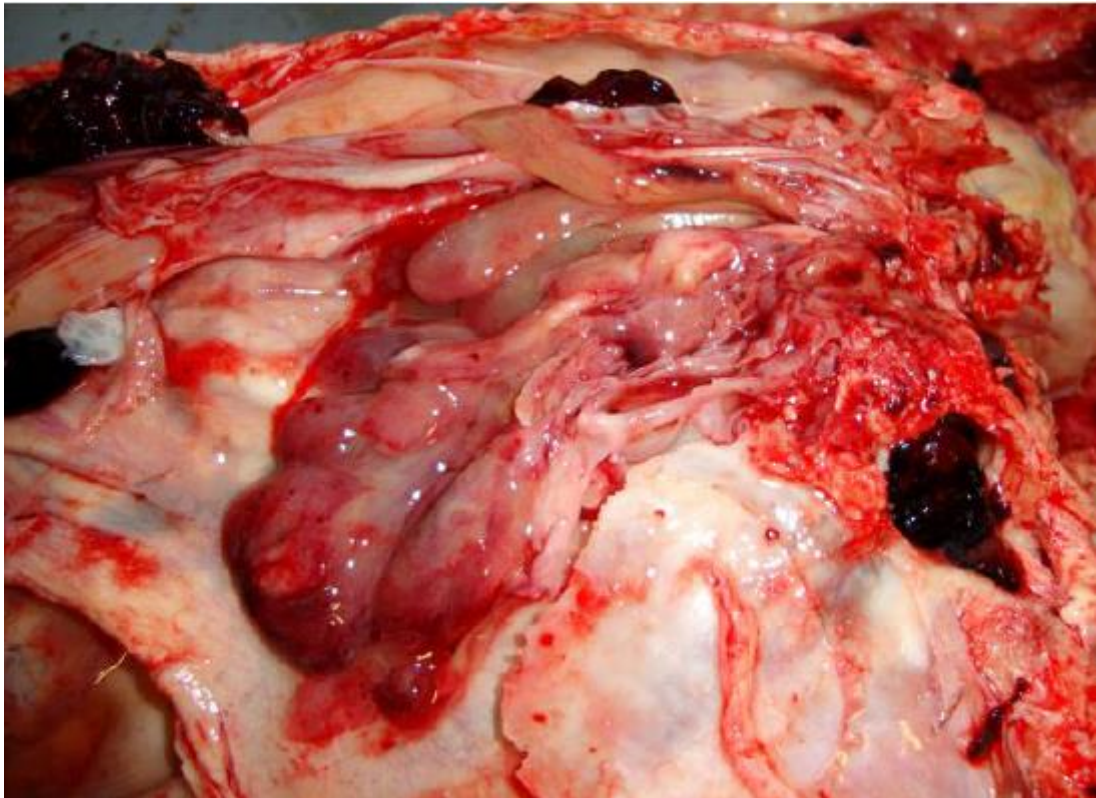


Figure 19 : Polypes nasaux observés dans le rhinopharynx d'un bovin après examen nécropsique. D'après (18)

Le traitement des polypes nasaux peut être chirurgical avec résection des différentes masses sous endoscopie. Comme pour les tumeurs nasales, l'exérèse chirurgicale doit être complète afin d'éviter un nouveau développement des polypes.

h. Kyste congénital du cornet nasal ^{6,7,12,19,20}

Il s'agit d'une anomalie congénitale présente à la naissance du veau. Selon la dimension du kyste, les signes cliniques peuvent être retardés et donc visibles seulement après quelques semaines voire plusieurs mois (4 à 15 mois dans la littérature). Le kyste vient partiellement ou totalement bloquer la communication entre le cornet nasal et les cavités nasales. Le cornet nasal va alors se remplir d'un liquide épais blanchâtre et donc potentiellement s'élargir sous l'effet de la pression exercée par le fluide.

Les signes d'appel du kyste congénital du cornet nasal sont un stridor d'apparition progressive, de la tachypnée et une intolérance à l'effort. De la dyspnée et une diminution bilatérale du flux d'air expiré peuvent également être observées. Enfin, les os nasaux peuvent être d'apparence raccourcie et convexe.

Le signalement, l'anamnèse ainsi que les signes cliniques présents permettent souvent de poser un diagnostic présomptif. Le kyste est une masse bilatérale molle et lisse en surface, parfois bilobée qui peut être palpée ou visualisée à l'endoscopie (Figure 20) ou à la radiographie. Un examen tomодensitométrique permet également d'observer le kyste, ses marges, ainsi que la grande quantité de liquide présente dans le cornet nasal.



Figure 20 : Photographie d'un kyste du cornet nasal observé lors d'une endoscopie d'après (20)

Nasal conchae, Cornet nasal; Cyst, Kyste; Ventral nasal meatus, Méat nasal ventral.

Le traitement du kyste congénital du cornet nasal se fait par intervention chirurgicale. L'opération consiste en l'extraction du cornet nasal par le biais de volet osseux nasal (Figure 21) dorsolatéral bilatéralement ou transnasalement à l'aide de fil d'acier obstétrique. La gestion de l'hémorragie peut se faire à l'aide d'un rouleau de gaze de coton laissé en place dans la cavité nasale 24 à 72 heures après l'intervention.

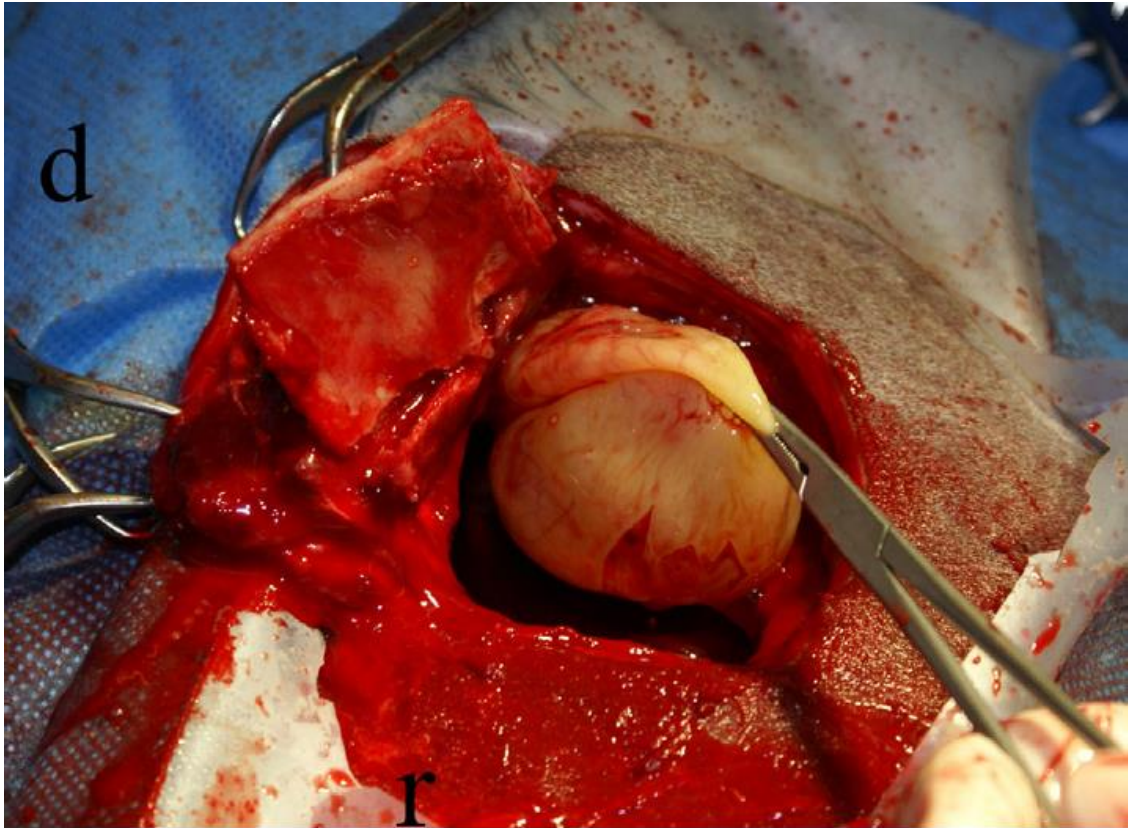


Figure 21 : Photographie d'une chirurgie de retrait d'un kyste du cornet nasal par volet osseux maxillaire gauche d'après (19)

Orientation : R, Rostral ; D, Dorsal

i. Actinobacillose atypique^{7,21,22}

L'actinobacillose est connue comme la maladie de la « langue de bois ». Elle est causée par la bactérie *Actinobacillus lignieresii* qui vient infecter la langue du bovin au niveau d'une plaie déjà créée par la nourriture ou un traumatisme.

Il existe des cas atypiques d'actinobacillose où *A. lignieresii* est à l'origine de granulomes infectieux de localisation inhabituelle. Cette affection peut alors être ajoutée au diagnostic différentiel des masses nasales comme les néoplasies, les polypes et les granulomes infectieux et allergiques.

On retrouve notamment des granulomes au niveau des narines externes, à l'entrée des cavités nasales ou encore parfois au niveau du rhinopharynx. Macroscopiquement, les masses ressemblent à des granules jaunâtres fermes et pâles, souvent de petite taille (1 à 3 mm). Du pus peut être produit par le granule et en sortir sous l'action de pression d'un opérateur externe. Histologiquement, le granule est constitué de tissus de granulation associés à de petites collections d'exsudat purulent.

Une biopsie du granulome est l'examen complémentaire de choix afin de poser un diagnostic étiologique et d'adapter le plan thérapeutique utilisé.

Pour les granulomes formés par *A. lignieresii*, le traitement est le même que pour les « langues de bois ». Une thérapie à base d'iodure de sodium (30 g pour 450 kg de poids vif par voie intraveineuse) peut être mise en place, il s'agit de deux injections à 2 ou 3 jours d'intervalle. Une antibiothérapie à base de TMPS, pénicilline ou encore de streptomycine peut être ajoutée en complément.

j. Rhinite virale ²³⁻²⁶

Les virus pouvant causer des affections respiratoires chez les bovins sont relativement nombreux. On retrouve notamment l'herpès virus bovin de type 1 (BoHV-1) responsable de la rhinotrachéite infectieuse bovine, le virus parainfluenza 3 bovin (BPI3), le virus respiratoire syncytial bovin (BRSV) ou encore l'herpès virus ovin de type 2 responsable de fièvre catarrhale maligne. D'autres virus sont maintenant considérés comme responsables d'affections respiratoires comme le coronavirus bovin (BCoV) ou l'adénovirus bovin (BAV).

Ces virus sont souvent plus sévères sur les veaux du fait de leur faible immunité mais on peut également observer des signes cliniques sur les adultes, notamment pour la rhinotrachéite infectieuse bovine. Les signes cliniques communs à toutes les rhinites virales sont un écoulement nasal (séreux ou mucopurulent), de la dyspnée, une hyperthermie légère à

marquée et de la toux persistante. On peut également observer une congestion de la muqueuse nasale probablement liée à la réplication virale. Les signes cliniques autres que respiratoires spécifiques à ces affections ne sont pas détaillés ici.

Dans le cas de la rhinotrachéite infectieuse bovine, la muqueuse nasale peut présenter de petites pustules nécrotiques en début d'infection, évoluant vers des plages hémorragiques ulcérées recouvertes d'une fine membrane couleur crème.

L'herpès virus ovin de type 2 est responsable de la fièvre catarrhale maligne chez les bovins, il peut également causer des pétéchies au niveau des voies respiratoires de l'animal.

Le traitement reste essentiellement un traitement symptomatique adapté à l'état clinique de l'animal.

k. Rhinite atrophique ²⁷

La rhinite atrophique est une pathologie respiratoire décrite depuis environ 200 ans chez les porcs. Il s'agit d'une infection chronique et progressive des voies respiratoires supérieures. Elle est présente sous forme enzootique, principalement causée par des bactéries *Pasteurella multocida* productrices de toxines, et sous forme sporadique, causée par d'autres bactéries dont notamment *Bordetella bronchiseptica*.

Les signes cliniques chez le porc sont des éternuements, de l'écoulement nasal ou de l'épistaxis associés à une destruction des cornets nasaux causant un raccourcissement et une déformation du groin. Les cas de rhinite atrophique sont très peu décrits chez les bovins, un cas clinique de rhinite atrophique sera développé en partie I.D.3. Les rhinites et pneumonies sont des causes importantes de morbidité chez les veaux.

La destruction des cornets nasaux semble être corrélée à l'importance de l'infection, en effet, elle est plus marquée chez des veaux ayant montré des cas longs et sévères de rhinites associées à un écoulement nasal chronique purulent.

Le diagnostic de la maladie chez les porcins est parfois compliqué, il se base sur les signes cliniques, la mise en évidence des modifications du groin et aussi sur l'isolation de la souche bactérienne responsable. Seulement, certains animaux atteints ne montrent pas de signes

cliniques et une lyse des cornets nasaux avait quand même été observée à l'examen post-mortem. L'écouvillon nasal a un intérêt diagnostique uniquement en début d'affection. En effet, une fois l'infection en place, d'autres surinfections bactériennes peuvent s'installer et donc fausser le résultat de l'écouvillon.

En médecine porcine, la rhinoscopie n'est pas considérée comme un examen complémentaire fiable étant donné que seules les régions rostrales des cavités nasales sont visualisables. De même, la radiographie sur les porcelets de moins de 3 mois n'est pas assez précise pour confirmer un diagnostic de rhinite atrophique. Ainsi, chez les porcins, l'examen tomodensitométrique représente l'examen complémentaire de choix pour diagnostiquer l'affection et visualiser son étendu.

Les cas cliniques de rhinite atrophique bovine sont rares et peu connus, mais ils sont peu étudiés. On ne connaît pas encore la fréquence des rhinites atrophiques chez les veaux alors que beaucoup souffrent de pathologies respiratoires et on ne sait pas si les deux formes de rhinite atrophiques (enzootique et sporadique) sont également présentes chez les bovins.

l. Irritation nasale^{7,28}

L'irritation nasale est le nom donné au phénomène d'irritation ou d'œdème causé par l'inhalation de fumée ou d'autres gaz nocifs par les bovins.

L'exposition à la fumée entraîne des irritations oculaires et des voies respiratoires. La fumée s'accumule dans les voies respiratoires et cause des écoulements nasaux bilatéraux, des bronchites, des inflammations pulmonaires ainsi que de l'œdème et de l'emphysème.

Ici, le diagnostic est posé à l'aide du contexte, l'éleveur et même le vétérinaire savent que les bovins ont été exposés à la fumée, il n'y a donc pas nécessairement besoin d'examen complémentaires.

2. Affections des sinus paranasaux

a. Sinusite frontale ^{6,7,12}

La sinusite est une inflammation des sinus paranasaux. Elle est très généralement localisée au niveau des sinus frontaux chez les bovins et est d'apparition plus fréquente que chez les petits ruminants. Les bactéries à l'origine des sinusites sont variées mais il est possible d'émettre une hypothèse en fonction de la cause initiale de la sinusite, si elle est visible.

La sinusite frontale est fréquemment associée à une infection du site d'écornage. En effet, ce dernier représente un facteur de risque de sinusite frontale largement accepté par les scientifiques. Lors de sinusites frontales chroniques secondaires à l'écornage, la bactérie *Trueperella pyogenes* est généralement isolée. Dans les cas de sinusite frontale non associée à l'écornage, la bactérie *Pasteurella multocida* est la plus fréquemment isolée.

Les traumatismes ou fractures de cornes, les fractures des os faciaux, la formation de séquestre osseux suite à l'écornage, l'extension d'une actinomycose ou encore d'une tumeur nasale dans les sinus peuvent être à l'origine de sinusites. Enfin, les sinusites peuvent être liées à un phénomène infectieux sans origine traumatique comme par exemple lors d'infection par un virus affectant le système respiratoire bovin (virus de la fièvre catarrhale maligne, de la rhinotrachéite infectieuse bovine ou encore influenza) ou encore lors de migrations de bactéries provenant de la cavité nasale et du pharynx.

Lors de sinusite aiguë suivant l'écornage, les signes cliniques observés fréquemment sont de l'anorexie, de l'abattement, une hyperthermie élevée et un écoulement purulent au niveau du site d'écornage associé à un écoulement nasal purulent unilatéral ou bilatéral. (Figure 22)



Figure 22 : Photographie d'une vache atteinte de sinusite frontale probablement causée par la coupe de cornes d'après (6)

Lors de sinusites chroniques, les signes cliniques respiratoires sont plus importants. Les signes d'appel sont un écoulement nasal purulent, un faible stridor, une modification ou une asymétrie du volume d'air expiré, une chaleur augmentée à la palpation de la base de la corne affectée (sinusite frontale), douleur et bruit sourd à la percussion du sinus affecté. L'animal est souvent normotherme, parfois il peut montrer un port de tête anormal (tête en extension ou penchée).

Enfin, dans des cas chroniques avancés, il y a une distorsion des os faciaux, de l'exophtalmie et une posture anormale de la tête. La percussion du ou des sinus atteints peut entraîner de la douleur et un bruit sourd et hyper résonnant à cause de l'accumulation de gaz associée à l'amincissement de l'os facial aminci par l'affection locale.

En général, les signes cliniques et l'anamnèse permettent de poser un diagnostic présumptif de sinusite. En cas de doute, des examens complémentaires peuvent être réalisés afin de poser un diagnostic de certitude. La trépanation des sinus est un examen complémentaire intéressant puisqu'en plus de permettre de poser le diagnostic de sinusite, elle permet de recueillir du matériel en vue d'analyse afin d'adapter le traitement du bovin. La trépanation est également thérapeutique puisqu'elle permet de drainer le sinus et donc de diminuer la pression à l'intérieur de ce dernier. (Figure 23)

Si le doute de sinusite est trop important ou que le propriétaire ne veut pas prendre la décision de trépanation du sinus, la radiographie ou l'examen tomодensitométrique permettront de poser un diagnostic de certitude à l'aide de la visualisation de l'accumulation de liquide dans le ou les différents sinus. Cependant, ces examens ne permettent pas la mise en évidence de la souche responsable de l'affection et ne permettent donc pas une adaptation optimale du traitement antibiotique (si nécessaire) mis en place.

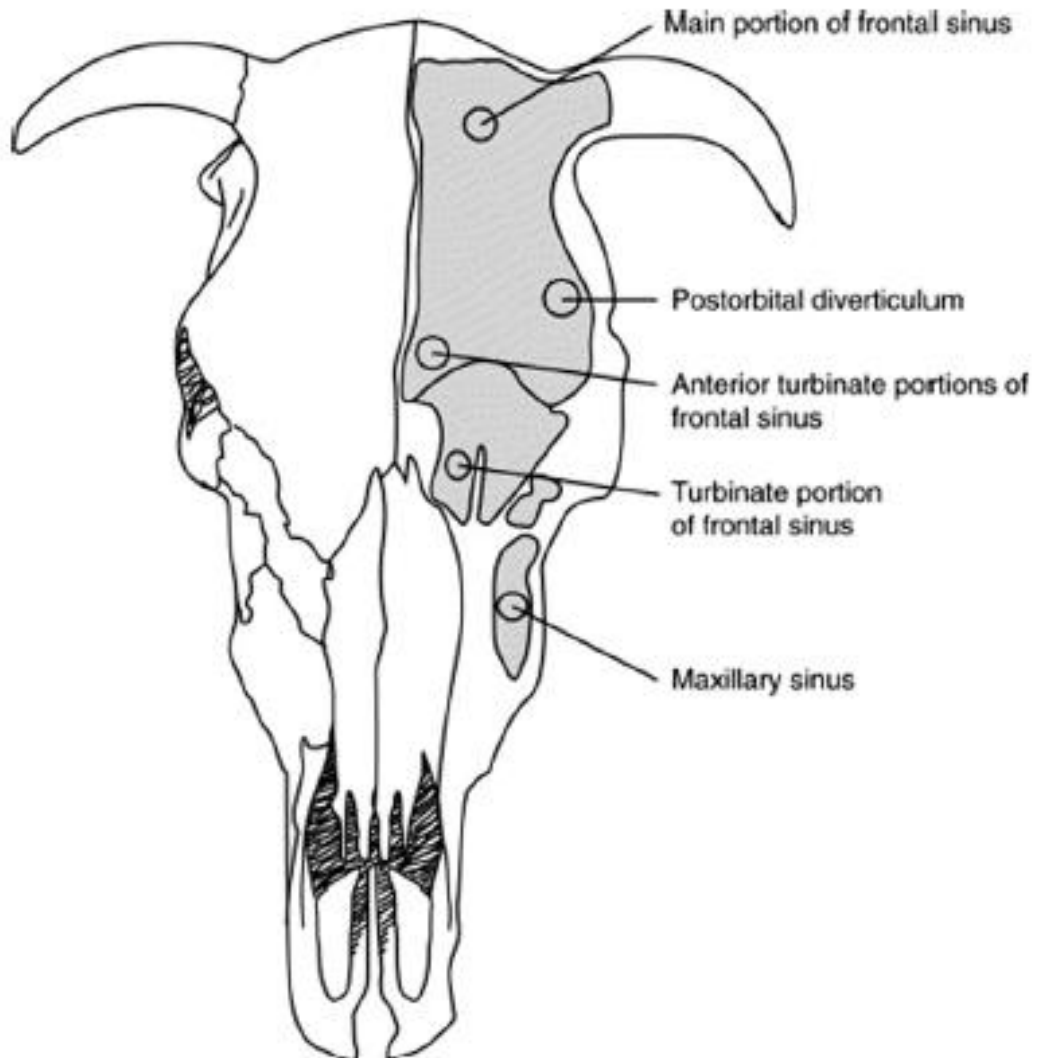


Figure 23 : Illustration des différents sites de trépanation des sinus des bovins en fonction de la localisation de la sinusite d'après (6)

Main portion of frontal sinus, Partie principale du sinus frontal ; Postorbital diverticulum, Diverticule post-orbitaire ; Anterior turbinate portions of frontal sinus, Portions turbinées du sinus frontal ; Maxillary sinus, Sinus maxillaire.

b. Sinusite maxillaire ^{6,7,12}

Les sinusites maxillaires sont rares chez les bovins, elles sont principalement causées par des traumatismes associés à des abcès dentaires.

Les signes cliniques généralement présents sont un écoulement nasal mucopurulent souvent unilatéral, un port de tête modifié et parfois de la dysphagie associée à la douleur lors de la mastication. Dans les cas les plus évolués, on peut également observer une déformation faciale liée à l'augmentation de la pression à l'intérieur du sinus maxillaire. (Figure 24)



Figure 24 : Photographie d'un bovin de race Wagyu atteint d'une sinusite maxillaire d'après (6)

Une radiographie ou un examen tomodensitométrique peuvent être réalisés afin de déterminer si la sinusite est liée à une affection dentaire. Dans ce cas, une sinusotomie avec extraction dentaire associés à plusieurs lavages constituent le traitement de choix de cette affection.

Le diagnostic différentiel d'un gonflement de la zone du sinus maxillaire doit inclure notamment les causes néoplasiques ainsi que les autres causes bactériennes comme par exemple *Actinobacillus lignieresii* qui peut être présente sous des formes atypiques.

c. Affections traumatiques ^{6,12}

Les affections traumatiques ont déjà été abordées en parties I.B.1.e et I.B.2.a, ici les fractures au niveau des sinus paranasaux seront développées.

Lors de fractures de l'os frontal, de l'os nasal ou de l'orbite de l'œil, une augmentation des efforts respiratoires peut apparaître. Ces difficultés sont dues à un gonflement et/ou un écoulement nasal hémorragique. L'animal peut présenter un port de tête anormal, et une dysphagie selon la localisation et la sévérité du traumatisme.

Les fractures de la face des bovins sont moins rapportées qu'en médecine équine, du fait du comportement différent de l'animal et aussi des attentes différentes des propriétaires.

Les fractures en dépression peuvent se traiter chirurgicalement sous anesthésie générale à l'aide de vis de 3,5 mm et d'un cerclage si cela est nécessaire. Différentes techniques chirurgicales existent aussi pour les fractures de l'orbite de l'œil. Les fractures mineures ne nécessitent pas de traitement chirurgical.

d. Kystes des sinus paranasaux ^{6,19,20}

Le cas du kyste congénital du cornet nasal peut avoir des répercussions sur les sinus conchaux mais il ne sera pas développé dans cette partie étant donné que son origine se trouve dans la cavité nasale. Les bovins peuvent également être affectés par d'autres kystes et notamment les kystes maxillaires.

Les signes cliniques rencontrés sont un écoulement nasal mucopurulent, une augmentation des efforts respiratoires pouvant être associée à un stridor dû à une obstruction partielle ou totale de la cavité nasale et une déformation de la face.

L'examen radiographique permet en général de repérer une masse d'opacité tissu mou, bien délimitée dans le sinus affecté avec parfois un déplacement des structures voisines. (Figure 25)

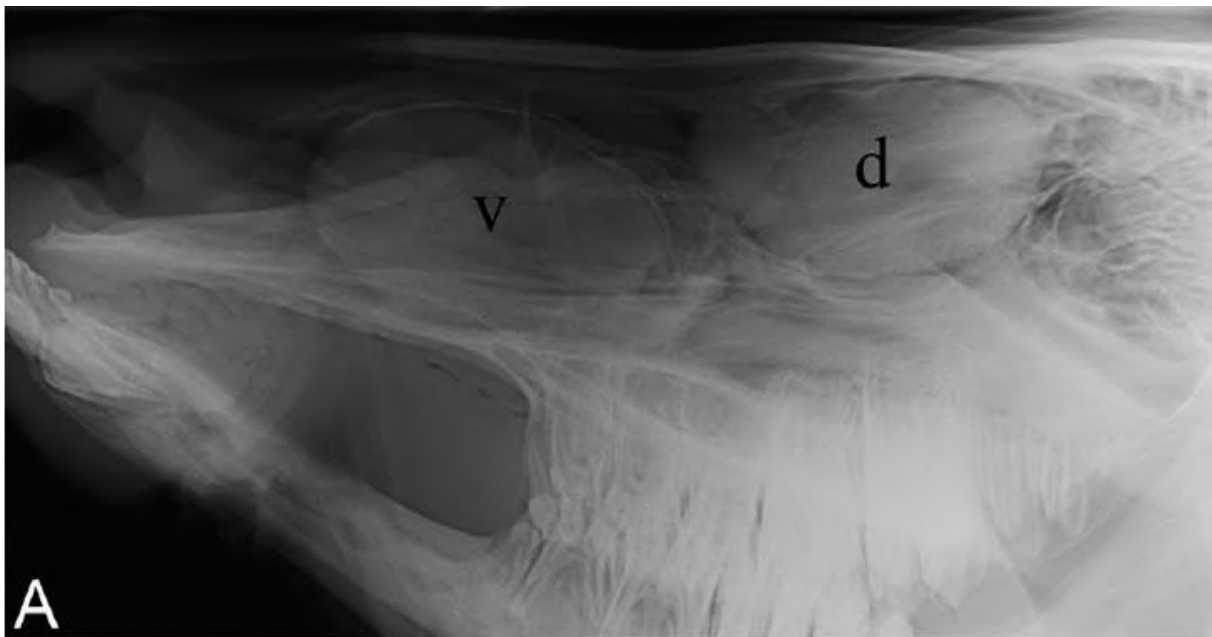


Figure 25 : Radiographie latérale gauche d'une tête de génisse Brune des Alpes d'après (19)

On distingue deux masses d'opacité tissulaire dans le sinus conchal ventral (v) et le sinus conchal dorsal (d) correspondant à des kystes des sinus conchaux. Les sinus palatin et maxillaire semblent remplis de liquide.

L'examen tomodensitométrique apporte une grande valeur ajoutée à la radiographie dans le diagnostic des kystes sinusaux puisqu'il permet de visualiser la présence de multiples kystes s'il y en a et de définir les limites précises du ou des kystes visualisés. (Figure 26)

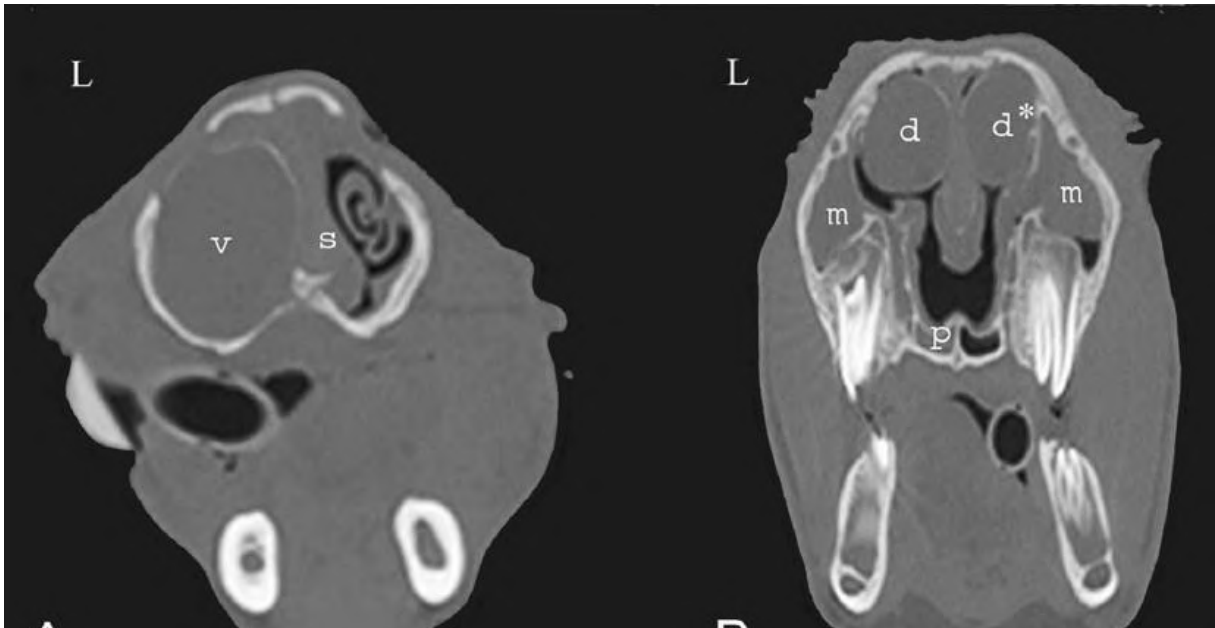


Figure 27 : Coupes transversales du crâne de la génisse Brune des Alpes acquise par examen tomodensitométrique au niveau du diastème (A) et de la deuxième molaire (B) d'après (19)

L'image A permet d'observer le kyste (v) présent dans le sinus conchal ventral gauche, de plus, le septum nasal (s) est dévié vers la droite. L'image B met en évidence deux kystes présents dans les deux sinus conchaux dorsaux (d et d*). On peut également voir que les deux sinus maxillaires (m) et le sinus palatin gauche (p) sont remplis de matériel d'opacité liquidienne.



Figure 26 : Photographie réalisée lors d'une endoscopie préopératoire des voies respiratoires d'une génisse Prim'Holstein de 14 mois d'après (19)

Le méat nasal ventral est presque complètement obstrué par le kyste du sinus conchal ventral (V). On peut voir que le kyste est recouvert de muqueuse respiratoire.

L'endoscopie est également un examen complémentaire envisageable dans le diagnostic des kystes des sinus paranasaux bien qu'elle ne permette pas toujours de visualiser toutes les limites des kystes visualisés. (Figure 27)

Le traitement des kystes paranasaux est chirurgical et dépend de la localisation du kyste. Il peut se faire par endoscopie ou par lambeau osseux maxillaire ou fronto-nasal. Le retrait total du kyste donne un bon pronostic post-opératoire chez les bovins, avec peu de réapparitions si les marges d'exérèse ont été respectées. (Figure 28)



Figure 28 : Coupes transversales du crâne d'une génisse Brune des Alpes acquises par tomodensitométrie au niveau de la dernière prémolaire avant une chirurgie (A) et 7 mois après une chirurgie de retrait des kystes (B) d'après (19)

L'image A montre la présence d'un kyste dans le cornet nasal ventral droit, le kyste s'est développé après une première chirurgie réalisée 4 mois avant l'acquisition scanner. On observe également une déviation du septum nasal vers la gauche et l'absence de structure du cornet nasal ventral droit. L'image B a été acquise 7 mois après une chirurgie de retrait de deux kystes par volet osseux. Elle montre l'absence de kyste et une reformation du cornet nasal ventral droit caractérisant la bonne évolution post-chirurgicale de l'animal.

Toutes les masses ayant un aspect de tissus mou ne doivent pas être nécessairement interprétées comme des kystes. L'origine néoplasique doit faire partie du diagnostic différentiel de ces masses et l'examen tomodensitométrique ou la radiographie permettent de faire la différence entre une néoplasie osseuse et un kyste.

e. Actinomyose^{14,29}

L'agent étiologique principal de l'actinomyose bovine est *Actinomyces bovis*. Il s'agit d'une bactérie opportuniste toujours présente dans la cavité orale des ruminants. L'affection apparaît lorsque la bactérie va s'inoculer au niveau d'une lésion dans la cavité buccale déjà présente. La bactérie présente un tropisme pour les tissus durs et va donc venir se loger et se développer au niveau des os de l'animal.

L'actinomyose bovine se retrouve quasi exclusivement au niveau de la mandibule des bovins mais on peut également la retrouver au niveau de l'os maxillaire. Elle va créer une ostéomyélite pyogranulomateuse inflammatoire infectieuse. (Figure 29)



Figure 29 : Photographie de la tête d'une vache atteinte d'actinomyose vue de profil d'après (29)

Les premiers signes cliniques visibles sont l'apparition d'une masse ferme, évoluant lentement au niveau de la mandibule ou de l'os maxillaire. Dans certains cas, des ulcérations peuvent apparaître, avec ou sans fistules et avec parfois un écoulement purulent. Lorsque l'infection est avancée, l'éleveur peut également observer une dysphagie liée principalement à la gêne causée par la masse. Avec l'évolution de l'ostéomyélite, le sinus maxillaire est comprimé et les structures environnantes peuvent être déplacées ce qui entraîne des difficultés respiratoires chez le bovin atteint. (Figure 30)



Figure 30 : Photographie d'un crâne osseux de bovin ayant été atteint d'actinomycose.

D'après le site internet : <https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/health-and-disease/bacterial-diseases/lumpy-jaw-wooden-tongue> consulté le 11/06/2022 à 16h00.

La photographie met en évidence les lésions d'ostéomyélite présentes au niveau de la mandibule et de l'os maxillaire gauche du bovin.

Le diagnostic d'actinomycose est souvent présomptif et se base sur la localisation de la masse, son évolution et les signes cliniques associés. En cas de doute, un prélèvement de la masse peut être réalisé pour effectuer une bactériologie spécifique car *A. bovis* est une bactérie anaérobie et donc nécessite un milieu de culture spécifique mais il y a beaucoup de résultats faux négatifs. La cytologie donne de meilleurs résultats diagnostics, de même pour la biopsie et la radiographie. À l'examen tomодensitométrique, on peut facilement observer les lésions d'ostéomyélite entourées de tissu osseux ou fibreux. (Figure 31)

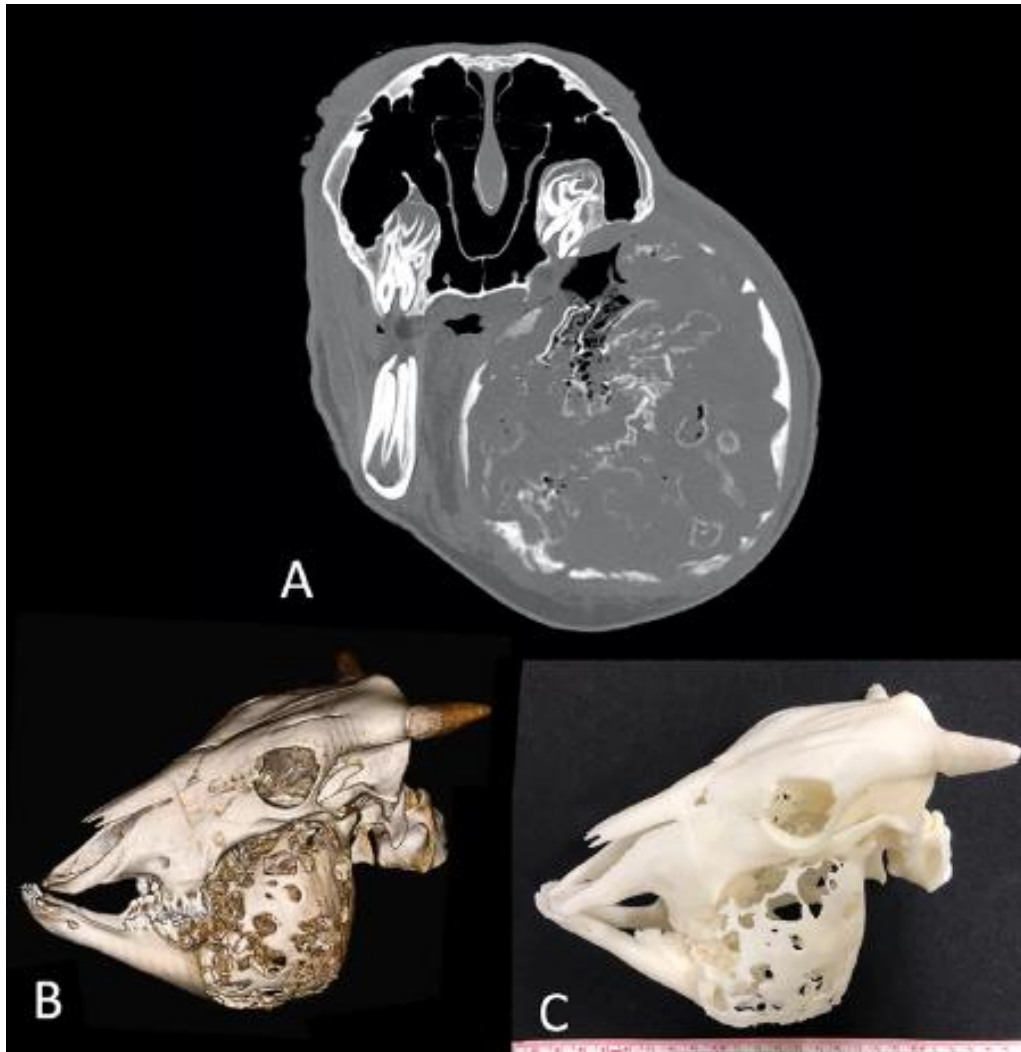


Figure 31 : Coupe transversale d'un crâne de mâle Japanese Black de 3 ans atteint d'actinomycose acquise lors d'un examen tomодensitométrique (A), reconstitution numérique de ce crâne à l'aide du logiciel scanner (B) et modélisation du crâne en 3 dimensions après impression 3D d'après (14)

L'image scanner met en évidence une masse circulaire de densité osseuse remplie de liquide au niveau de la mandibule gauche. Les reconstitutions montrent bien les modifications osseuses créées par l'actinomycose.

Le traitement de l'actinomyose est identique à celui de l'actinobacille : il s'agit d'une thérapie à base d'iodure de sodium. Dans le cas de l'actinomyose, la masse ne va pas nécessairement diminuer de manière significative mais l'objectif du traitement est de tuer les bactéries afin d'arrêter l'évolution de la masse.

C. Déroulement de l'examen tomодensitométrique

1. Principe de la tomодensitométrie ³⁰⁻³⁷

L'appareil de tomодensitométrie est une chaîne radiologique qui fonctionne grâce à un tube à rayons X et un ensemble de récepteurs disposés en couronne. Le principe fondamental de la tomодensitométrie repose sur l'atténuation d'un faisceau de rayons X finement calibré qui traverse un segment du corps. Le tube à rayons X et les détecteurs tournent à 360° autour du patient à examiner et des profils d'atténuation sont alors obtenus à des angles de rotation différents. Ils sont échantillonnés et numérisés puis ces données sont rétroprojetées sur une matrice de reconstruction qui est transformée en image analogique composée de niveaux de gris sur l'écran. (Figure 32)

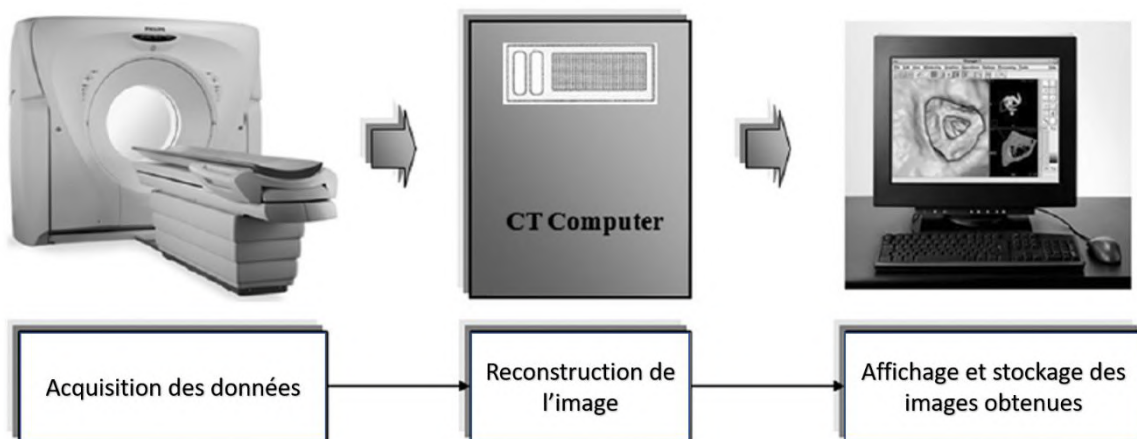


Figure 32 : Principe général du fonctionnement d'un scanner d'après (30) modifié

a. **Principe général de formation de l'image en tomodynamométrie**

L'image obtenue par tomodynamométrie représente une fine section, ou coupe du corps. Elle est composée de petites sections cubiques (éléments de volume), appelées communément voxels, qui sont représentés sur l'écran comme une matrice de pixels (éléments d'image). C'est ainsi qu'un objet en trois dimensions est converti en une image en deux dimensions. (Figure 33)

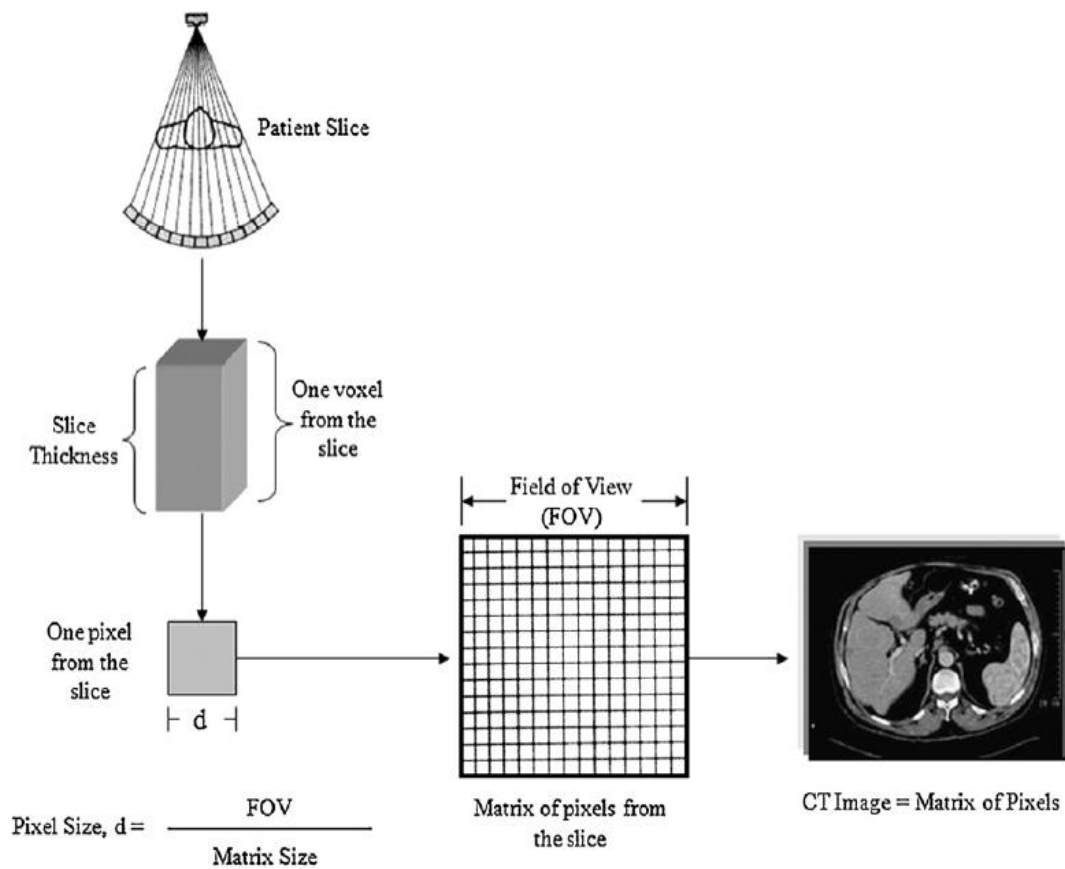


Figure 33 : Relation entre les voxels acquis et la matrice de pixels observée d'après (30)

Chaque voxel de la matrice est associé à un courant électrique dont la localisation spatiale se situe dans une certaine zone du corps et qui est traité par un système informatique spécialisé. L'intensité du courant électrique issu d'un ensemble tissulaire est variable, et se traduit au niveau du système informatique, par une variation de l'intensité lumineuse des pixels de l'image, sur l'écran.

Plus l'intensité du signal tissulaire est élevée (plus l'atténuation des rayons X est importante) et plus le pixel correspondant apparaît clair sur l'écran (blanc). A l'inverse, un signal tissulaire d'intensité faible sera à l'origine d'un pixel plus sombre (gris à noir). De plus, chacun des pixels a un degré précis de noircissement représentant la moyenne du degré d'atténuation des tissus du patient dans une position donnée.

La conversion voxel à pixel est donc liée aux notions de résolution de contraste et de résolution spatiale qui ont été évoqués précédemment.

Ainsi, un large voxel peut contenir un tissu composé de minuscules éléments de composition et caractéristiques biochimiques différentes. Cela implique qu'il peut contenir à la fois du tissu sain et du tissu anormal qui ne seront pas différenciés sur le pixel, ce qui limite les capacités de détection de la tomodensitométrie.

Fréquemment, le facteur limitant est l'épaisseur de coupe réalisée, qui est typiquement la dimension la plus large du pixel. Des coupes plus fines donnent une meilleure qualité d'image mais entraînent également une augmentation du temps d'acquisition et donc de l'anesthésie de l'animal.

b. Formation de l'image en tomodensitométrie

L'atténuation du faisceau de rayons X à l'origine de l'image scanner est quantifiée par la différence entre l'intensité des rayons X du faisceau initial et celle captée par les récepteurs de l'appareil. Le faisceau initial est atténué lorsqu'il traverse une certaine épaisseur d'un matériau spécifique et cette atténuation est appelée taux d'absorption. Comme en radiographie conventionnelle, cette atténuation du faisceau initial de rayons X dépend de l'énergie de ces derniers, de la profondeur des tissus traversés, de la densité physique, de la densité électronique, et du numéro atomique des tissus pris individuellement dans le champ d'examen.

Le taux d'absorption est caractérisé par le coefficient d'atténuation linéaire (μ) et l'équation suivante permet de rendre compte des interactions tissus-rayons X :

$$N_x = N_0 \cdot e^{-\mu x}$$

Avec N_x : nombre de photons transmis après avoir traversé une épaisseur x d'un matériau, mesuré par le récepteur.

N_0 : nombre initial de photons détectés à la sortie du tube à rayons X.

e^x : la fonction exponentielle.

x : épaisseur du matériau traversé (en cm).

μ : coefficient d'atténuation linéaire total des tissus traversés (en cm^{-1}).

Comme N_0 n'est pas nul et que la fraction $\frac{N_x}{N_0}$ est positive, on obtient ainsi l'équation suivante qui permet d'exprimer μx :

$$\mu x = -\ln\left(\frac{N_x}{N_0}\right)$$

Avec $\ln(x)$: la fonction logarithme népérien.

Les valeurs N_x et N_0 étant mesurées par le système, il est alors possible de calculer μx .

Par ailleurs, le faisceau rencontre des structures de densité et d'épaisseur différentes sur son trajet. L'atténuation dépend donc de plusieurs inconnues $\mu_1 x_1, \mu_2 x_2, \dots, \mu_n x_n$. Cependant, l'atténuation mesurée par le récepteur dépend de toutes les structures traversées et donc la valeur de μ calculée est une valeur moyenne. (Figure 34)

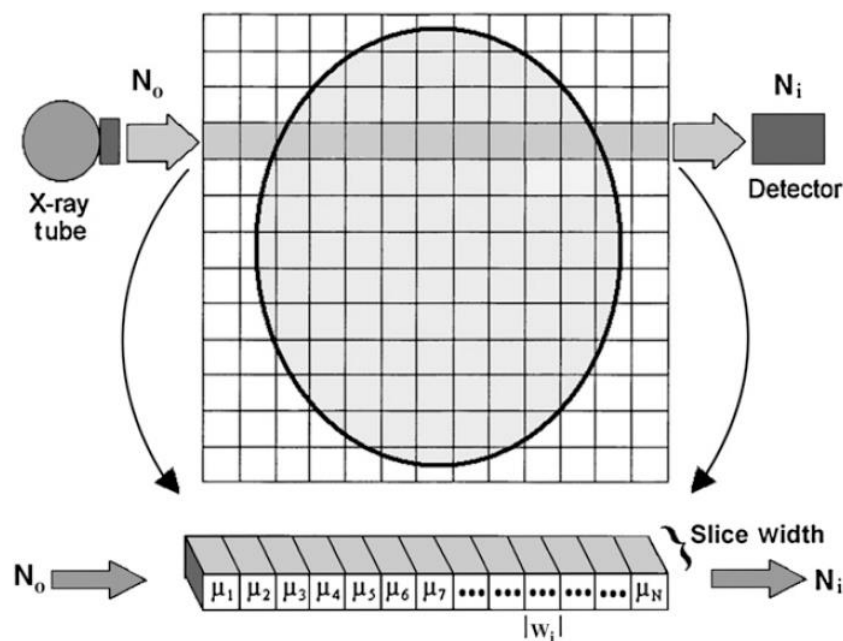


Figure 34 : Schéma montrant l'atténuation de faisceaux de rayons x due au passage à travers différentes structures d'après (31)

Le détecteur de l'appareil de tomодensitométrie transforme ensuite les photons du faisceau de rayons X atténué en un signal électrique. Le signal est donc directement proportionnel à l'intensité du faisceau de rayons X.

Le profil d'atténuation appelé également projection correspond alors à l'ensemble des signaux électriques fournis par la totalité des détecteurs, pour un angle de rotation donné. Un mouvement de rotation autour du grand axe de l'objet à examiner permet d'enregistrer une série de profils d'atténuation, pour une même coupe, selon des angles de rotation différents (de l'ordre de 1000 mesures de μ par rotation).

Ainsi, la tomодensitométrie permet de détecter de petites différences d'atténuation du faisceau de rayons X par les tissus et différencie ainsi des tissus avec seulement 0,5% de différence de densité. La radiographie conventionnelle ne détecte pas de différence d'atténuation pour des tissus avec moins de 10% de différence de densité.

Les projections sont ensuite échantillonnées et numérisées. Une fois tous les profils d'atténuation obtenus pour toutes les incidences (n incidences), les valeurs de μ sont converties par l'ordinateur en Unités d'Hounsfield (HU), correspondant aux différentes couleurs allant du blanc au noir en passant par les différentes nuances de gris. Ces valeurs reflètent les différentes densités tissulaires. La conversion précédente permet de reconstruire une image du plan de coupe étudié grâce aux n projections obtenues suivant n angles de rotation différents.

La valeur de HU peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$HU_{tissu} = 1000 \left(\frac{\mu_{tissu} - \mu_{eau}}{\mu_{eau}} \right)$$

Les valeurs de HU calculées sont normalisées au coefficient d'atténuation linéaire de l'eau, correspondant à la densité d'un voxel contenant de l'eau pure. L'eau représente donc la valeur zéro, alors que l'air a une valeur de -1000 HU et le calcium a une valeur de +1000 HU. L'éventail varie de -1000 à +4000 HU, et dans le corps, les différents tissus et organes ont une valeur HU caractéristique. (Figure 35)

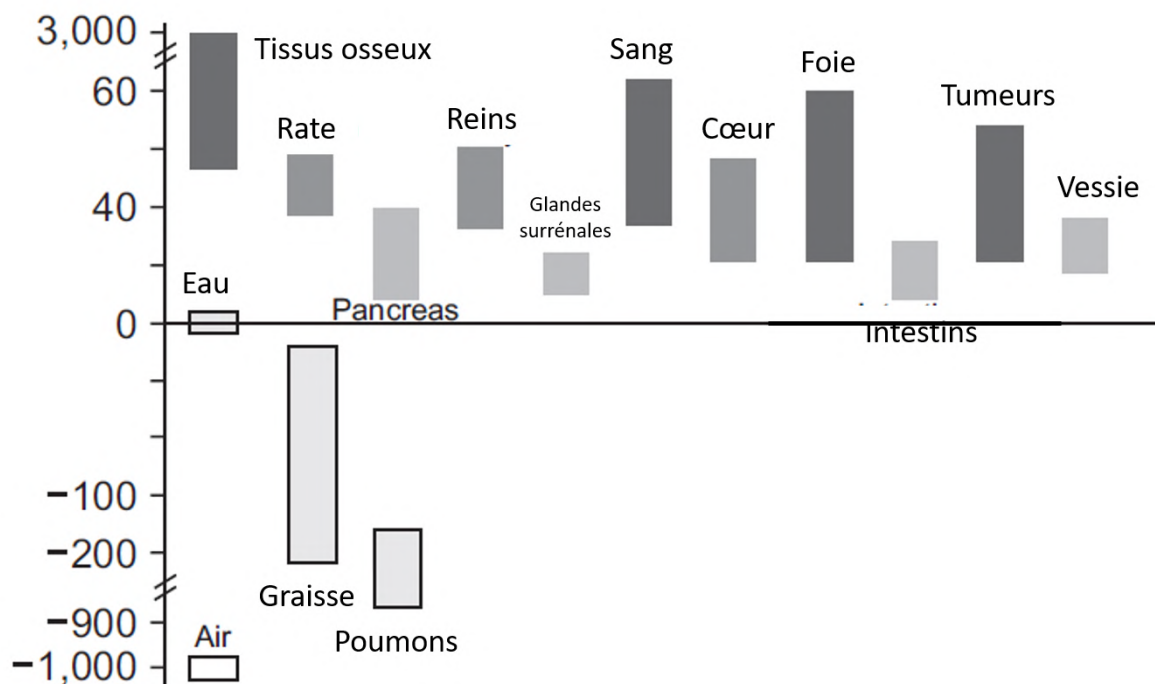


Figure 35 : Plages de valeurs en unités d'Hounsfield des différents organes d'après (32) modifié

Les deux densités définies sur cette échelle sont l'eau (0 HU) et l'air (-1000 HU). Les autres tissus et matériaux sont plus variables. La moyenne de l'échelle de Hounsfield est déterminée par la sensibilité des détecteurs et la capacité de stockage du système informatique. De cette façon, on remarque que des différences de densité tissulaires, même subtiles, peuvent être détectées par le scanner, d'où la meilleure résolution de contraste par rapport à la radiographie conventionnelle. Les structures osseuses ou métalliques sont dans des nuances de blanc à gris clair, tandis que les fluides et les tissus mous sont dans des nuances de gris. L'air est représenté en noir.

Cependant, l'œil humain ne permet de distinguer que 20 à 30 niveaux de gris, ainsi les 4000 paliers de densité ne peuvent pas être vus simultanément sur l'écran. Il est donc nécessaire d'ajuster l'image à une gamme précise de niveaux de gris, en s'adaptant au tissu examiné. C'est ce qu'on appelle une « fenêtre » technique.

Deux paramètres modulables définissent la fenêtre technique (Figure 36):

- Le niveau (window level : WL) : valeur centrale des densités du tissu d'intérêt, détermine l'exposition de l'image
- La largeur de la fenêtre (window width : WW) : détermine le nombre de niveaux de densité et donc le contraste

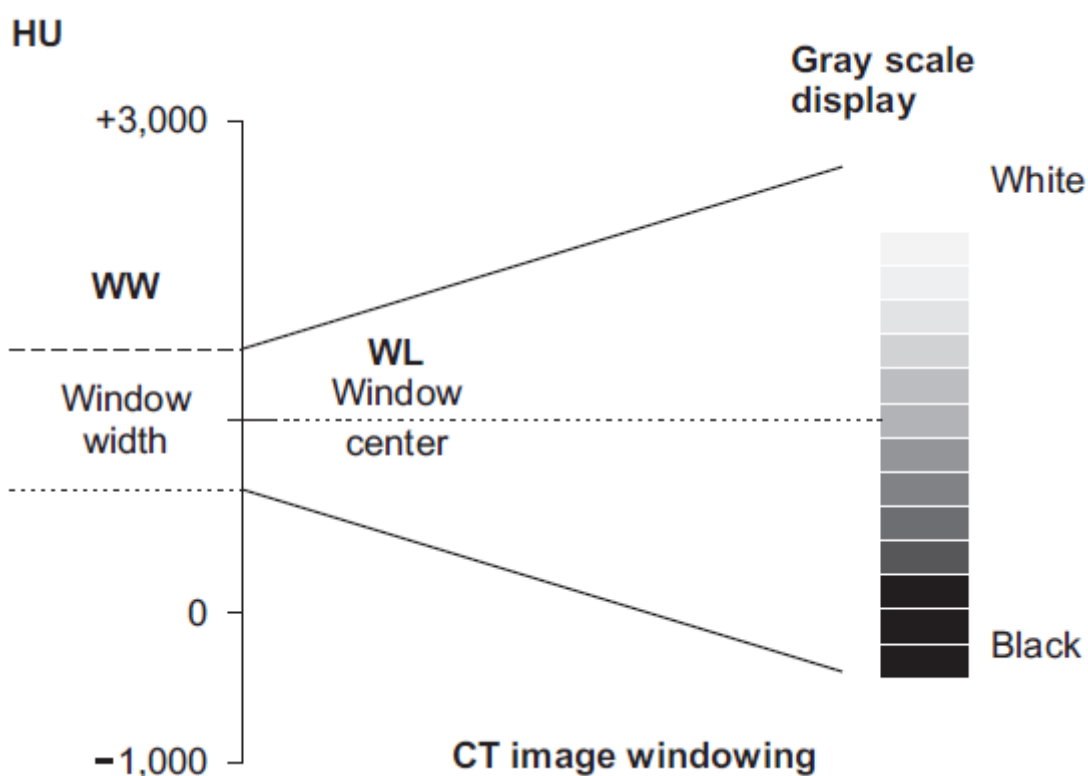


Figure 36 : Principe de fonctionnement d'une fenêtre technique d'après (32)

En augmentant la fenêtre, l'image s'enrichit de niveaux de gris mais le contraste diminue entre les structures de l'image. En diminuant la fenêtre, le contraste augmente.

Les imageurs sélectionnent donc un niveau de fenêtre (WL) centré sur la densité du tissu d'intérêt et une largeur de fenêtre (WW) suffisante pour inclure les densités du tissu d'intérêt. Ainsi, les réglages de fenêtre pour observer les poumons sont différents de ceux pour observer les tissus mous qui sont également différents de ceux pour observer les os. Les valeurs numériques sont données en Unités Hounsfield.

On distingue deux types généraux de fenêtres : les fenêtres de type « os » et les fenêtres de type « tissus mous » (Figure 37) :

- Les fenêtres de type « os » permettent de repérer les reliefs et la structure du tissu osseux. Elles sont en général choisies larges : toute la largeur de l'échelle de Hounsfield. Ainsi, on augmente au maximum la résolution spatiale mais on perd en résolution de contraste.
- Les fenêtres de type « tissus mous » sont utilisées lorsqu'on cherche à explorer des organes peu calcifiés. Elles sont en général assez étroites et centrées autour du coefficient d'absorption du tissu choisi.

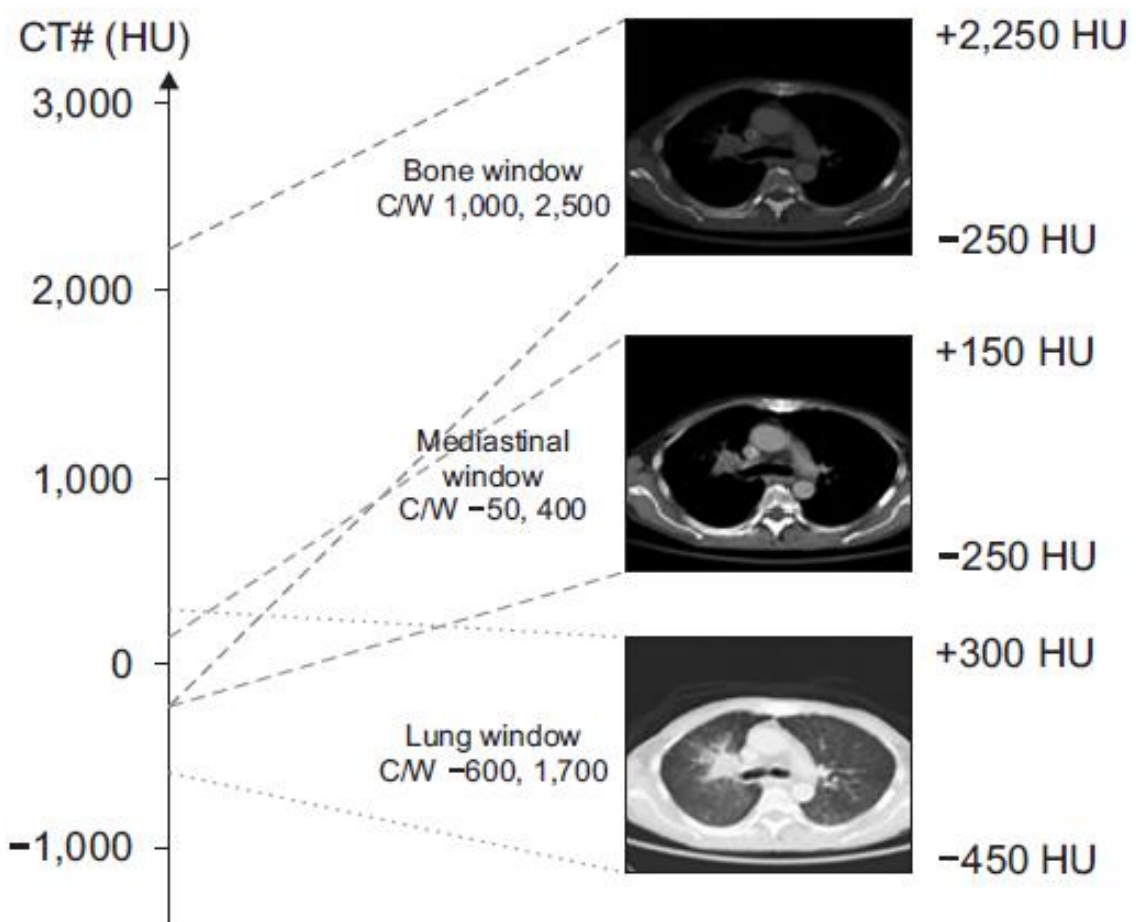


Figure 37 : Images scanner d'un thorax humain affichées en fenêtre osseuse (Bone), médiastinale (Médiastral) et pulmonaire (Lung) d'après (32)

c. *Fonctionnement de l'appareil en tomodensitométrie*

L'appareil de tomodensitométrie fonctionne selon une chaîne radiologique qui se compose de :

- Un arceau : en forme d'anneau, permettant de scanner le patient. Il est composé d'un tube rotatif générateur de rayons X (X-Ray tube) et d'un système de détection (Detector array). Ces systèmes de détection peuvent être de deux types différents : chambres d'ionisation au xénon ou détecteurs solides. (Figure 38)
- Une table motorisée sur laquelle repose le patient et qui se déplace selon le plan horizontal permettant l'acquisition des données. Pour les bovins, cette table peut être réalisée sur mesure (cf. I.C.2. Positionnement des bovins).
- Un système d'ajustement des paramètres d'acquisition et de reconstruction de l'image (ordinateur) relié à une console de visualisation de l'image

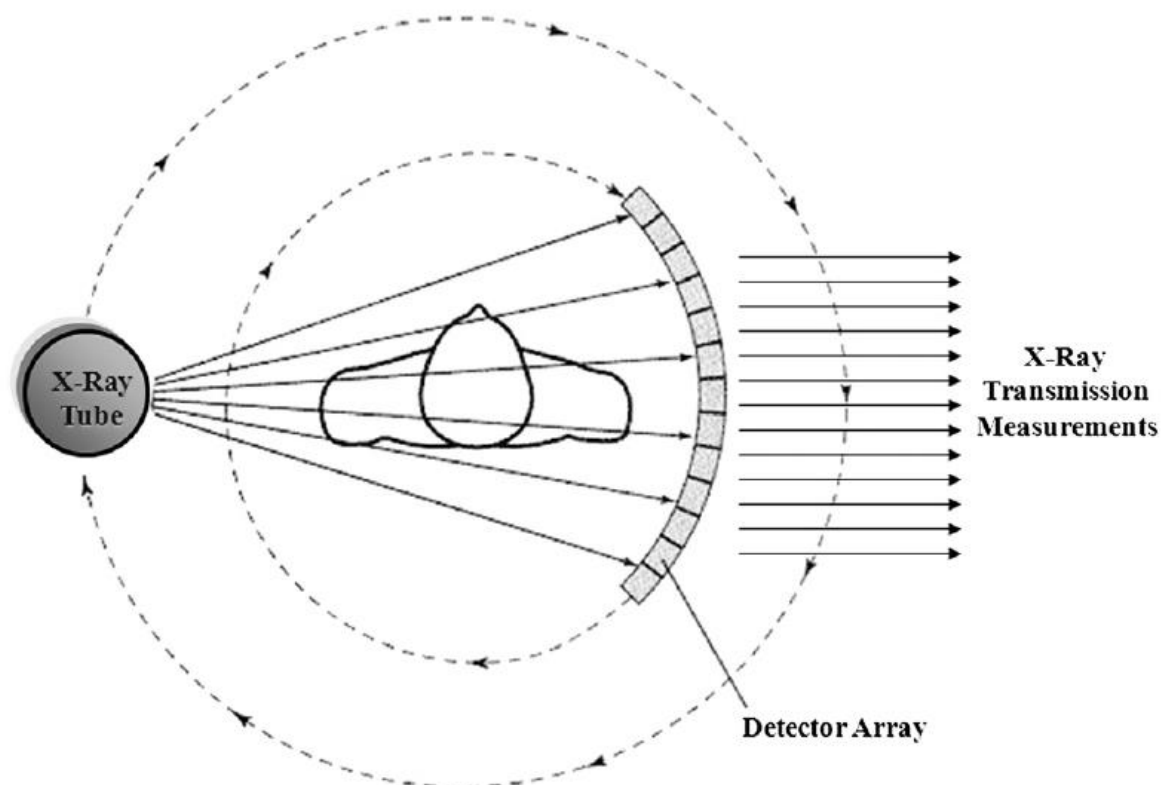


Figure 38 : Principe de fonctionnement général de l'arceau d'un appareil scanner chez l'Homme d'après (30)

X-Ray transmission measurements, Transmission des valeurs d'atténuation mesurées.

Plusieurs appareils de tomodensitométrie sont disponibles sur le marché mais ils peuvent être regroupés en deux catégories distinctes :

- - Les mono-coupes : pour ce type de scanner, une seule rangée de détecteurs est présente. Chaque rotation du tube à rayons X réalise une coupe anatomique unique.
- - Les multi-coupes : En général, ce sont des scanners plus modernes. Plusieurs rangées de détecteurs sont présentes et permettent l'acquisition de coupes anatomiques multiples à chaque rotation du tube à rayons X. Les premiers appareils multi-coupes comprenaient deux rangées de détecteurs, puis des appareils avec quatre, six, huit, seize..., 128 rangées et plus ont été développés.

Chacun de ces appareils permet d'obtenir des images selon un mode séquentiel (axial) ou hélicoïdal (Figure 39) :

- Dans le mode séquentiel, la table reste immobile au cours de l'acquisition des images puis se déplace légèrement après chaque rotation du tube à rayons X. Le processus est répété afin de créer une série d'images en tranche de la zone examinée. Dans le cas de l'utilisation de scanners possédant 1 à 8 détecteurs, le mode séquentiel est celui qui permet d'obtenir la meilleure résolution d'image.
- Dans le mode hélicoïdal, le mouvement de la table dans l'arceau se fait de manière continue et simultanée avec la rotation du tube à rayons X. Ce mode permet l'acquisition d'images plus rapidement, et donc le balayage de larges zones en quelques secondes. Si le scanner possède au moins 16 détecteurs, la qualité d'image obtenue est toujours supérieure à celle acquise en mode séquentiel. De plus, ce mode permet la réalisation des coupes très fines (inférieures à 0,5mm), permettant ainsi la visualisation de petits détails.

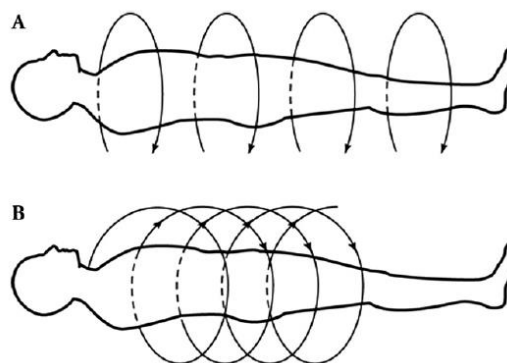


Figure 39 : Différence de fonctionnement entre le mode séquentiel (A) et le mode hélicoïdal (B) ici chez un patient humain d'après (30)

Avant de commencer l'acquisition d'image, il est nécessaire de régler les paramètres suivants appelés paramètres d'acquisition :

- La collimation primaire : il s'agit de la largeur de collimation du faisceau de rayons X à la sortie du tube. Elle détermine l'épaisseur de coupe et est choisie par l'examineur. L'épaisseur peut varier entre 1 et 10 mm selon la précision et le temps d'acquisition souhaités : des coupes plus fines donnent une meilleure résolution spatiale mais correspondent aussi à un temps d'acquisition plus long. Chez les bovins, des coupes de 5mm d'épaisseur correspondent à un réglage correct lors d'acquisition d'images de la tête.
- La tension (kV) qui permet de moduler le contraste (force de pénétration des rayons X)
- Le temps de rotation (s) : il conditionne le temps d'acquisition d'une séquence (résolution temporelle). Les scanners hélicoïdaux mono-coupe permettent d'atteindre des temps d'acquisition sur 360° de 0,75 à 0,8 secondes. Le temps de rotation est de 0,5 secondes pour 360° sur les appareils les plus récents multi-coupes et tous les examens peuvent bénéficier de cette vitesse de rotation. Si on augmente le temps de rotation, on bénéficie de plus de mesures (projections) par rotation, ce qui permet d'améliorer la qualité de l'image.
- L'intensité du courant (mA), qui est à l'origine du degré final de noircissement de l'image
- L'épaisseur des coupes (mm) : cette valeur dépend de la collimation primaire
- Le pitch : c'est le rapport entre le pas de l'hélice (distance parcourue par la table pendant une rotation de 360° du tube) et la collimation du faisceau de rayons X. Il définit le nombre de coupes et leur espacement : si le pitch est supérieur à 1, deux coupes peuvent être séparées par une zone aveugle. S'il est égal à 1, elles sont jointives, s'il est inférieur à 1, elles sont chevauchantes.
- La direction
- Le champ : diamètre de la tranche anatomique observée sur l'image.

d. Les artefacts

Les artefacts en tomodynamométrie résultent d'une discordance entre les valeurs de densité de l'image reconstruite et les valeurs réelles d'atténuation. Ils peuvent être regroupés en quatre groupes :

- Les artefacts physiques :
 - Durcissement du faisceau (Figure 40) : résulte du fait que les photons de basse énergie sont plus absorbés que ceux de haute énergie et par conséquent, les rayons de faible énergie sont davantage atténués. De ce fait, l'énergie moyenne du faisceau augmente après passage dans un objet. On dit que le faisceau s'est durci. Il peut être limité en augmentant l'énergie du faisceau de rayons X pour homogénéiser le dépôt de dose dans le volume, mais cela augmente l'irradiation du patient.

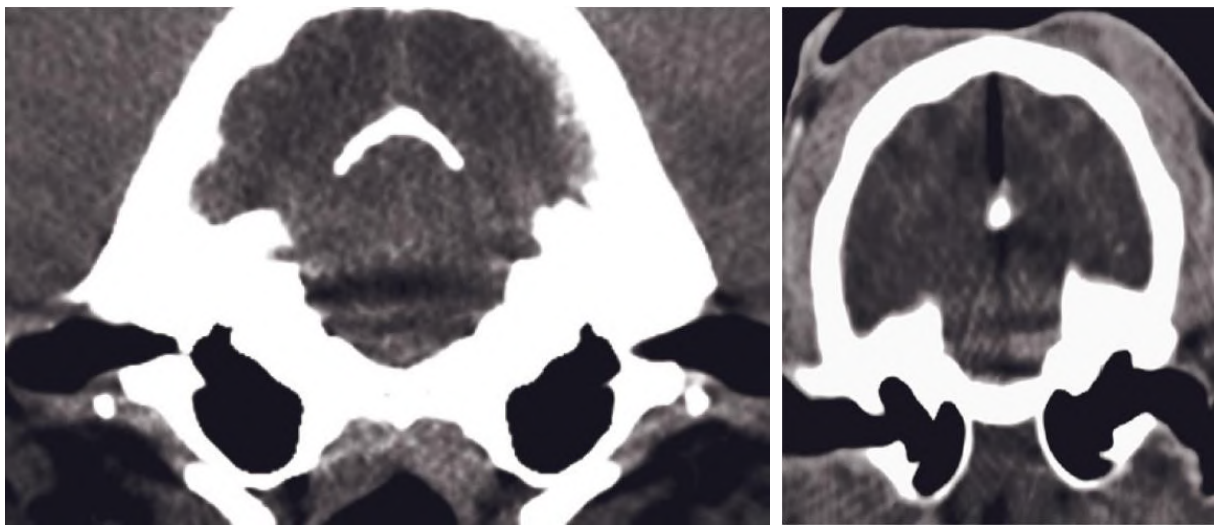


Figure 40 : Deux images montrant un artefact de durcissement du faisceau. À gauche, clarté inter-pétreuse au niveau de la fausse caudale d'un cerveau de chien. À droite, une bande verticale sombre entre la tente du cervelet et le calvarium dorsal d'un chat d'après (35)

- Volume partiel (Figure 41) : se produit lorsque le diamètre de l'objet observé est inférieur à l'épaisseur de la coupe (hauteur du voxel) et conduit à un flou partiel de l'image. Il peut être limité en diminuant l'épaisseur de coupe, ou en réduisant le chevauchement des coupes (pitch).

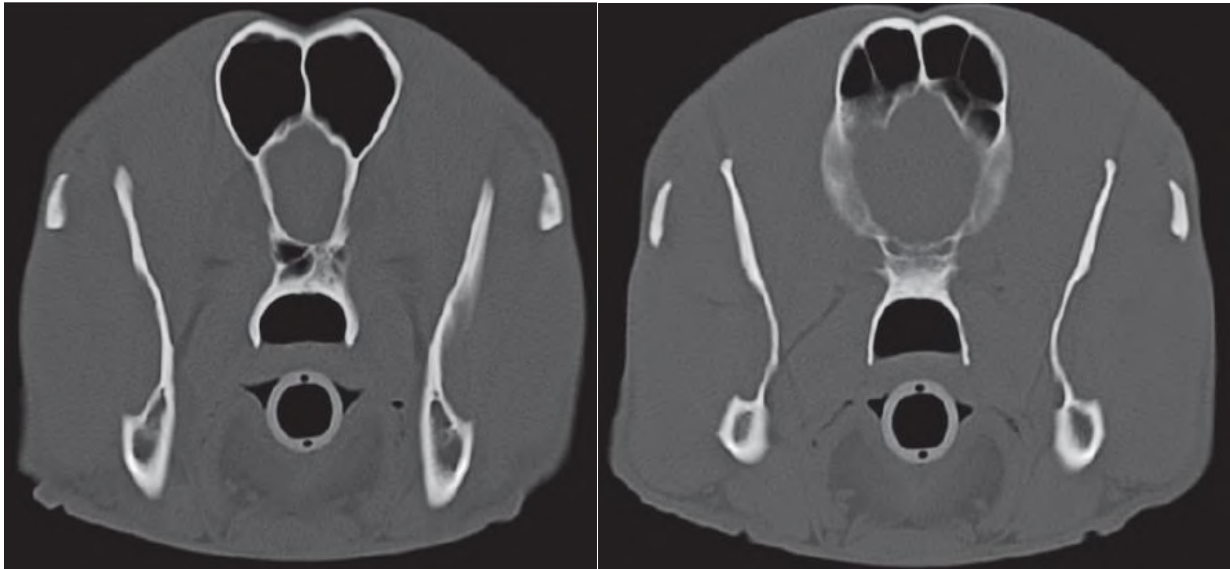


Figure 41 : Effet de l'artefact de volume partiel sur deux images scanner de crâne de chien d'après (35)

À gauche, l'image est acquise au niveau du lobe frontal du cerveau où le calvarium (ensemble des os du crâne) est parallèle à l'axe des z ce qui crée peu d'artefact de volume partiel. À droite, l'image est acquise quelques centimètres caudalement à la première, le calvarium s'étend ici de manière oblique et n'est donc plus tout à fait parallèle à l'axe des z ce qui crée un artefact de volume partiel.

- Manque de photons (Figure 42) : se produit du fait que l'atténuation est plus forte quand le faisceau est horizontal.

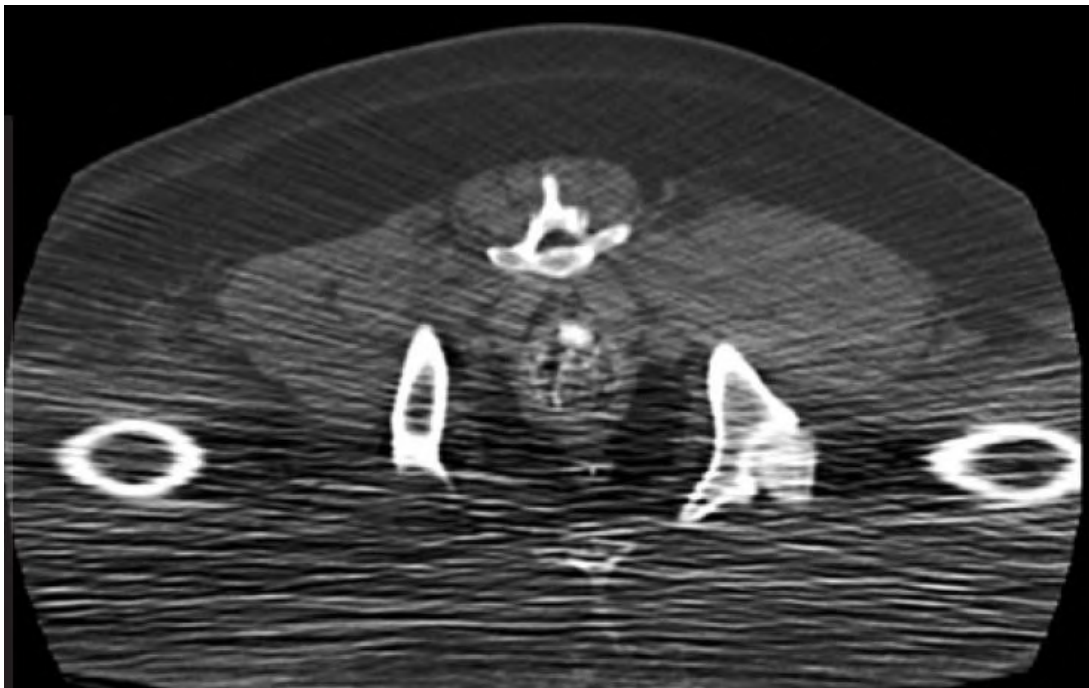


Figure 42 : Image scanner d'un pelvis canin montrant des stries sombres sur l'axe horizontal dues à un manque de photons au niveau des membres pelviens d'après (35)

- Sous-échantillonnage (Figure 43) : dû à une insuffisance de mesure, c'est-à-dire, à un nombre trop faible de projections utilisées pour reconstruire l'image. Il se traduit par des lignes fines au sein de l'image. Pour le corriger, on augmente le nombre de mesures en diminuant la vitesse de rotation ou lors d'utilisation d'un scanner multi-coupes, en diminuant le pitch.

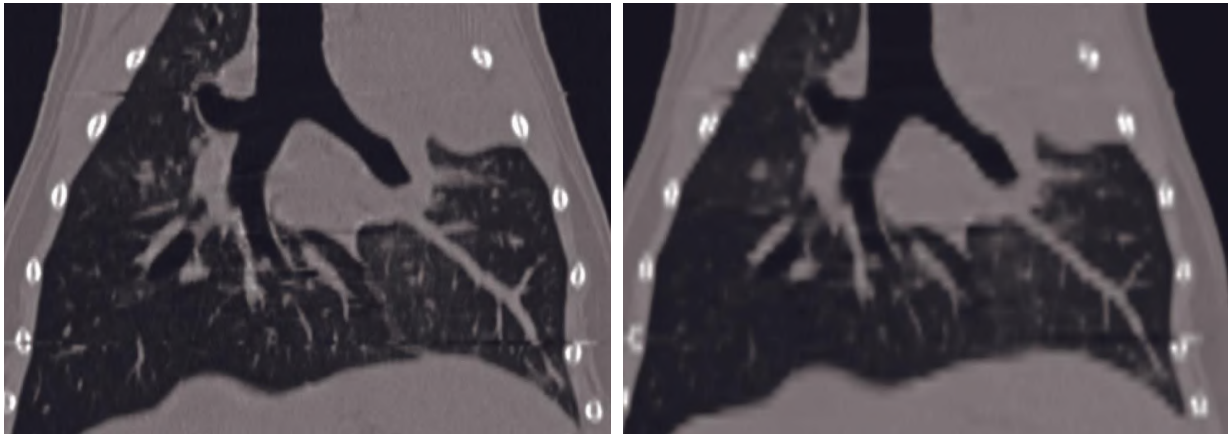


Figure 43 : Exemple d'effet du sous échantillonnage, à gauche reconstruction thoracique d'une image scanner obtenue avec un scanner mono-coupe avec une coupe de 1 mm et un pitch de 1. À droite, la même image obtenue avec un pitch de 5 et les autres paramètres identiques d'après (35)

L'image de gauche montre les détails du poumon alors qu'à droite on peut observer un flou dû à un sous-échantillonnage.

- Les artefacts dus au patient :
 - Métal (Figure 44) : la densité du métal est supérieure à la gamme admise ce qui entraîne une impression de rayonnement sur l'image obtenue.

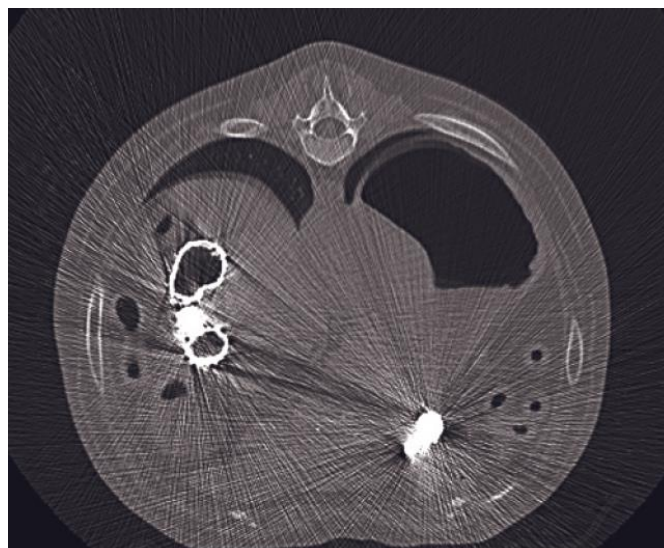


Figure 44 : Artefact métallique de plusieurs parties du colon dû à du contenu résiduel après réalisation d'un transit baryté d'après (35)

- Mouvement (Figure 45) : dû au mouvement du patient au cours de l'acquisition des images. Cela entraîne des images doubles ou floues. Chez les bovins, cet artefact est largement diminué du fait de l'anesthésie générale et des zones d'acquisition : tête et éventuellement parties distales des membres de l'animal. Cela peut néanmoins arriver dans certains cas du fait des mouvements respiratoires.

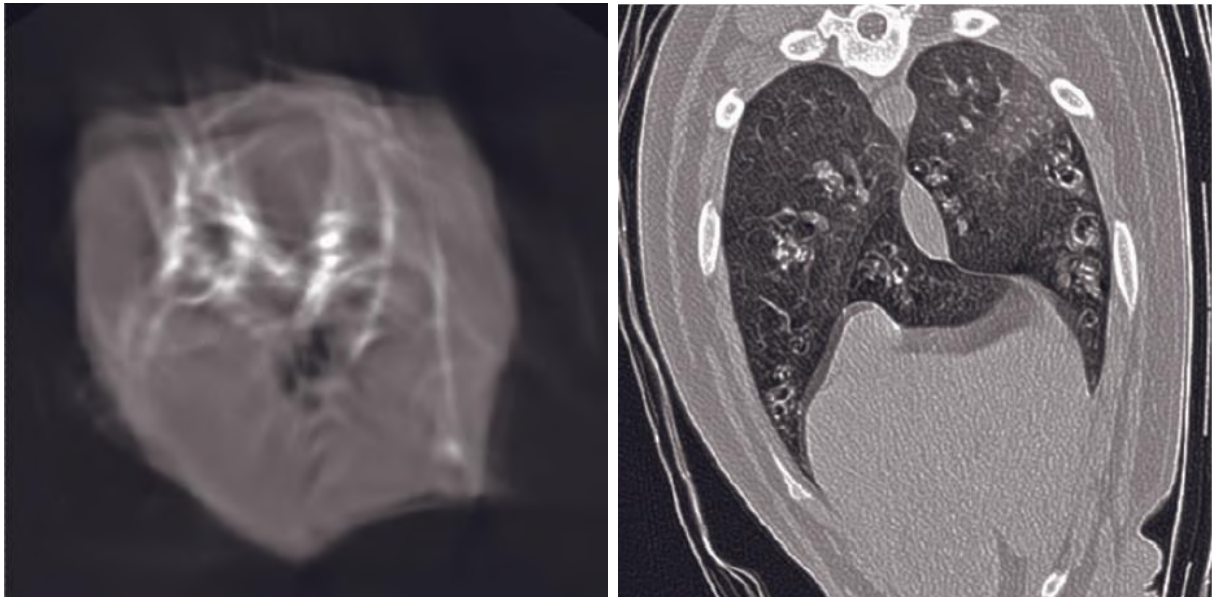


Figure 45 : Exemples d'artefacts de mouvement, à droite un flou causé par un chat bougeant la tête et à droite on observe un double contour pulmonaire dû à la respiration lors d'un scanner de thorax de chien d'après (35)

- Les artefacts dus au scanner :
 - Ring artefact (Figure 46) : se produit si un récepteur est mal calibré. Il se traduit par un anneau lumineux ou sombre autour du centre de rotation. Il faut alors étalonner de nouveau le détecteur.

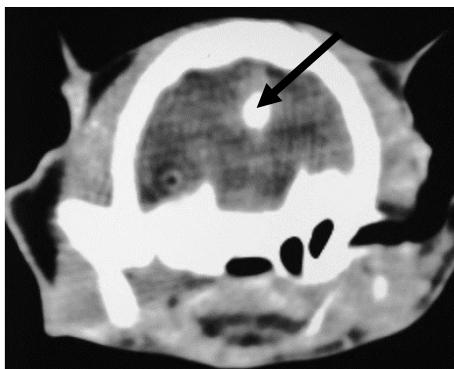


Figure 46 : Ring artefact (flèche) au niveau du lobe temporal droit du cerveau d'un chat d'après livre (35) modifié

- Les artefacts dus au mode hélicoïdal et multi-coupes :
 - Hélicoïdal : se traduit par des distorsions de l'image et par des anomalies de densité linéaire. Des bandes peuvent apparaître aux interfaces de structures présentant des densités opposées. Pour les limiter, il faut d'abord réduire la collimation, et si cela ne suffit pas, le pitch.
 - Cône (Figure 47) : c'est le principal facteur limitant lors de l'acquisition de coupes simultanées avec des scanners multi-coupes. Avec ces derniers, le faisceau de rayons X présente un cône dans l'axe des z : les rayons X atteignent les rangées de détecteurs les plus externes de manière oblique. Cette obliquité dégrade la qualité de l'image en périphérie.

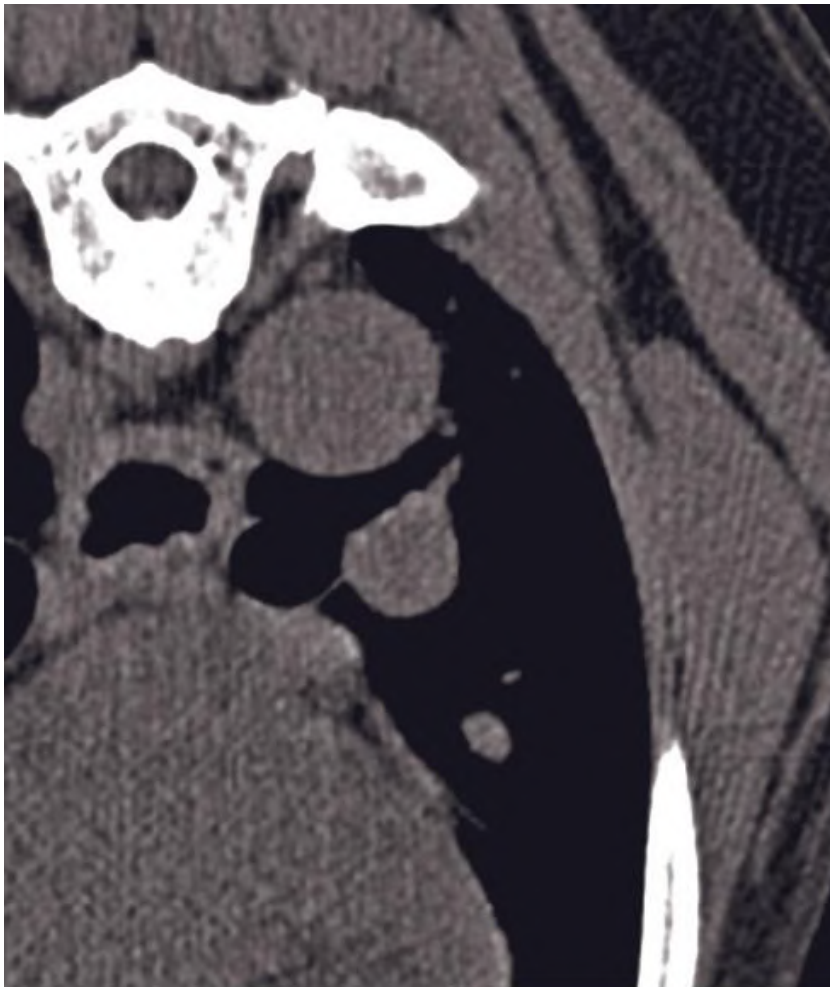


Figure 47 : Exemple d'un artefact de faisceau conique : stries sombres provenant d'une côte de chien dans l'angle inférieur droit de l'image d'après (35)

2. Positionnement des bovins et valeurs de coupes utilisées ^{14,38-43}

Comme détaillé plus tôt (cf. I.C.1) le temps d'acquisition dépend fortement du réglage de l'épaisseur de coupe et du type d'appareil utilisé et peut varier de 30 secondes à 30 minutes pour un examen de la tête.

Afin de faciliter le positionnement du bovin sur la table de scanner et d'éviter les artefacts de mouvement durant l'acquisition, l'examen de tomographie assistée par ordinateur doit se dérouler sous anesthésie générale. La balance bénéfices de l'examen/risques de la procédure doit donc être évaluée avant de prendre la décision de réaliser un examen tomographique.

Il existe plusieurs protocoles d'induction et de maintenance de l'anesthésie générale des bovins, tant en anesthésie fixe que volatile. Par exemple, un protocole d'anesthésie fixe de courte durée souvent utilisé sur le terrain est l'administration intraveineuse (IV) de 0,1 à 0,2 mg/kg de xylazine (0,1 mg/kg pour bovins > 600 kg) avant ou en même temps que l'injection IV de 2 à 3 mg/kg de kétamine. Cette anesthésie dure environ 20 à 30 minutes et peut être prolongée d'environ 15 min avec peu de risque par une injection IV du tiers voire de la moitié de la dose initiale d'anesthésiques utilisée. Pour une anesthésie volatile, l'utilisation d'un protocole permettant une bonne myorelaxation permet de faciliter l'intubation du bovin. Par exemple, l'induction peut se faire avec une injection IV de 0,1 mg/kg de diazépam suivie immédiatement d'une injection IV de 4,5 mg/kg de kétamine. Une fois l'intubation réalisée, la maintenance anesthésique peut se faire à l'aide d'isoflurane à environ 2%, le flux étant ajusté en fonction de la sensibilité de chaque patient.

Pour réaliser l'examen tomodensitométrique de la tête du bovin, celui-ci est placé en décubitus dorsal sur la table. Un palan peut être utilisé pour faciliter le déplacement depuis la salle d'anesthésie et le placement du bovin sur la table d'examen. Les quatre membres sont ensuite fixés aux coins de la table par des cordes et le corps de l'animal peut être maintenu dans l'axe de l'appareil avec du rembourrage radio-transparent. (Figure 48)



Figure 48 : Photographie d'un bovin placé et maintenu en décubitus dorsal sur une table de scanner. d'après (40)

Pour un examen tomodensitométrique, il est recommandé de mettre le bovin à jeun 24 à 36h avant l'examen afin de réduire le tympanisme ruminal, de limiter les risques de régurgitation et de faciliter la respiration en décubitus dorsal. L'accès à l'eau peut se faire jusqu'à environ 6h avant l'anesthésie. Une perfusion de soluté isotonique peut être mise en place durant l'anesthésie afin de soutenir les fonctions cardiovasculaire et rénale du bovin.

Le positionnement de la tête du bovin est très important lors de la réalisation d'images diagnostiques. Le plan d'image doit être perpendiculaire à l'axe du bovin et au palais dur. Pour cela, l'acquisition de deux topogrammes est effectuée afin de vérifier le bon positionnement du bovin avant de lancer l'examen tomodensitométrique. Il faut également bien fixer le corps et la tête de l'animal et limiter les mouvements respiratoires pour limiter la formation d'images artéfactuelles. Cependant, il est nécessaire de prendre soin de ne pas provoquer une hyperextension de l'encolure du bovin durant l'acquisition, car cela pourrait provoquer une paralysie laryngée. (Figure 49)



Figure 49 : Positionnement et fixation de la tête d'un bovin lors d'un examen tomodensitométrique d'après (40)

Pour l'imagerie du bovin, les épaisseurs utilisées dans la bibliographie sont de 0,5mm à 8mm avec des voxels cubiques, chaque pixel représentant donc une section de 0,5 à 8mm de côté. Des coupes plus fines donnent une meilleure résolution spatiale mais elles correspondent aussi à un temps d'acquisition plus long et donc à une anesthésie plus longue, cette fine épaisseur de coupe trouvée dans la bibliographie est donc à relier au fait que les acquisitions sont souvent faites sur des cadavres.

D. Recueil bibliographique de cas cliniques utilisant l'examen de tomodynamométrie

1. Lipome infiltratif nasal congénital chez un veau ⁴⁴

Il s'agit d'un cas de lipome infiltratif nasal congénital chez une velle Prim'Holstein de 5 mois.

La velle a été admise au service de médecine interne de l'université de médecine vétérinaire de Milan pour évaluer une masse évoluant du côté gauche de la tête depuis sa naissance. L'éleveur rapporte également que la velle ne profite pas, son gain moyen quotidien (GMQ) est trop faible.

À l'examen clinique d'entrée, il n'y a pas d'autre anomalie visible sur l'animal. La masse déforme tout le côté gauche de la face (Figure 50), elle est sphérique, s'étend de la lèvre supérieure gauche jusqu'à la marge entre le canthus latéral et l'oreille.



Figure 50 : Photographie de face de la velle montrant la déformation faciale gauche créée par la masse d'après (14)

Il y a également présence d'œdème et d'une ptose du coin latéral gauche de la bouche. À l'examen rapproché, la masse mesure environ 25 cm de diamètre, est ferme et lisse. La masse n'est pas douloureuse à la palpation et la sensibilité faciale est toujours présente, il y a une diminution de la mobilité de la lèvre supérieure gauche qui a été attribuée à l'œdème sévère présent sur la zone.

L'examen de la cavité orale montre une asymétrie des os maxillaires associée à un déplacement et un réarrangement des dents gauches formant une arcade concave médialement. La muqueuse orale est intacte.

Le diagnostic différentiel émis par les cliniciens de l'université comprend un méningocèle ou un méningo-encéphalocèle, un kyste congénital, un abcès ou un néoplasie associé à de l'œdème.

Une cytoponction à l'aiguille fine a été réalisée et colorée au May-Grünwald Giemsa et montrait des groupes d'adipocytes différenciés revenant en faveur d'un lipome.

Des radiographies de contrôle du crâne ont été réalisées et on peut observer une lésion extensive de l'os maxillaire gauche associée à une déformation du sinus maxillaire correspondant et à un arrangement irrégulier des dents. L'orbite de l'œil gauche est de taille augmentée et déplacée rostralement. L'os vomer, la cloison nasale et les processus ptérygoïdes ont été déplacés vers la droite par la masse. Enfin on observe un déplacement médial du conduit auditif externe.

La clinique a décidé de réaliser un examen tomодensitométrique de la face afin d'évaluer de façon plus précise l'extension de la masse. Des coupes transversales continues de 8 mm de long ont été acquises (Figure 51). La masse observée a une valeur d'atténuation moyenne de -108,1 HU (compatible avec un tissu d'adipose) et s'étend de la partie rostrale du sinus palatin gauche jusqu'au bord caudal de la fosse temporale gauche. Rostralement, la masse a déplacé le foramen infra-orbitaire et la partie rostrale du processus alvéolaire de l'os maxillaire. Caudalement, en évoluant, la masse a divisé la lame spirale osseuse, séparant les sinus palatins et maxillaires en s'étendant dans le tissu sous-cutané. Aucune anomalie n'a été détectée à l'observation du crâne et du cerveau.

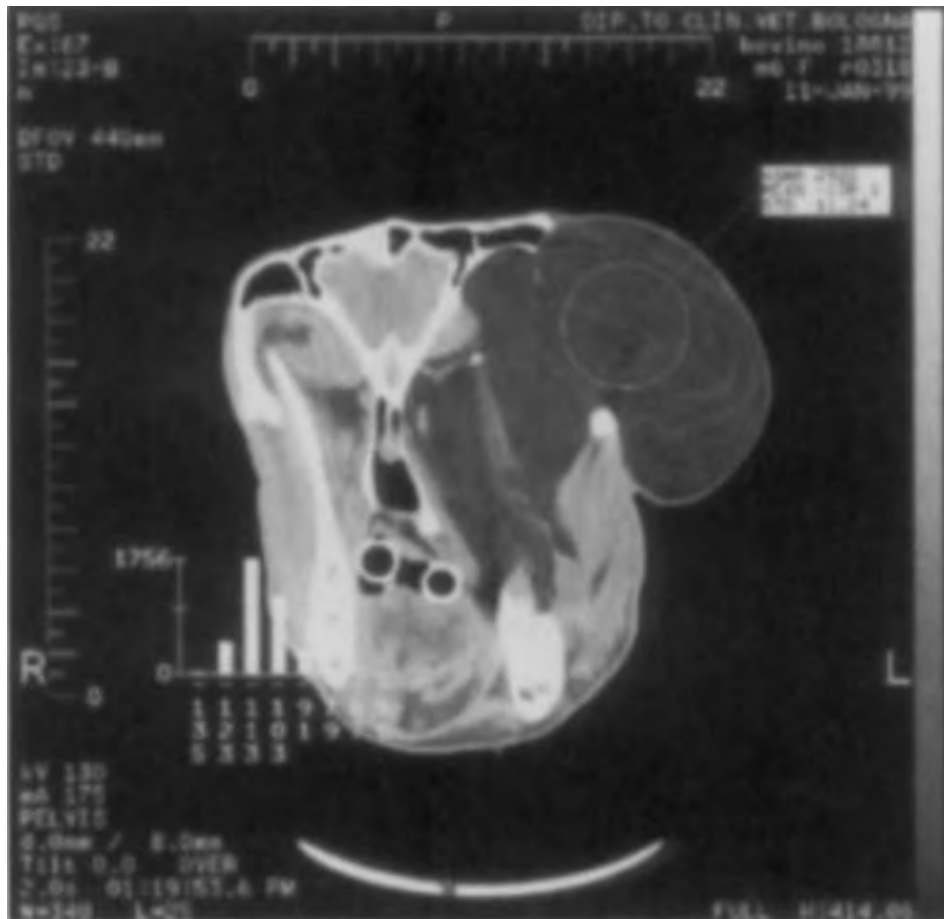


Figure 51 : Image scanner de la velle Prim'Holstein acquise au niveau du plan moyen de la masse d'après (14)

Tous les examens complémentaires réalisés permettent de conclure que la masse est compatible avec un lipome infiltratif, ce qui est peu fréquent en médecine rurale. L'évaluation tomographique principalement a permis de se rendre compte de l'étendue précise de la masse et de son caractère infiltrant, ce qui, associé à la lyse osseuse extensive a permis de déconseiller la chirurgie. La velle a été euthanasiée.

L'autopsie a été réalisée et des échantillons ont été analysés par histologie, les observations nécropsiques ainsi que l'histologie ont définitivement confirmé que la masse était un lipome infiltratif. Les muscles masséters notamment étaient infiltrés par des cellules tumorales adipocytaires. Les déformations osseuses observées (Figure 52) étaient probablement associées à la pression exercée par l'évolution de la masse, en effet, aucune infiltration osseuse par la tumeur n'a été observée.



Figure 52 : Photographie du crâne de la velle préparé après l'examen post mortem d'après (14)

2. Ostéome nasal d'une vache de race Brune des Alpes ¹⁵

Il s'agit du cas d'une vache Brune des Alpes de 8 ans en gestation qui a été présentée pour épistaxis unilatérale et stridor inspiratoire moyen lors de sa première visite. Outre ces anomalies, la vache est en bon état général, n'est pas fébrile et a une production laitière supérieure à la moyenne. Un examen endoscopique avait été réalisé et avait mis en évidence une masse circonscrite de 5 cm de diamètre et d'aspect lisse semblant provenir des cornets nasaux à environ 20 cm caudalement à la narine gauche. La muqueuse respiratoire semblait congestive. Des analyses sanguines avaient été effectuées, l'hématologie ne montrait pas d'anomalies et la biochimie sanguine montrait une hypoglobulinémie modérée, une légère augmentation de la créatine kinase et de la phosphatase alcaline (PAL). Une biopsie avait été réalisée et avait mené à un diagnostic de fibrosarcome de grade 1.

La vache est à nouveau présentée 18 mois plus tard pour cause de forte détresse respiratoire (respiration bouche ouverte), écoulement séromuqueux unilatéral gauche et dysphagie. La vache n'est plus en état et présente un amaigrissement sévère ainsi qu'une forte chute de la production laitière. Une légère déformation de l'os maxillaire peut être observée et est probablement due à la protrusion moyenne d'une masse observable légèrement caudalement au mufle. Le propriétaire n'a pas voulu investiguer d'avantage et a décidé de faire euthanasier la vache.

De nombreux examens post-mortem ont alors été réalisés afin de tenter d'obtenir un diagnostic précis de l'affection observée.

L'autopsie a été réalisée sans détériorer le crâne de l'animal. Macroscopiquement et sur les parties visibles à l'autopsie, la masse était circonscrite avec des bords bien délimités. La masse était recouverte d'un tissu fibreux d'aspect lisse et de couleur jaune-rouge. La masse était en contact avec le septum nasal et le plancher nasal mais il n'y avait aucun signe d'infiltration. Afin d'avoir plus d'informations sur les limites et les caractéristiques de la masse, le crâne de l'animal a été isolé et soumis à des radiographies, un examen tomодensitométrique et un examen d'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Les clichés radiographiques ont mis en évidence une masse bien définie mesurant 20 × 11 × 9 cm aux bordures irrégulières dans la cavité nasale gauche. La densité radiographique de la masse était similaire à celle des os entourant cette dernière.

L'examen tomodensitométrique ainsi que l'examen IRM ont permis d'obtenir des images des cavités nasales du bovin avec une haute résolution. (Figure 53)

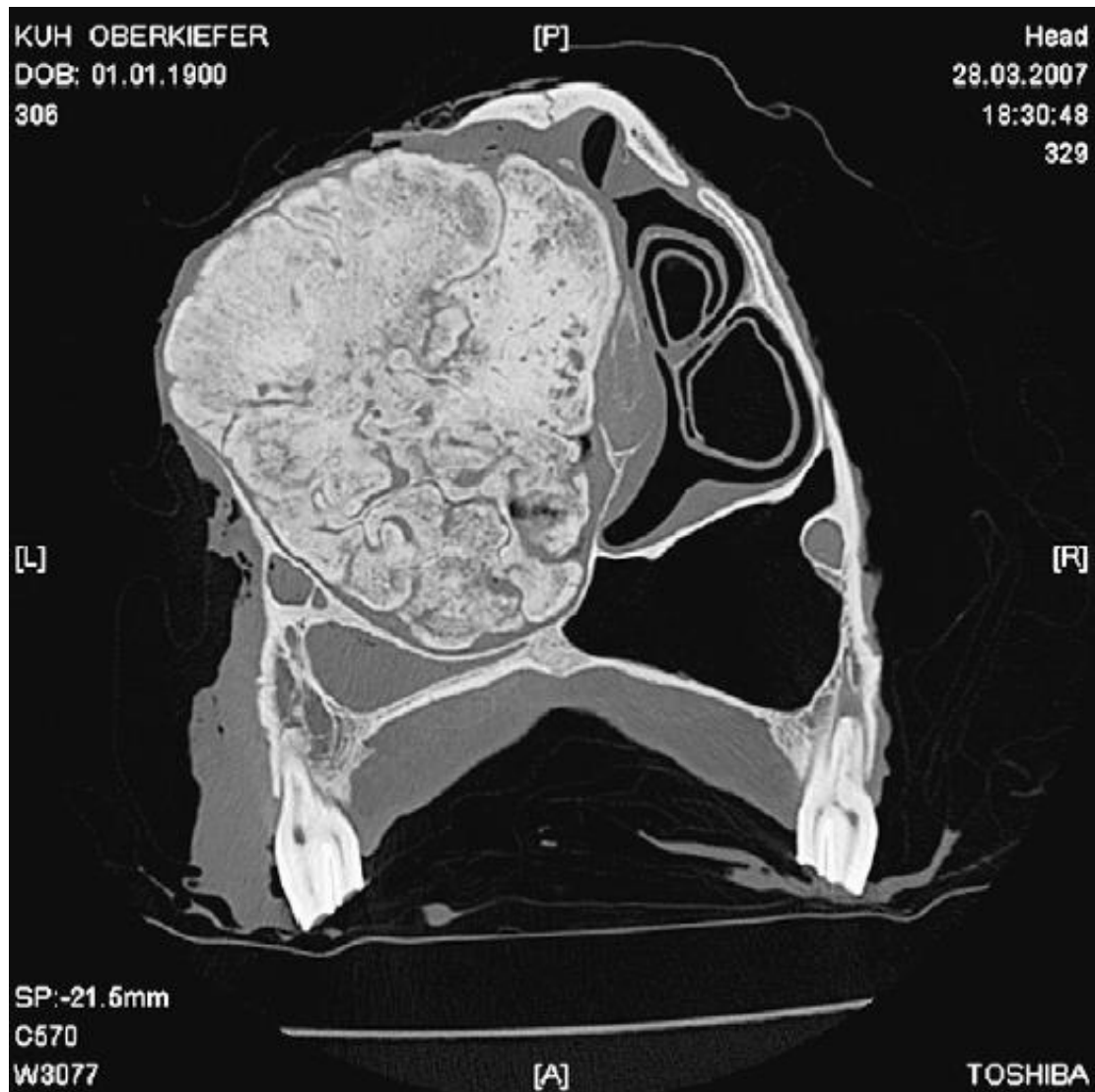


Figure 53 : Image scanner obtenue en coupe transversale du crâne du bovin affecté réalisée au niveau des dents prémolaires d'après (15)

On observe ici une masse plurilobée de densité comparable à celle des os au niveau du cornet nasal ventral à gauche (L). Cette masse dévie le septum nasal vers la droite (R), comprime le sinus palatin ventralement (A : Ventral) et comble l'os maxillaire dorso-latéralement. (P : Dorsal)

La tumeur observée s'étendait du bord rostral du cornet nasal moyen jusqu'au bord rostral de la fissure palatine gauche. Le cornet nasal ventral était complètement remplacé par la masse et les structures voisines n'étaient pas infiltrées ce qui a amené les cliniciens à supposer qu'il s'agissait probablement du site d'origine de la tumeur. La masse a entraîné plusieurs

modifications au niveau des cavités nasales. En effet, la cloison nasale était considérablement déviée vers la droite et l'os maxillaire était bombé dorsolatéralement. L'os vomer a également été déplacé ventralement et a donc commencé à comprimer le sinus palatin. Les mesures effectuées ont permis de conclure que presque toute la cavité nasale gauche et 60 à 80% du sinus palatin étaient comprimés par la masse. Du fait des déplacements liés à la contrainte, le volume de la cavité nasale droite a été réduit de 10 à 30%. Toutes les acquisitions réalisées ont permis de confirmer le caractère non infiltratif de la masse. De plus du fait de son caractère très expansif, la masse a été caractérisée comme une tumeur bénigne.

Des analyses histopathologiques ont été réalisées et, associées aux résultats des autres examens complémentaires, ont permis de confirmer le diagnostic d'ostéome nasal.

3. Rhinite atrophique chez une vache de race Simmental ²⁷

Une génisse Simmental de 10 mois est présentée pour un écoulement nasal séromuqueux de la narine gauche et une épistaxis de la narine droite. L'éleveur a observé deux cas similaires chez ses génisses, le premier un an avant la consultation et le second un mois avant.

L'examen clinique a permis de confirmer la présence de ces écoulements. Une inflammation de la muqueuse nasale ainsi qu'une conjonctivite bilatérale associée à un écoulement oculaire séreux ont été observées. La génisse salivait légèrement et a montré quelques épisodes de toux grasse. L'auscultation pulmonaire a permis de mettre en évidence une augmentation modérée des bruits pulmonaires. L'hypothèse diagnostique la plus probable posée par les cliniciens était une rhinite hémorragique associée à une bronchite.

Des examens hématologiques (globules rouges, globules blancs, plaquettes, hématoците et hémoglobine) et biochimiques (calcium, phosphore, magnésium, fer, ASAT, GGT, protéines totales et bilirubine totale) ont été réalisés et n'ont montré aucune anomalie. L'animal a également été testé pour la diarrhée virale bovine (BVD) et ni les anticorps anti-BVDv ni les antigènes viraux n'ont été détectés.

Un écouvillon nasal a également été réalisé et a mis en évidence des colonies de *Pasteurella multocida*, *Actinomyces pyogenes*, *Fusobacterium necrophorum* biovar B et de *Bacteroides spp.* Les tests de production de toxines par *Pasteurella multocida* sont revenus négatifs.

La rhinoscopie effectuée a mis en évidence une inflammation bilatérale marquée de la muqueuse nasale au niveau des cavités nasales ventrales. Cette inflammation était suffisamment importante pour occasionner des saignements et la muqueuse nasale était détériorée par endroits. Une collection modérée de sécrétions muco-purulentes tachées de sang était également observable. L'examen endoscopique de l'œsophage, de la trachée et des bronches n'a révélé aucune anomalie excepté une légère sécrétion muqueuse dans la trachée.

Des clichés radiographiques latéraux et obliques ont été réalisés afin d'observer les cavités nasales et les sinus paranasaux. Ces clichés ont montré une apparence normale des cavités nasales (absence de liquide) et ne montraient pas de signes de lyse osseuse. L'acquisition d'autres clichés radiographiques (vue ventro-dorsale intraorale) aurait nécessité une anesthésie générale et n'aurait peut-être pas apporté beaucoup plus de précisions. Ainsi un examen tomodensitométrique a été préféré afin de pouvoir observer les cavités nasales et les sinus paranasaux avec un plus haut niveau de détails.

L'examen tomodensitométrique a été réalisé sous anesthésie générale fixe. Le protocole anesthésique utilisé est le suivant :

- Prémédication : 16 mg d'hydrochloride de xylazine (Rompun 2% ND) par voie intraveineuse
- Induction et maintenance : 30 g de guaifenesin (Myolaxin 15% ND) et 1 g de thiopentone (Thyopental 10% ND) par voie intraveineuse

L'animal a été positionné en décubitus dorsal avec l'axe de la tête perpendiculaire au portique à rayons X. Deux topogrammes (clichés scout) un latéral et un ventro-dorsal ont été acquis afin de vérifier le bon positionnement du bovin et de pouvoir placer les différentes coupes transversales recherchées avant de lancer l'acquisition des images. Des coupes transversales de 5 mm d'épaisseur allant du bord caudal des narines externes jusqu'à la dernière molaire ont été réalisées sans produit de contraste. (Figures 54, 55 et 56)

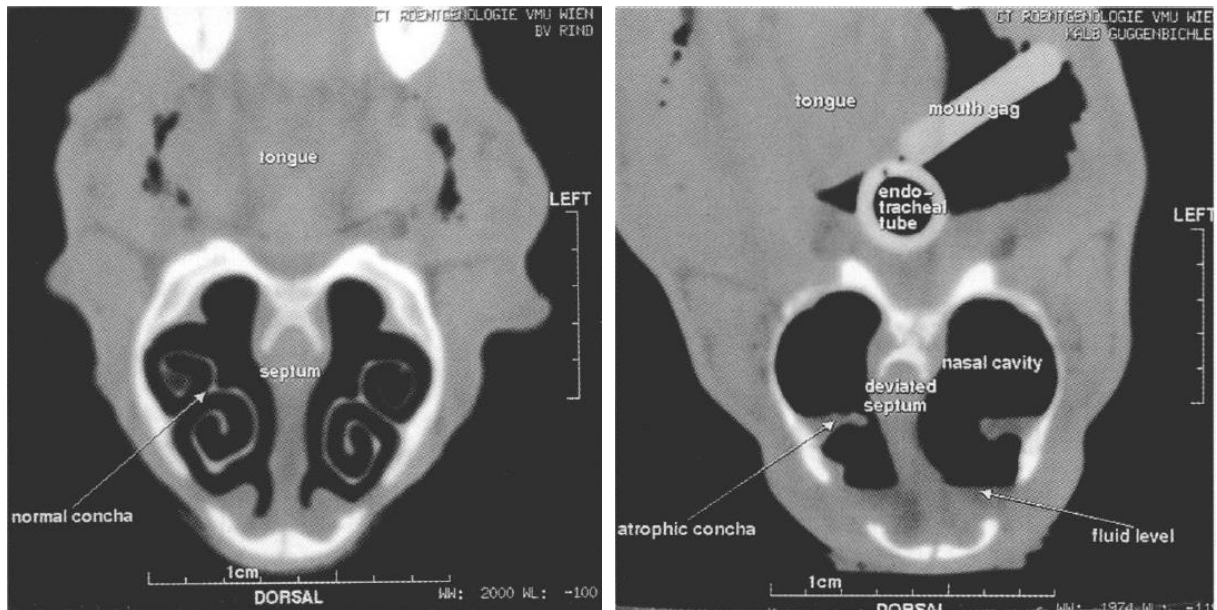


Figure 54 : Comparaison d'une image scanner en coupe transversale de bovin sain d'âge similaire à celui atteint (à gauche) avec l'image scanner du bovin atteint de rhinite atrophique (à droite) acquise en décubitus dorsal au niveau de la face mésiale de la deuxième prémolaire d'après (27) modifié

On observe une déviation du septum nasal (deviated septum), une atrophie des cornets nasaux (atrophic concha) en comparaison avec les cornets normaux (normal concha) et la présence de liquide (fluid level) dans les cavités nasales (nasal cavity) de la vache Simmental. (Tongue : langue ; left : gauche ; endotracheal tube : sonde endotrachéale ; mouth gag : lien de la sonde)

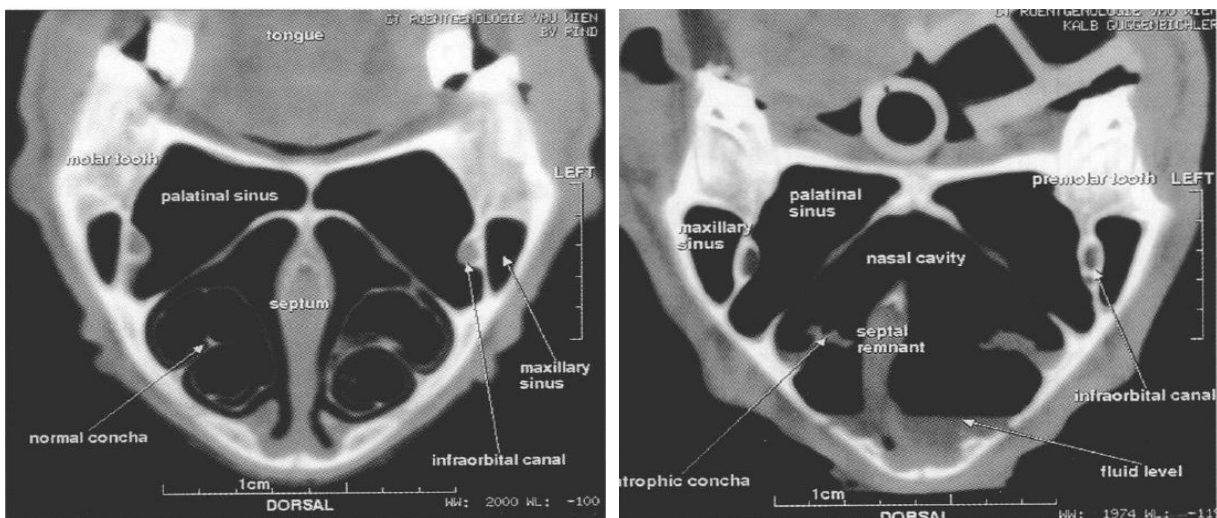


Figure 55 : Comparaison d'une image scanner en coupe transversale de bovin sain d'âge similaire à celui atteint (à gauche) avec l'image scanner du bovin atteint de rhinite atrophique (à droite) acquise en décubitus dorsal au niveau de la face mésiale de la troisième prémolaire d'après (27) modifié

On observe une atrophie des cornets nasaux (atrophic concha) en comparaison avec les cornets normaux (normal concha) ainsi que la présence d'un liquide (fluid level) dans les cavités nasales (nasal cavity). Le septum nasal est atrophié et apparaît comme vestigial (septal remnant) et on peut observer un début de lyse du bord dorsal du sinus palatin (palatinal sinus). (Tongue : langue ; left : gauche ; premolar tooth : dent pré-molaire ; molar tooth : dent molaire ; maxillary sinus : sinus maxillaire ; infraorbital canal : canal infra-orbitaire).

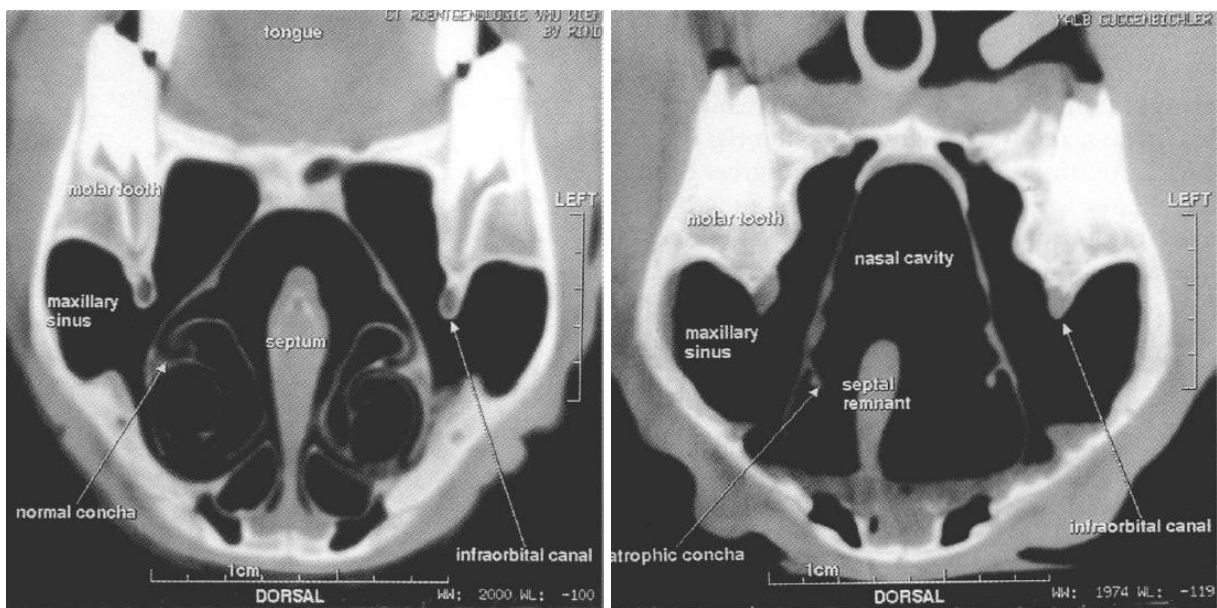


Figure 56 : Comparaison d'une image scanner en coupe transversale de bovin sain d'âge similaire à celui atteint (à gauche) avec l'image scanner du bovin atteint de rhinite atrophique (à droite) acquise en décubitus dorsal au niveau de la face mésiale de la deuxième molaire d'après (27) modifié

On observe une atrophie des cornets nasaux (atrophic concha) en comparaison avec les cornets normaux (normal concha). Le septum nasal est atrophié et apparaît comme vestigial (septal remnant). Un début de lyse des bords internes des sinus maxillaires (maxillary sinus) est également observable. (Tongue : langue ; molar tooth : dent molaire ; infraorbital canal : canal infra-orbitaire).

L'examen tomодensitométrique a mis en évidence une perte complète des structures normales des cornets nasaux, une déviation du septum nasal vers la droite et une accumulation de liquide dans les cavités nasales et les sinus paranasaux. Un début de lyse des bords internes des sinus maxillaires a également été observé. Le diagnostic posé à l'aide des images obtenues est alors une rhinite atrophique agressive et destructrice.

L'animal a reçu un traitement antibiotique par voie intramusculaire pendant 5 jours (Synulox ND) et un traitement mucolytique par voie orale pendant 8 jours (Bisolvon ND). Aucune amélioration clinique n'a été observée durant l'hospitalisation mais suite à la demande de l'éleveur, le bovin est retourné dans l'exploitation. Après 6 mois de pâture, la génisse ne présentait plus de signes cliniques.

Conclusion bibliographique

L'examen tomodensitométrique permet une visualisation précise de l'ensemble des cavités nasales et des sinus paranasaux des bovins. Il permet ainsi une visualisation complète des affections de ces structures, ce qui n'est pas le cas des examens endoscopiques et radiographiques où les limites de certaines affections sont moins voire non visibles.

Les cas bibliographiques étudiés à la fin de cette première partie montrent des affections avancées où les anomalies sont facilement visibles à l'examen tomodensitométrique. Cependant, nous pouvons penser que pour faciliter l'interprétation d'images scanner acquises rapidement après l'apparition d'affections, une connaissance des références anatomiques et des images scanner d'animaux sans affection est essentielle. Ainsi, nous tenterons d'établir en seconde partie une série d'images de référence permettant la mise en place d'un référentiel de comparaison. Une seconde étude montrera l'évolution des structures des cavités nasales et des sinus paranasaux en fonction de l'âge à l'aide de comparaisons d'images scanner d'animaux de différents âges.

II. Examen de tomодensitométrie des cavités nasales et des sinus paranasaux sans signes d'affection : références anatomiques et évolution des structures en fonction de l'âge

A. Notions de dentisterie utiles à la compréhension et à la lecture des images^{1,3,5,45}

Les Ruminants ont une denture spécialisée, cependant elle reste plus simple que celle des Équidés. Tous les Bovidés ont la même formule dentaire qui est : $I \frac{0}{4} C \frac{0}{0} P \frac{3}{3} M \frac{3}{3}$. Les bovins possèdent des dents déciduales qui correspondent à leurs premières dents et qui sont ensuite remplacées par les dents définitives. Ils ne possèdent pas de molaires déciduales, les dents molaires apparaissent plus tard dans la croissance du veau et sont directement définitives. Ainsi on retrouve 20 dents chez les jeunes et 32 dents chez l'adulte. (Figure 57)

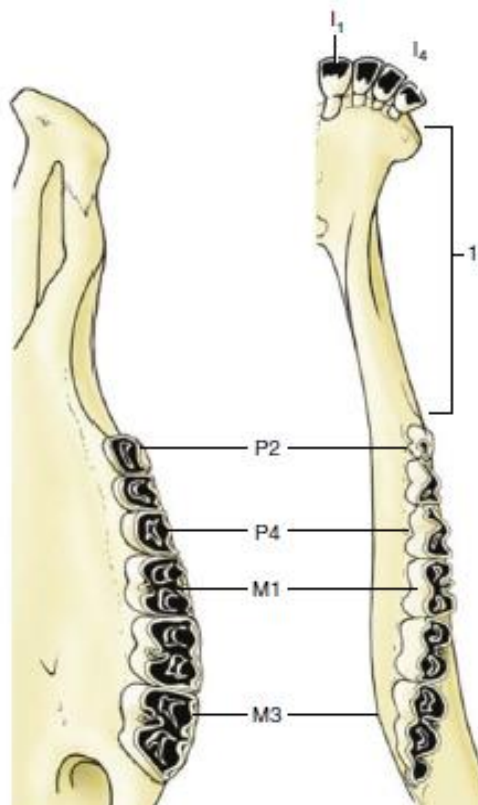


Figure 57 : Schéma d'une hémimâchoire supérieure gauche et d'une hémimâchoire inférieure droite de bovin adulte d'après (3)

I, Incisives ; P, Prémolaires ; M, Molaires ; 1, Diastème.

Le monde scientifique utilise une terminologie spécifique afin de décrire les différents bords et surfaces dentaires qui est la suivante :

- Face vestibulaire : désigne la face de la dent orientée vers le vestibule de la bouche.
- Face linguale : terme opposé à la face vestibulaire, désigne la face de la dent du côté de la langue.
- Face mésiale : désigne la face de la dent en regard de la dent précédente dans l'arcade, c'est-à-dire la dent la plus proche de la suture incisive ou intermandibulaire.
- Face distale : désigne la face de la dent en regard de la dent suivante dans l'arcade, il s'agit de la face opposée à la face mésiale.
- Face occlusale : désigne la surface planiforme correspondant à l'usure de la dent qui s'étend avec l'âge.

On retrouve également d'autres termes scientifiques correspondant aux structures internes de la dent qui sont décrites dans le schéma suivant (Figure 58) :

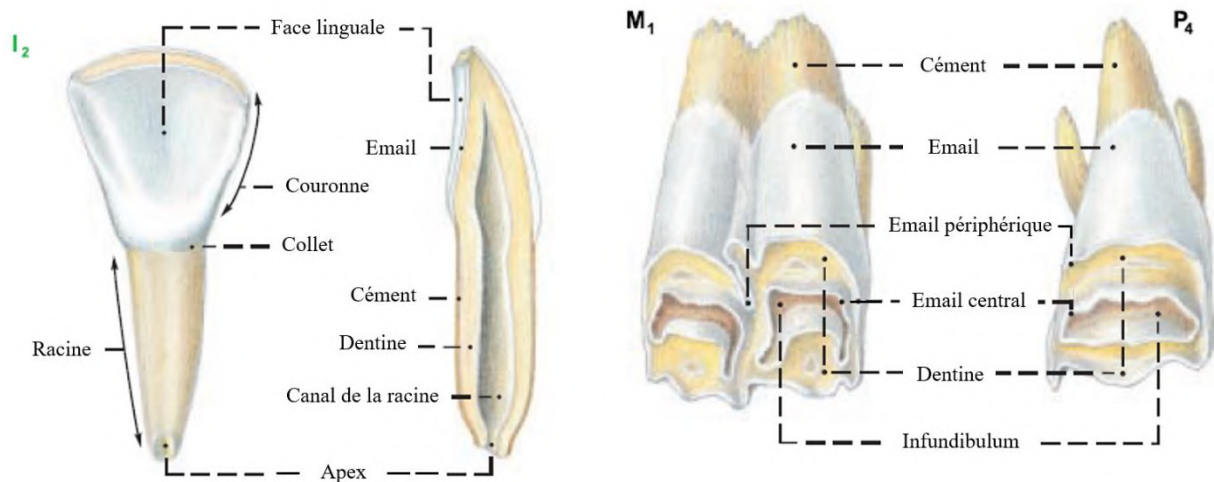


Figure 58 : Schéma légendé des différentes structures au sein des dents des bovins d'après (5) modifié d'après (1)

La mâchoire supérieure ne dispose pas d'incisives, ni de canines. En effet, la lame dentaire régresse à ce niveau sans produire de véritable bourgeon dentaire et laisse se développer un fort bourrelet fibreux recouvert d'une muqueuse appelé le coussinet dentaire. La mâchoire inférieure dispose de quatre incisives et d'aucune canine. Ces dents sont disposées en une arcade régulière et sont nommées, du centre à la partie distale : pince, première mitoyenne, deuxième mitoyenne et coin. Dans la majorité des cas, le bord tranchant des incisives déciduales

est déjà apparent à la naissance. L'éruption de toutes les incisives déciduales se termine à environ 6 semaines d'âge. Ensuite, pendant presque 2 ans les incisives vont s'user petit à petit, puis à environ 24 mois l'éruption des pinces définitives fait tomber les pinces déciduales.

Chez les Bovidés, les molaires sont plus grandes et plus volumineuses que les prémolaires. Chacune d'entre elle semble résulter de la fusion de deux prémolaires, l'une mésiale et l'autre distale. L'éruption des molaires commence entre 3 et 6 mois avec la visualisation d'un bourgeon de M1. L'éruption de la deuxième molaire se fait entre 12 et 18 mois et la dernière molaire n'est visible que chez les adultes puisque son éruption se fait entre 24 et 30 mois. (Figure 59)

	Temporary Tooth (wk)	Permanent Tooth (mo)
Incisor 1	Birth-2	18-24
Incisor 2	Birth-2	24-30
Incisor 3	Birth-2	36-42
Incisor 4	Birth-2	42-48
Premolar 2	Birth-1	24-30
Premolar 3	Birth-1	18-30
Premolar 4	Birth-1	20-36
Molar 1		6
Molar 2		12-18
Molar 3		24-30

Figure 59 : Tableau donnant les dates d'éruptions des dents déciduales (temporary) et définitives (permanent) des bovins d'après (3)

Les dates d'éruptions sont données en semaines (wk) pour les dents déciduales et en mois (mo) pour les dents définitives.

B. Examen tomодensitométrique de la tête de bovin sain : acquisition d'images de référence et comparaison avec les coupes anatomiques correspondantes

1. Présentation des objectifs de l'étude

En dehors du cadre de la gestion de la reproduction, l'imagerie médicale est un examen très peu utilisé en pratique rurale. Afin de faciliter et de rendre son utilisation plus courante, des ouvrages sur l'examen échographique des bovins ont été publiés et on y retrouve les aspects physiologiques et pathologiques des différents organes observables.

Dans un objectif similaire, cette étude permet de décrire et d'observer l'aspect des cavités nasales et des sinus paranasaux non affectés d'un bovin afin d'être capable de repérer les différentes modifications liées aux affections citées dans l'étude bibliographique réalisée en première partie.

La mise en parallèle des images scanner obtenues avec les coupes anatomiques réalisées permet d'obtenir les références anatomiques nécessaires à la compréhension et à la lecture des images obtenues lors d'un examen tomодensitométrique. Cette étude permettra également une compréhension visuelle de la disposition des différentes structures au sein du crâne du bovin.

2. Matériel et méthode

a. Bovin utilisé pour la réalisation de l'étude

Afin de réaliser cette étude, une tête de vache adulte (3 ans et 11 mois) de race Blonde d'Aquitaine a été utilisée. L'animal a été référé à la clinique des ruminants de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse pour une affection digestive et ne présentait pas de signe clinique d'affection respiratoire. Les différentes options diagnostiques et thérapeutiques n'ayant pas permis de soigner le bovin, ce dernier a été euthanasié puis autopsié afin d'essayer de déterminer la nature de l'affection observée.

La tête de l'animal a donc été récupérée à la fin de l'examen nécropsique et amenée au scanner du Centre Hospitalier Universitaire pour les Animaux de Compagnie (CHUVAC) de l'école.

b. Examen tomodensitométrique et logiciel de visualisation des images

L'examen tomodensitométrique de la tête de l'animal a été réalisée avec un scanner Optima GE CT540 16 barrettes à acquisition hélicoïdale. (Figure 60)



Figure 60 : Vue générale du scanner utilisé, ici avec une tête de veau placée sur la table

L'acquisition a été réalisée en fenêtre tissus osseux avec une épaisseur de coupe de 0,625 mm et un pas de 1. La tête était enveloppée dans des alèses pour des raisons sanitaires mais l'acquisition des images en fenêtre osseuse permet de ne pas en tenir compte. (Figure 61)

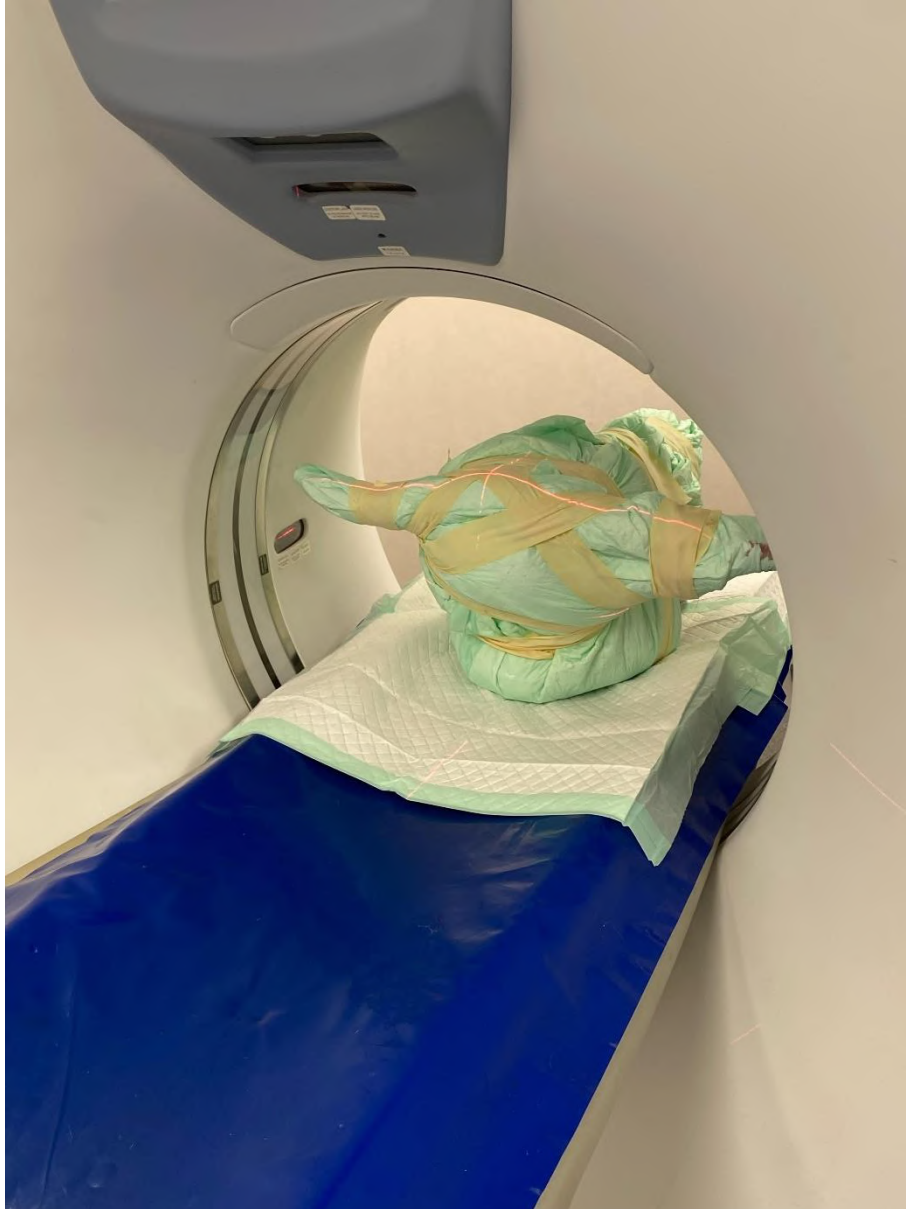


Figure 61 : Placement de la tête du bovin utilisé pour l'étude à l'aide des lasers et vérification du passage des cornes dans l'arceau

Les images acquises ont ensuite été visualisées à l'aide du logiciel Horos, qui est un logiciel gratuit permettant la visualisation d'images médicales fonctionnant sous le système d'exploitation iOS d'Apple. Les images sont enregistrées sur le disque dur au format DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) qui permet de standardiser l'accès aux résultats d'imagerie médicale.

c. Réalisation des coupes anatomiques

Après acquisition des images scanner, la tête du bovin a été congelée pendant environ 24 heures afin de rigidifier les tissus mous environnants les cavités nasales et les sinus paranasaux.

Sept coupes anatomiques transversales d'environ 6 centimètres d'épaisseur ont ensuite été réalisées à l'aide d'une scie à ruban. Les différentes coupes sont représentées par les traits numérotés sur la figure 62 :

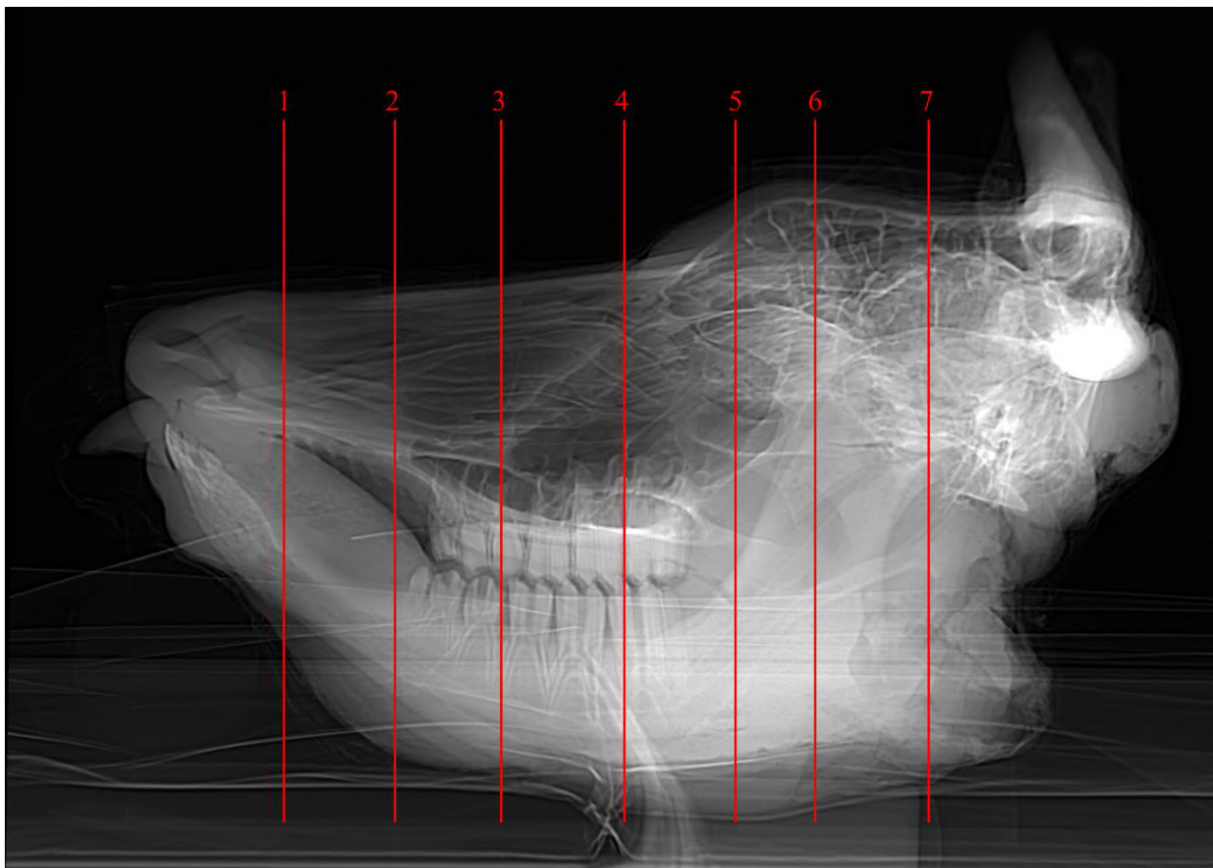


Figure 62 : Topogramme latéral du crâne de bovin modifié afin de montrer les emplacements des différentes coupes anatomiques et des coupes transversales scanner réalisées.

Les faces présentées sur les photographies correspondent aux faces caudales des coupes réalisées.

3. Observation des différentes structures sur les images de référence

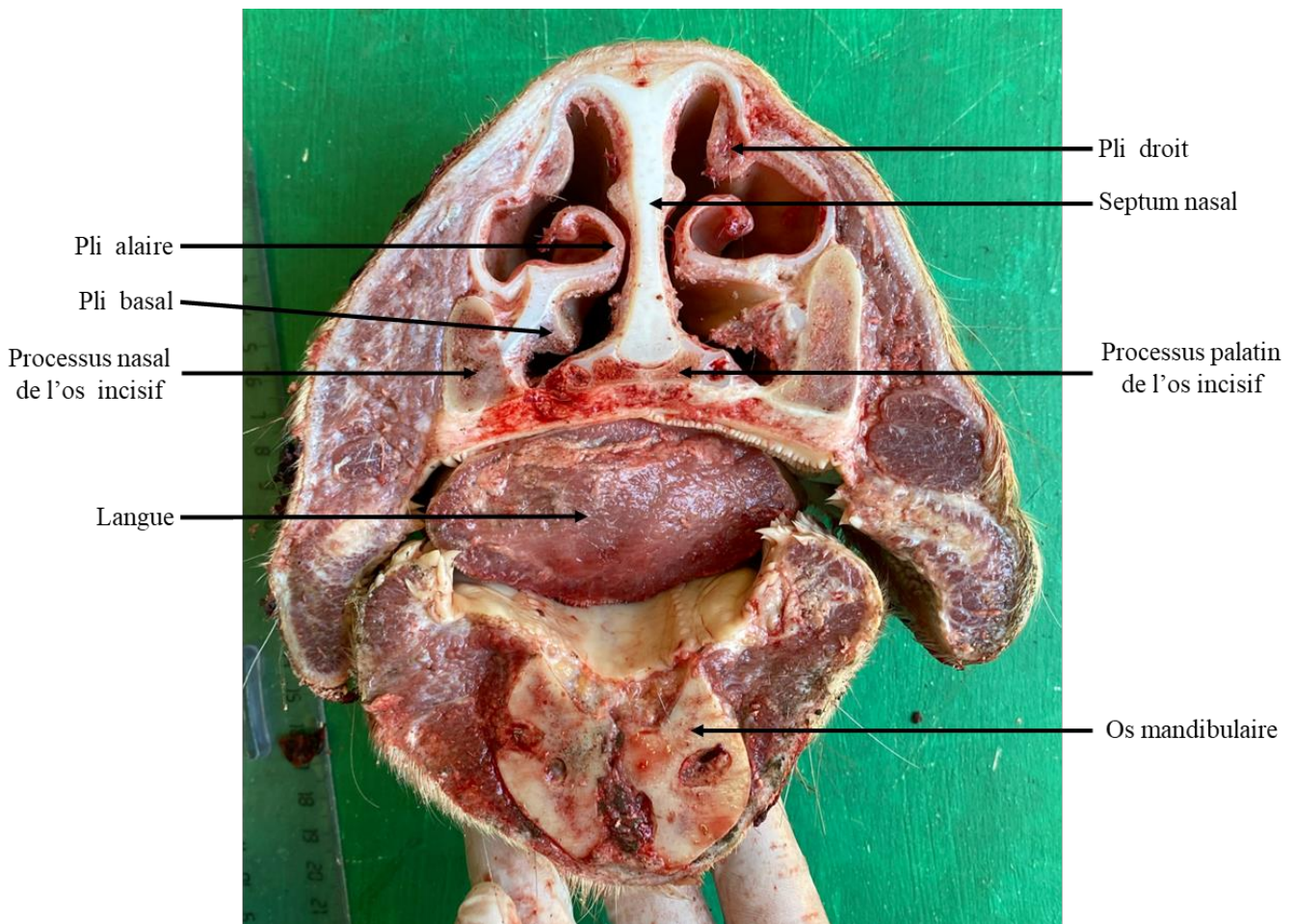


Figure 63 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 1

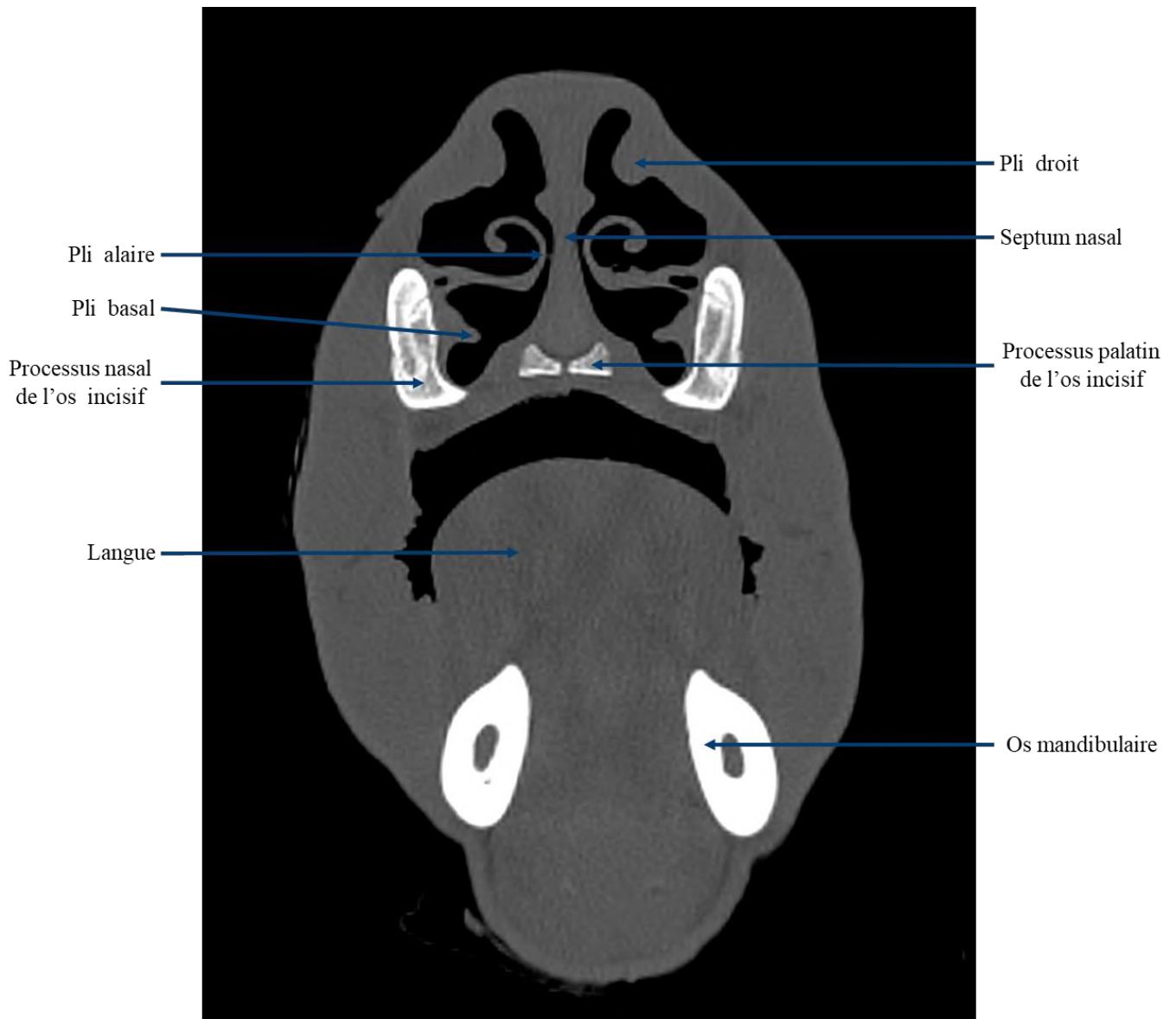


Figure 64 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 1

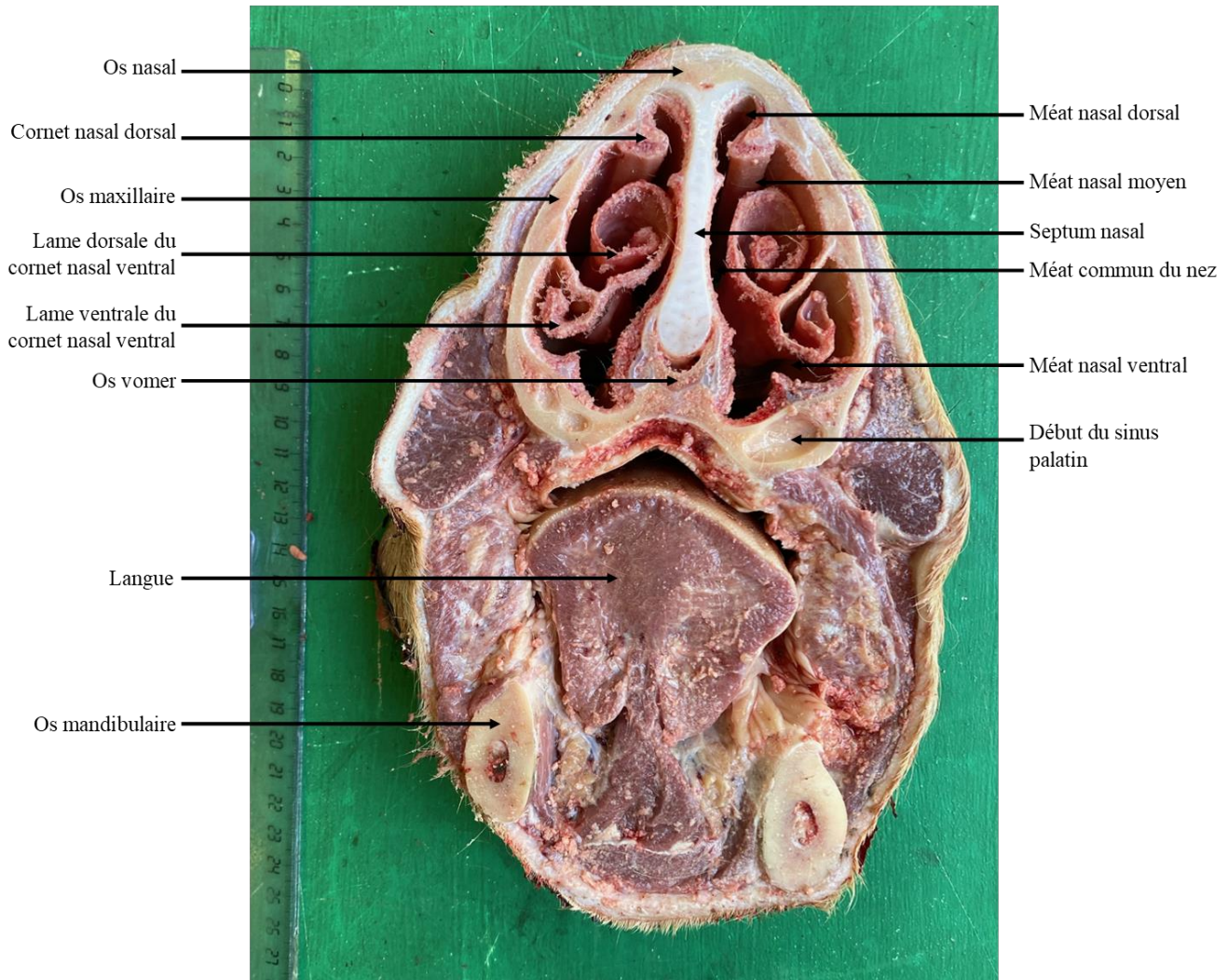


Figure 65 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 2

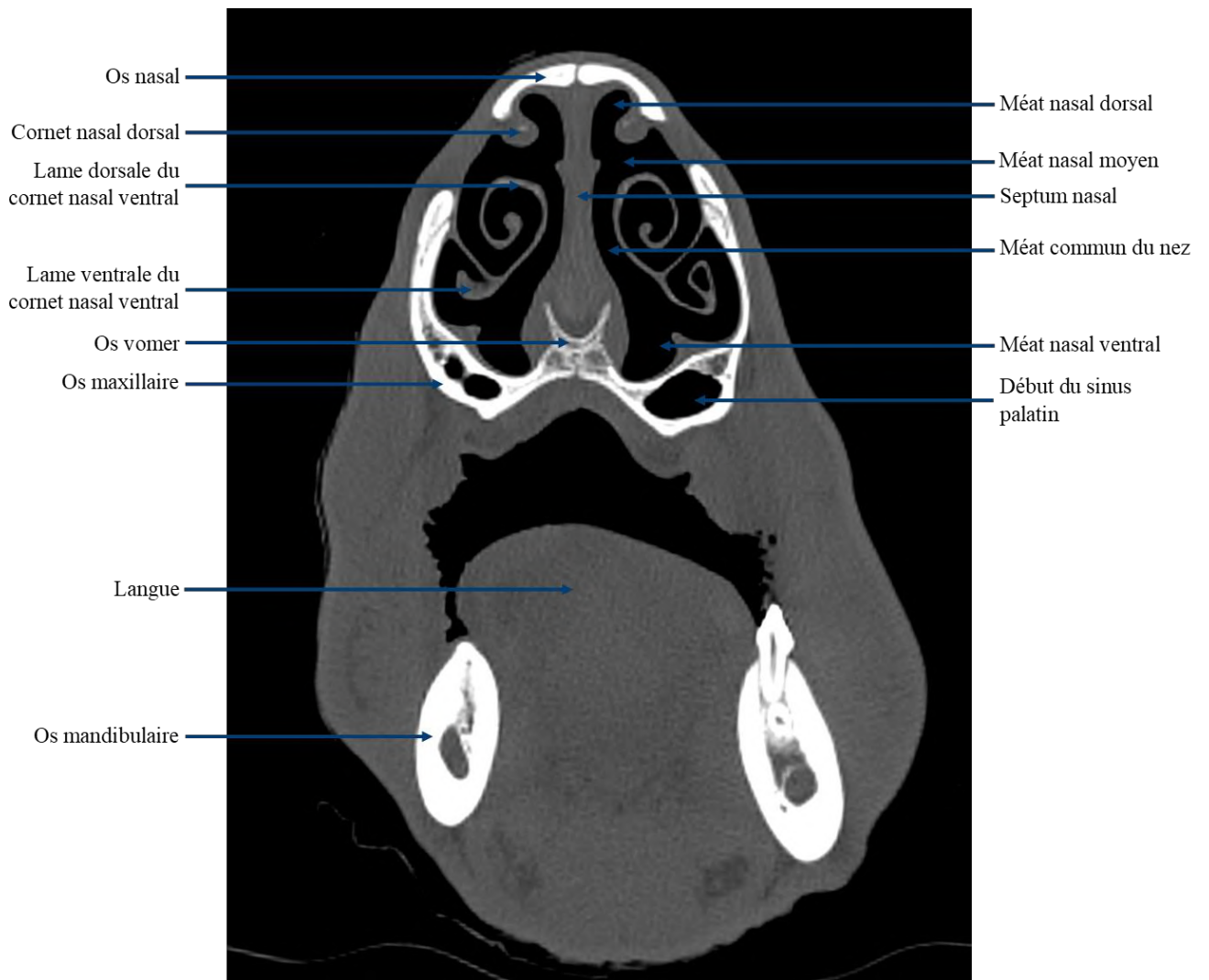


Figure 66 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 2

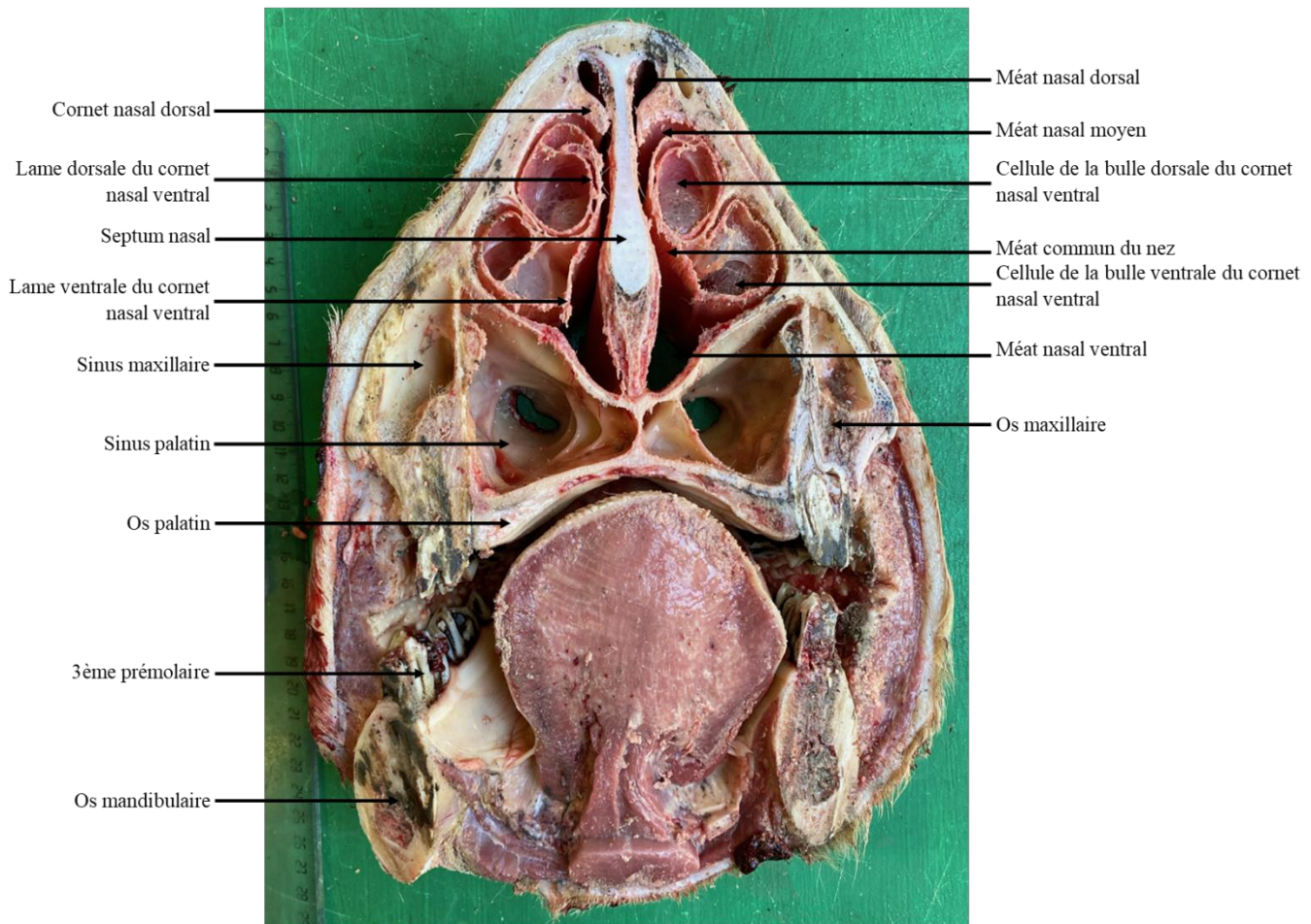


Figure 67 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 3

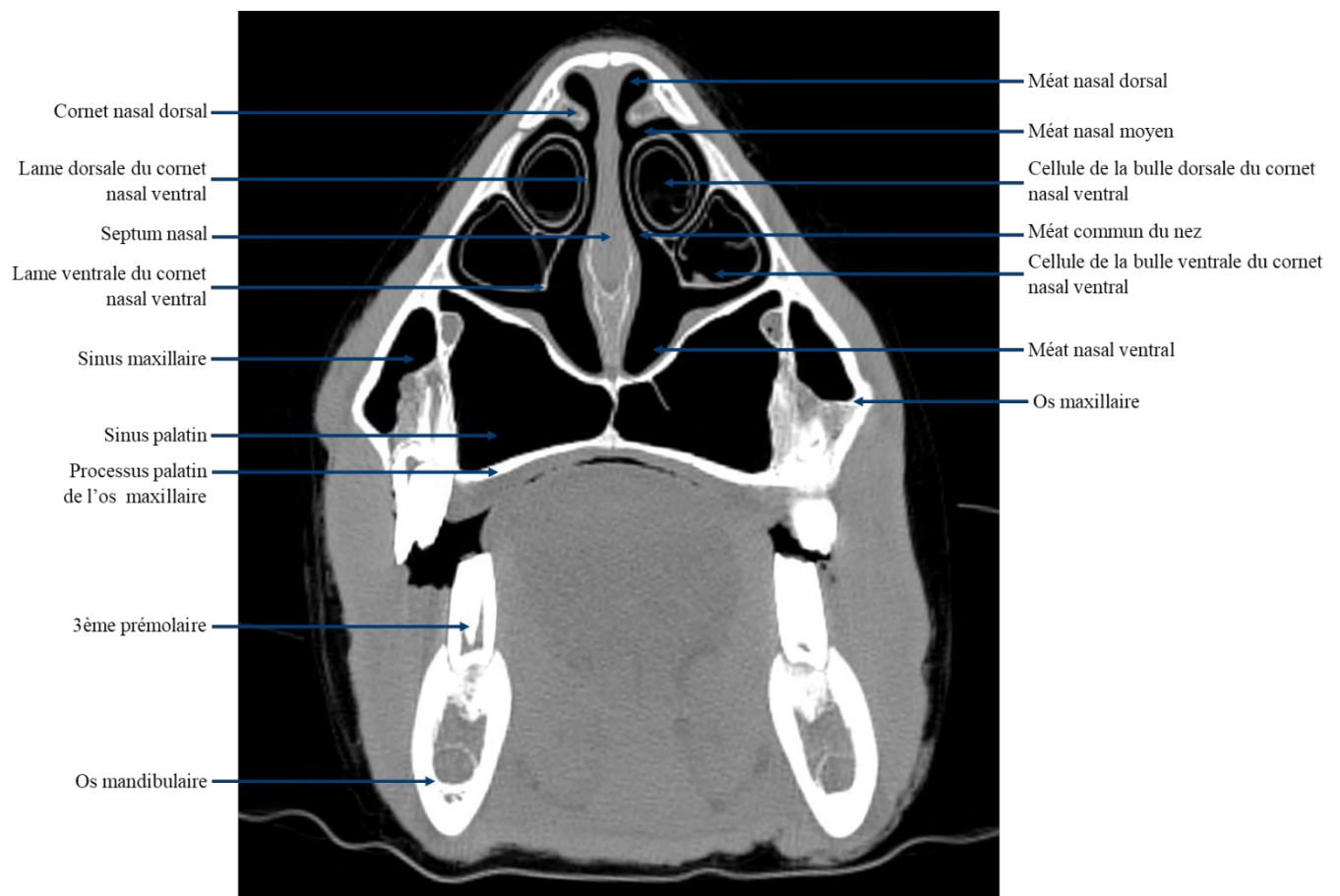


Figure 68 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 3

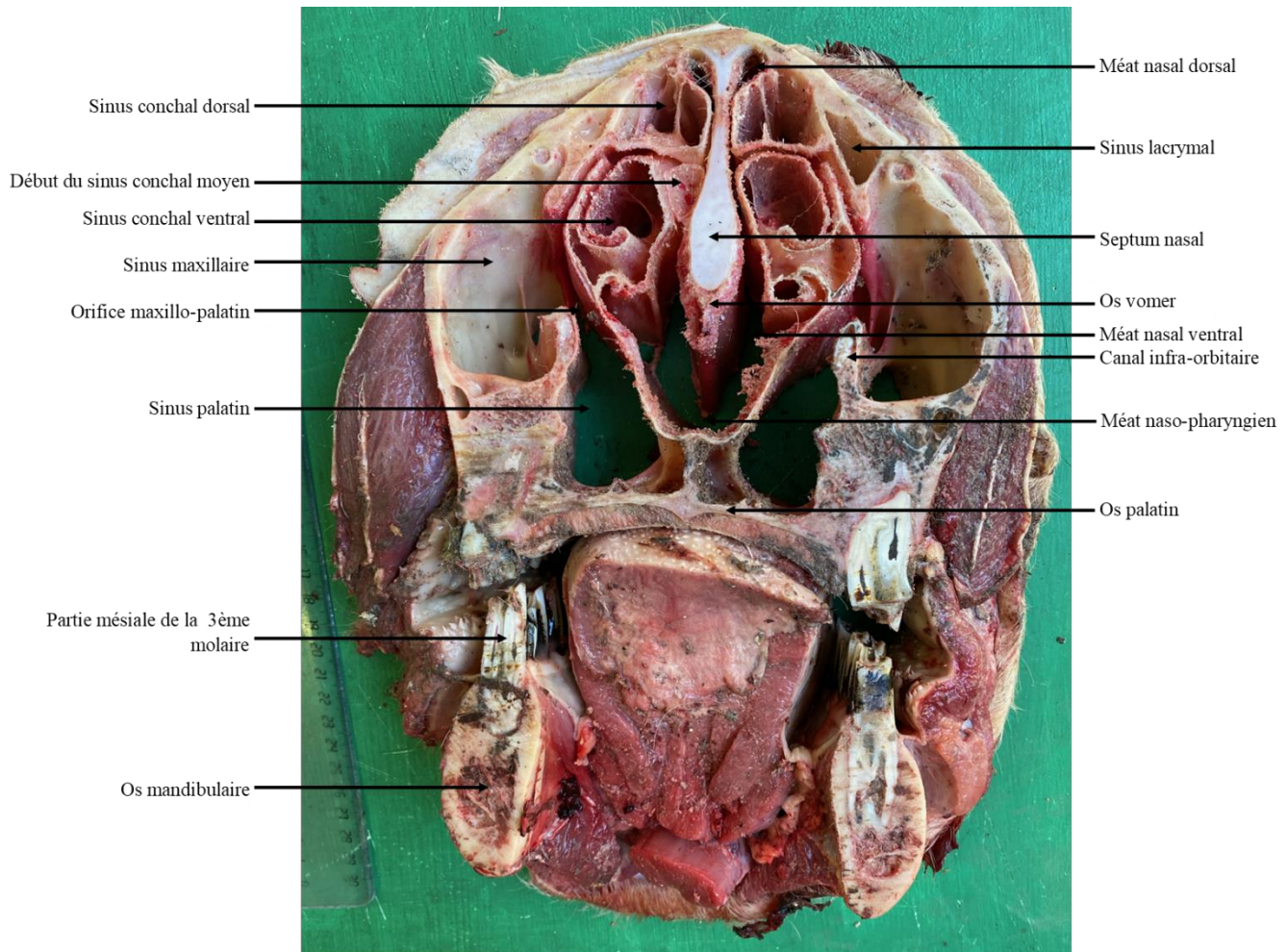


Figure 69 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 4



Figure 70 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 4

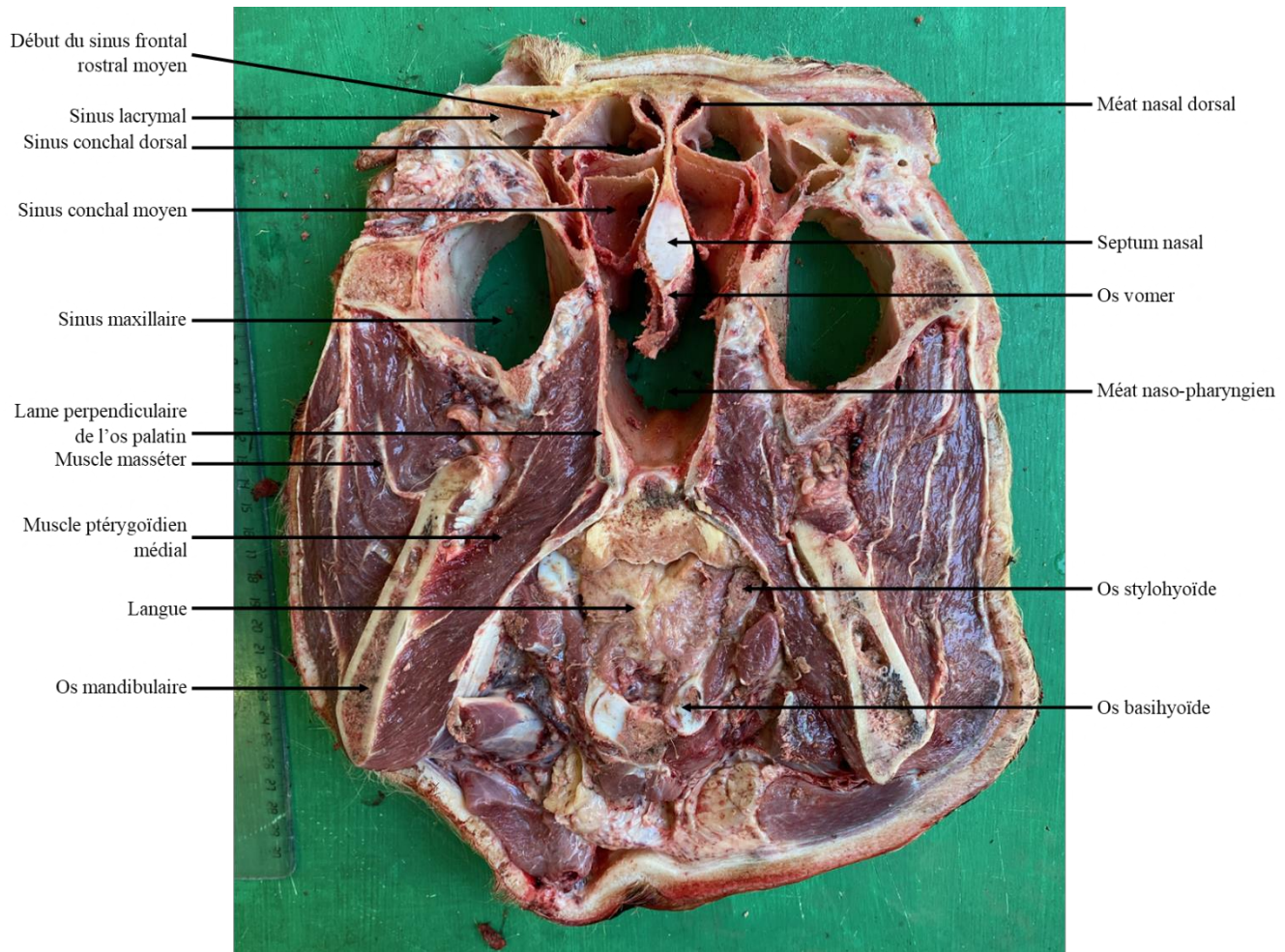


Figure 71 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 5

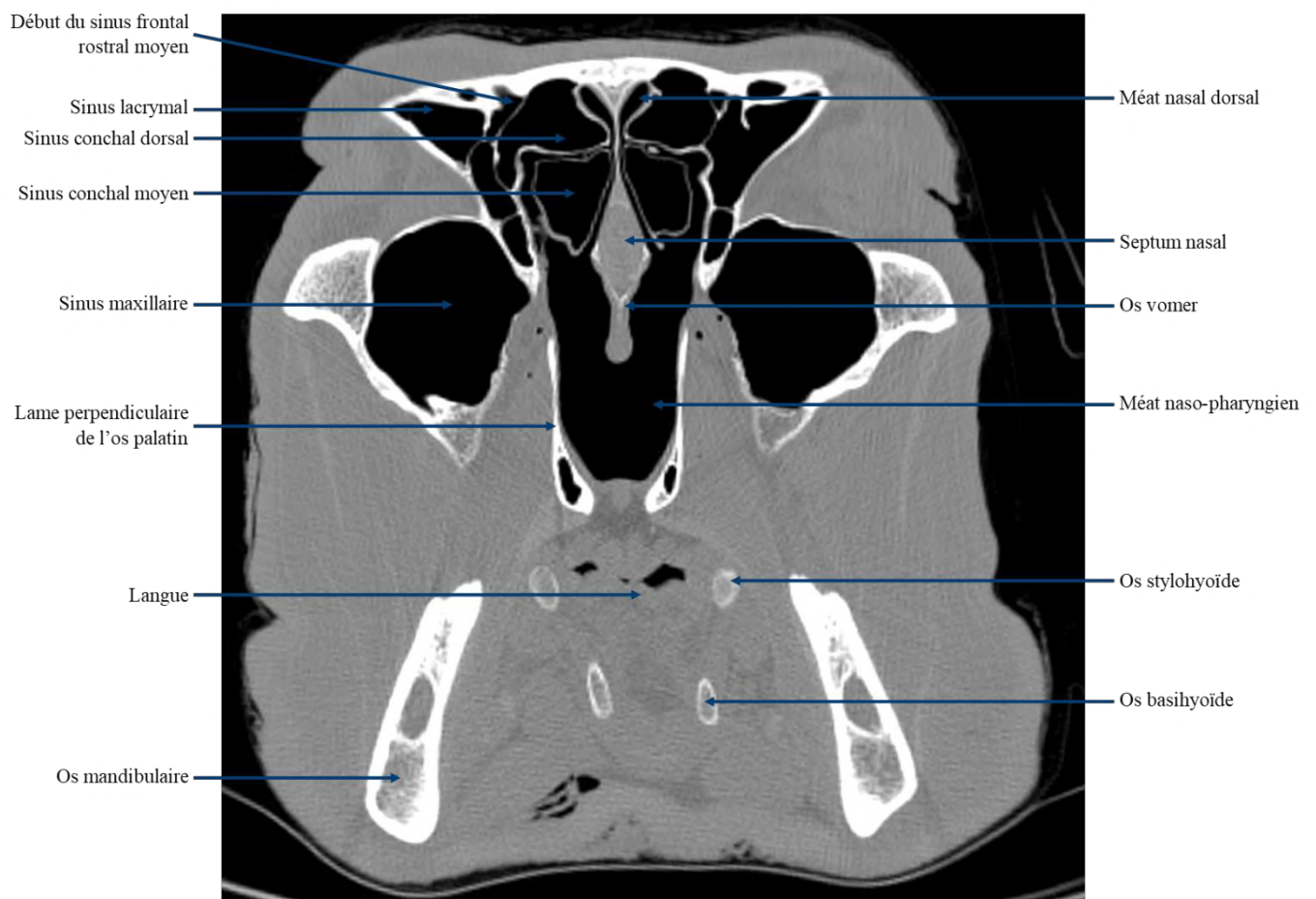


Figure 72 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 5

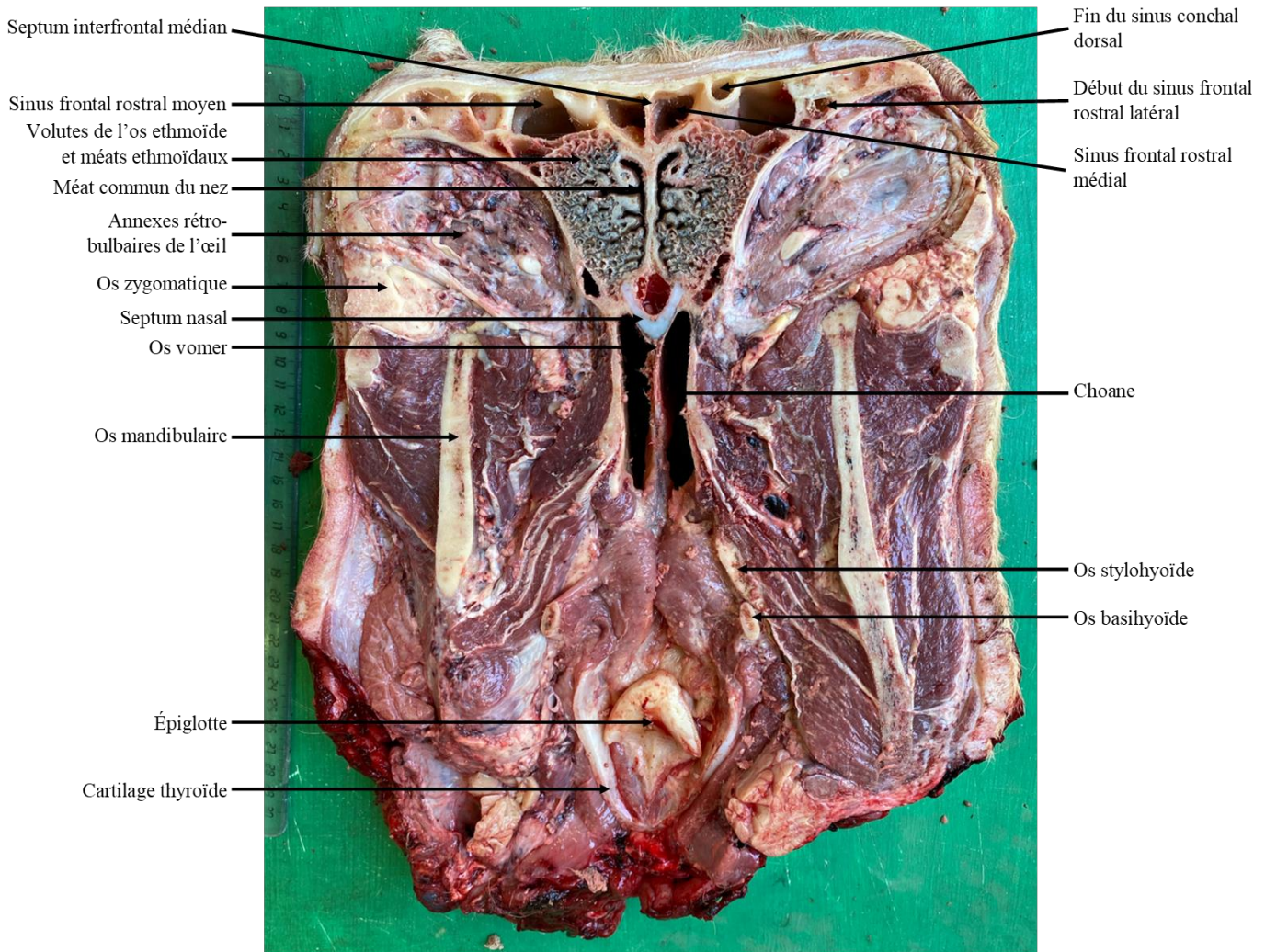


Figure 73 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 6

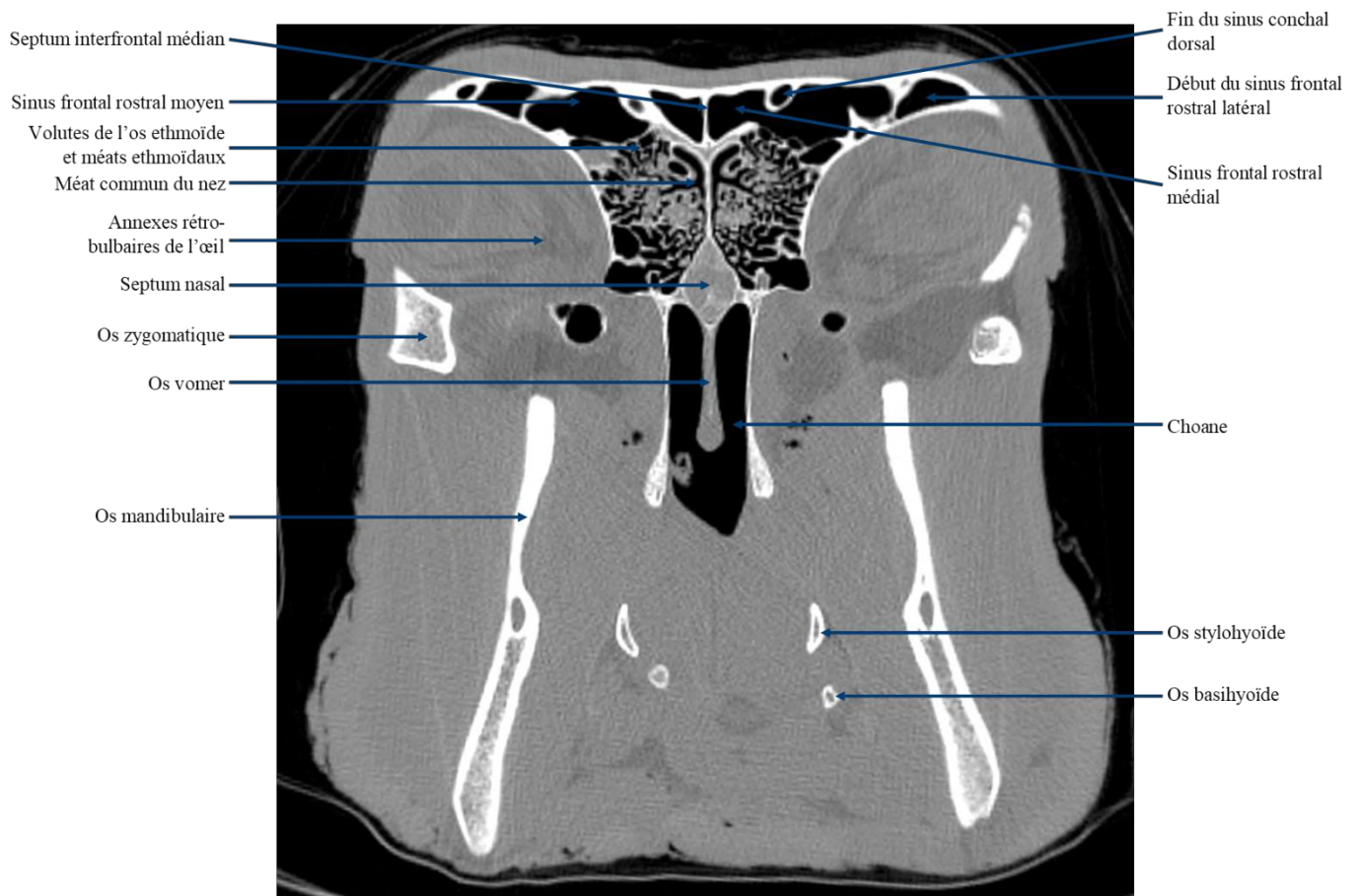


Figure 74 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 6

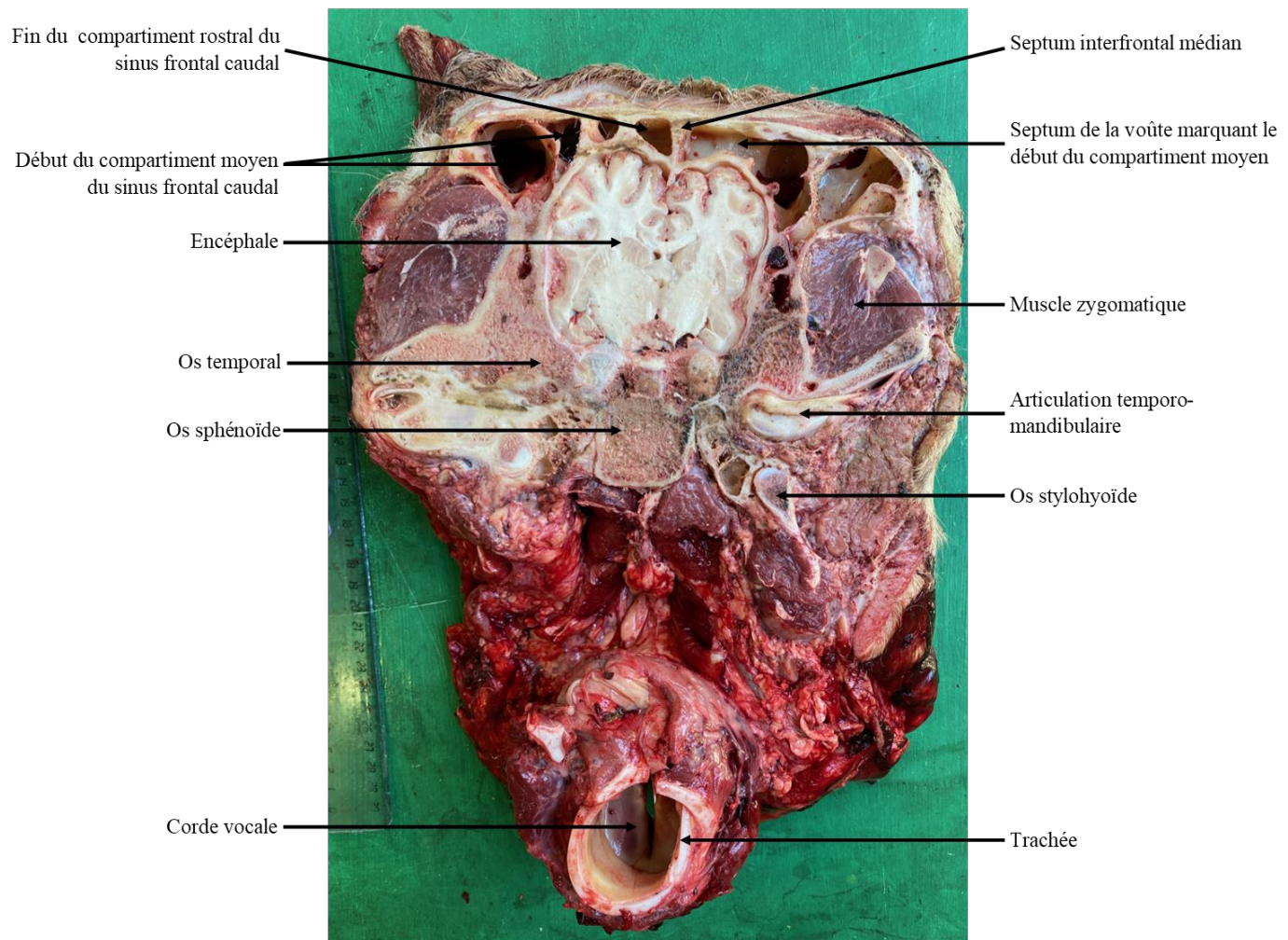


Figure 75 : Coupe transversale anatomique du crâne de bovin au niveau du trait de section numéro 7

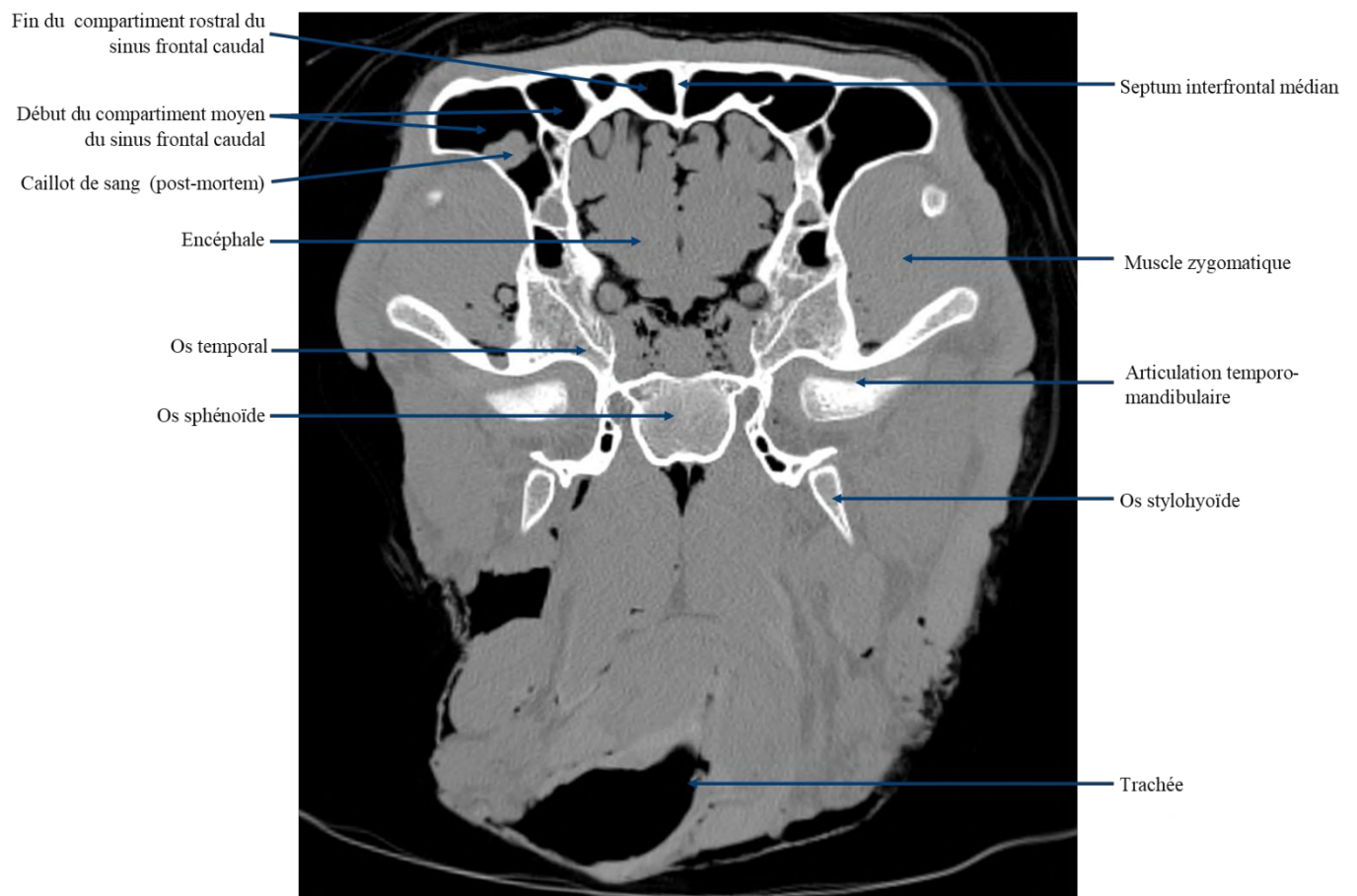


Figure 76 : Coupe transversale scanner du crâne de bovin au niveau de trait de section numéro 7

C. Utilisation de l'examen de tomодensitométrie afin d'observer l'évolution des cavités nasales et des sinus paranasaux des bovins en fonction de l'âge.

1. Objectifs de l'étude

Cette étude porte sur l'évolution des cavités nasales et des sinus paranasaux en fonction de l'âge des bovins. Les os frontaux notamment se creusent avec l'âge de l'animal afin de laisser place aux sinus frontaux. L'objectif de l'étude est d'observer cette évolution des structures osseuses avec l'âge de l'animal en mettant en parallèle des coupes transversales scanner réalisées avec différents points de référence. Les huit zones de référence retenues pour l'étude de l'évolution de ces structures sont : le bord rostral de l'os nasal, le début de structure osseuse du cornet nasal ventral, le début des sinus conchaux dorsaux et moyens, le sinus lacrymal, les sinus frontaux rostraux, l'articulation temporo-mandibulaire et la zone de formation des condyles occipitaux de l'os occipital.

2. Matériel et méthodes

a. Bovins utilisés pour la réalisation de l'étude

Afin de réaliser cette étude, quatre crânes de bovins de race, d'âge et de sexe différents ont été récupérés au service d'autopsie de l'ENVT. Comme pour l'étude précédente, ces bovins ne présentaient pas de signes cliniques d'affection respiratoire. Les acquisitions scanner ont été réalisées sur une velle de 5 jours de race Blonde d'Aquitaine, un veau de 4 mois de race Blonde d'Aquitaine, une vache de 30 mois de race Prim'Holstein et une vache de 48 mois de race Blonde d'Aquitaine. Le crâne de la velle de 5 jours a été congelé avant l'acquisition car le service d'imagerie n'était pas disponible le jour de l'autopsie.

b. Examen tomodensitométrique et logiciel de visualisation des images

Le scanner et le logiciel de visualisation d'images utilisés pour cette étude sont les mêmes que ceux utilisés précédemment. Les crânes ont été placés avec la face ventrale contre la table et la face rostrale vers l'arceau. (Figure 77)

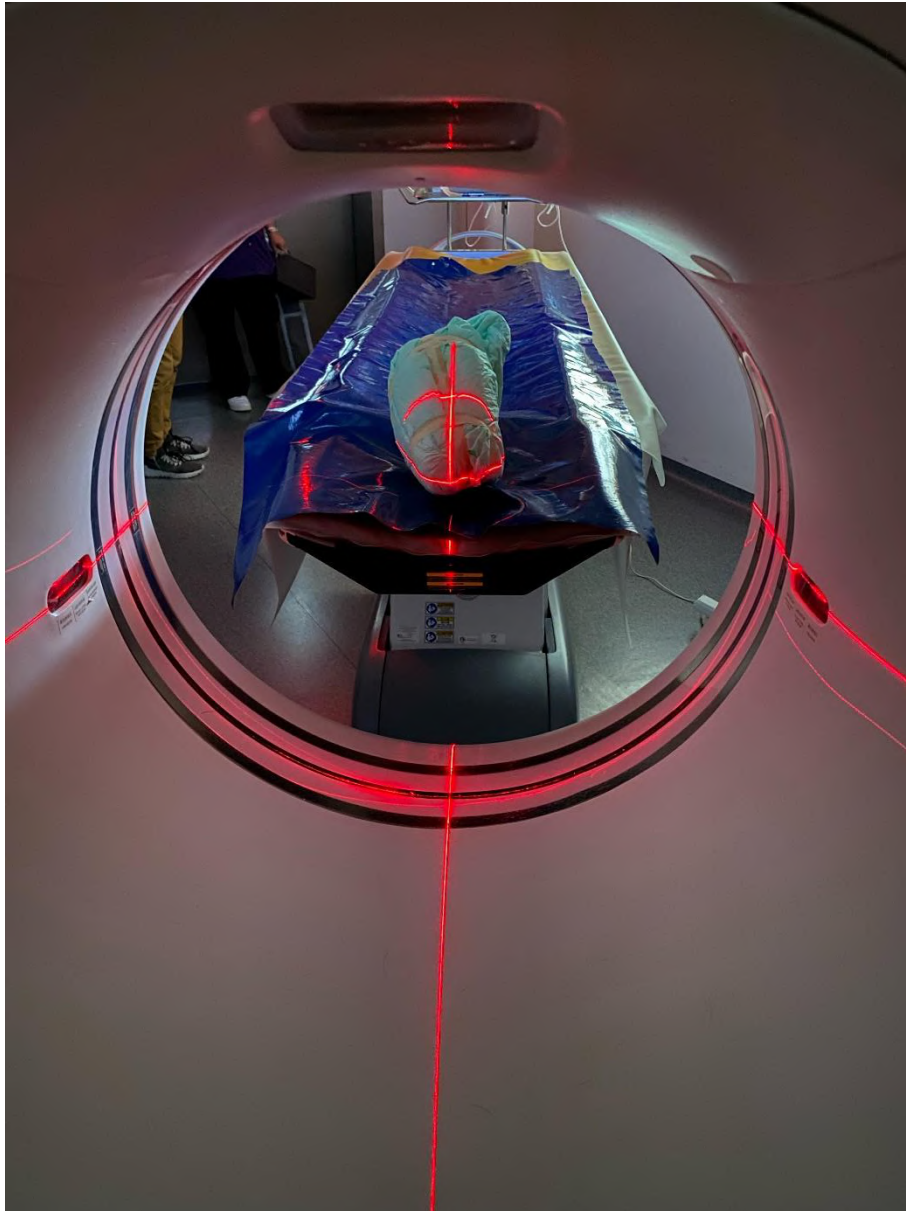


Figure 77 : Placement de la tête du veau d'une semaine sur la table à l'aide des lasers de positionnement

3. Observation de l'évolution des structures des cavités nasales et des sinus paranasaux sur les images obtenues

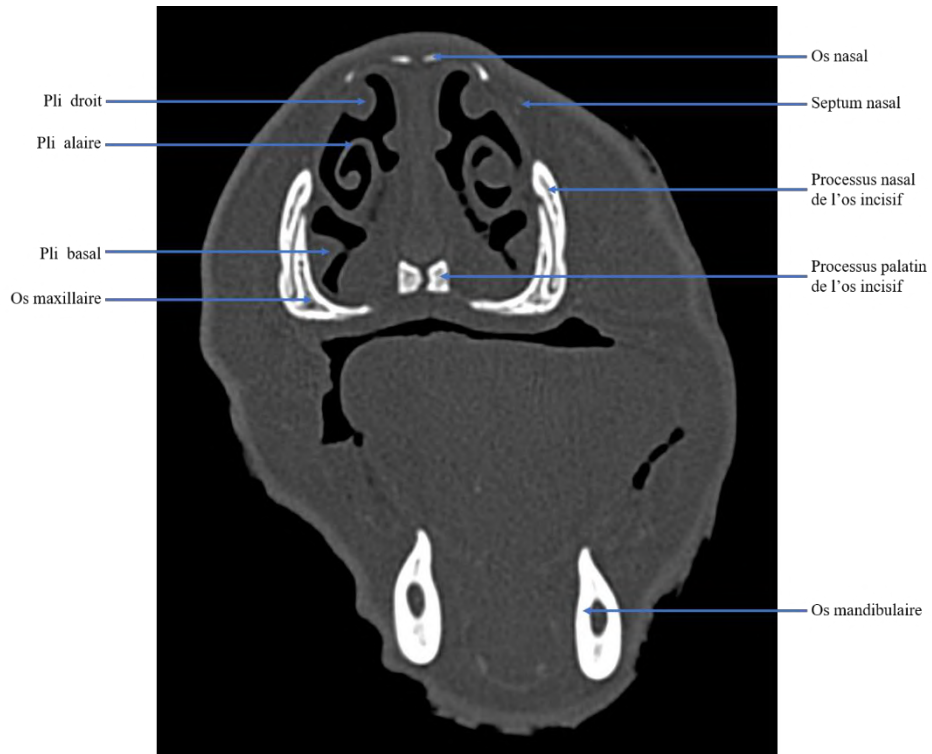


Figure 78 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de l'extrémité rostrale de l'os nasal

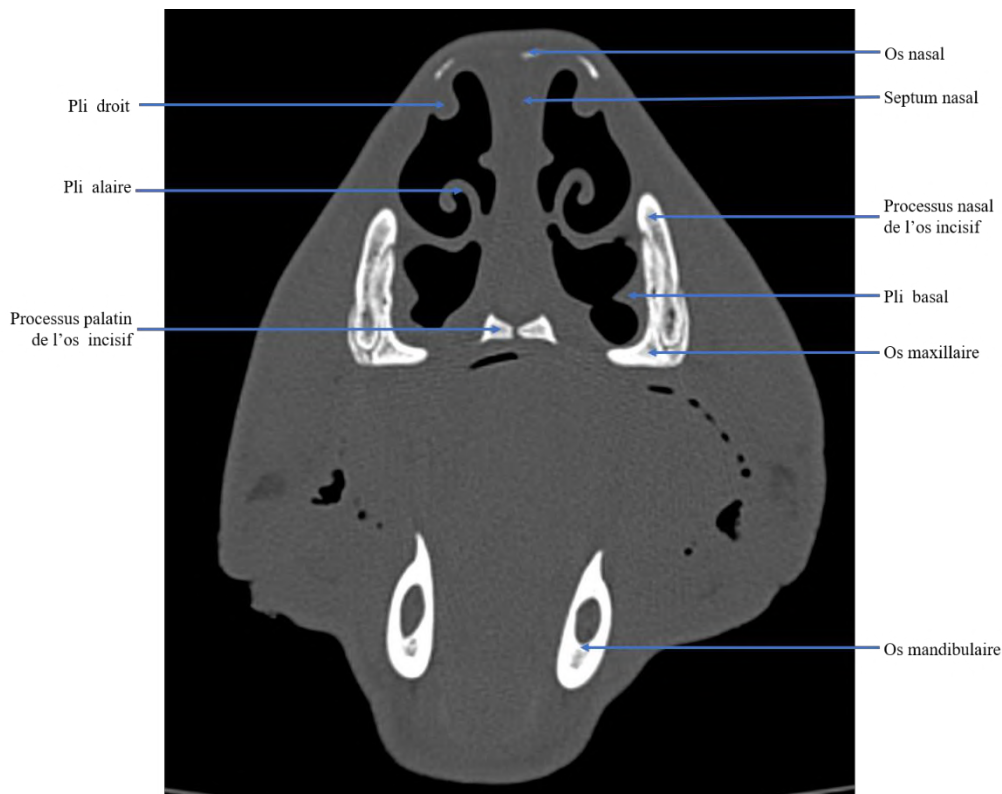


Figure 79 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de l'extrémité rostrale de l'os nasal

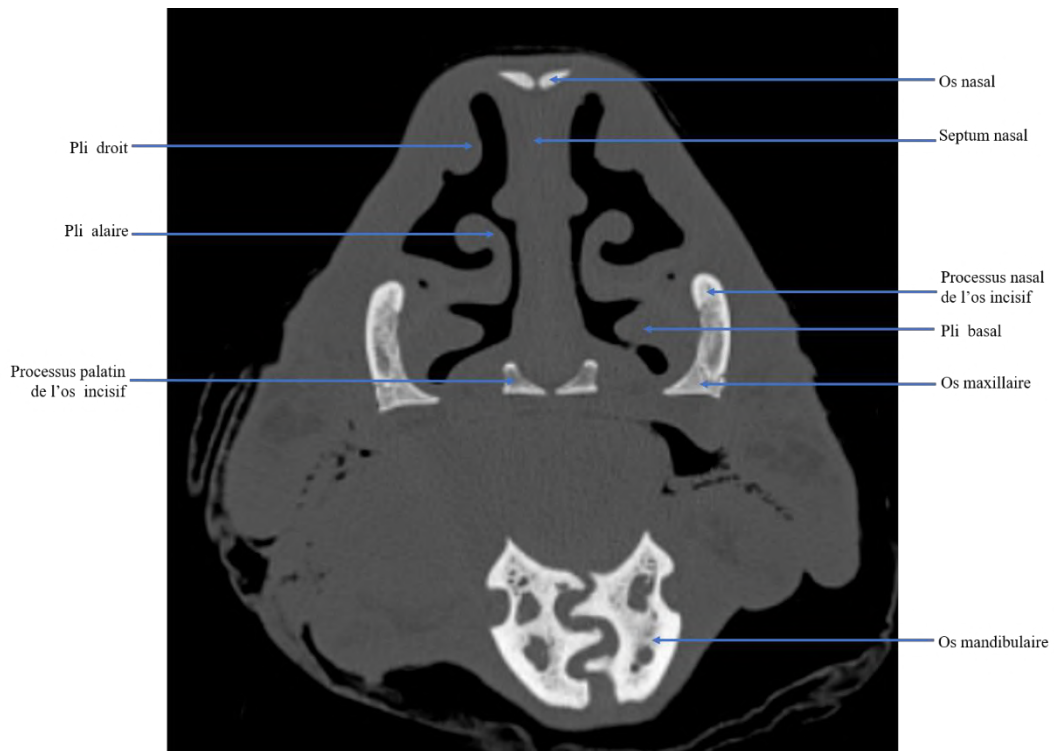


Figure 80 : Coupe transversale du crâne de la vache de 30 mois au niveau de l'extrémité rostrale de l'os nasal

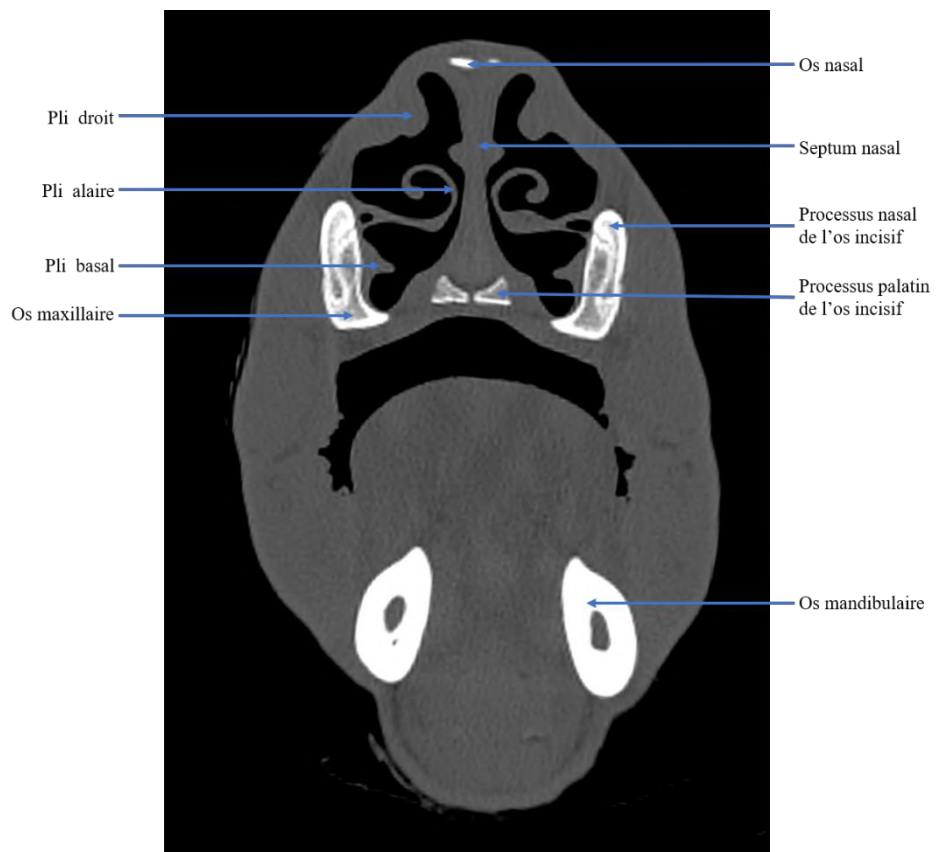


Figure 81 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau de l'extrémité rostrale de l'os nasal

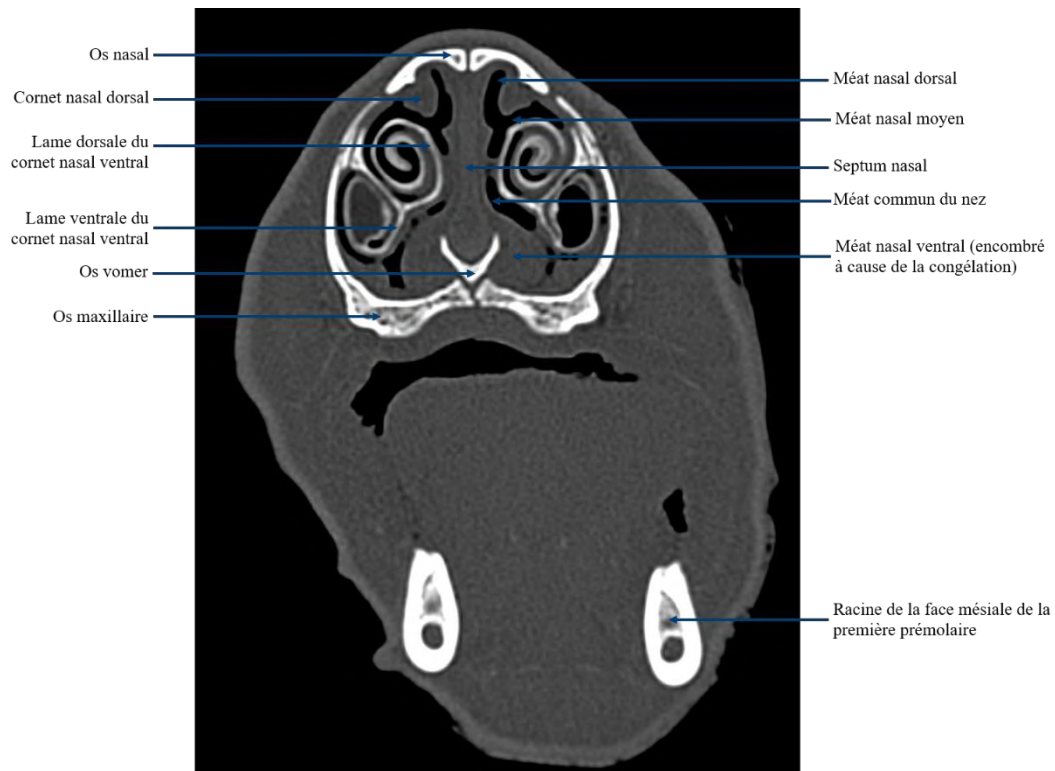


Figure 82 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de l'extrémité rostrale du cornet nasal ventral (face mésiale de la première prémolaire inférieure)

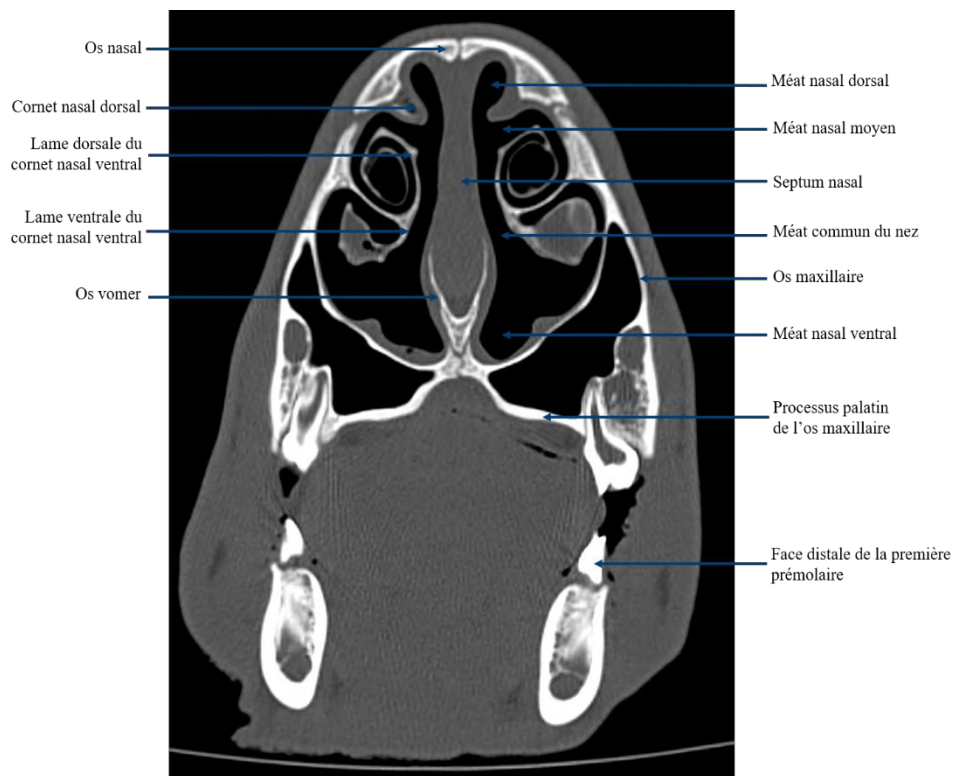


Figure 83 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de l'extrémité rostrale du cornet nasal ventral (face distale de la première prémolaire inférieure)

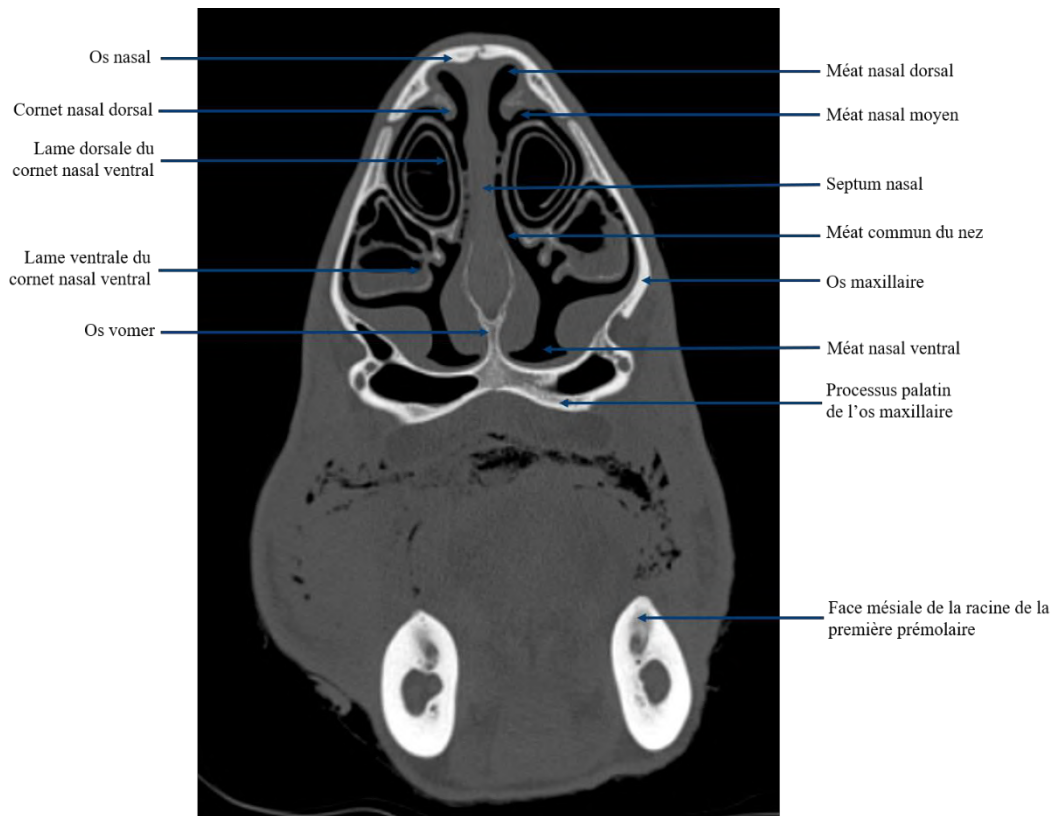


Figure 84 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau de l'extrémité rostrale du cornet nasal ventral (face mésiale de la première prémolaire inférieure)

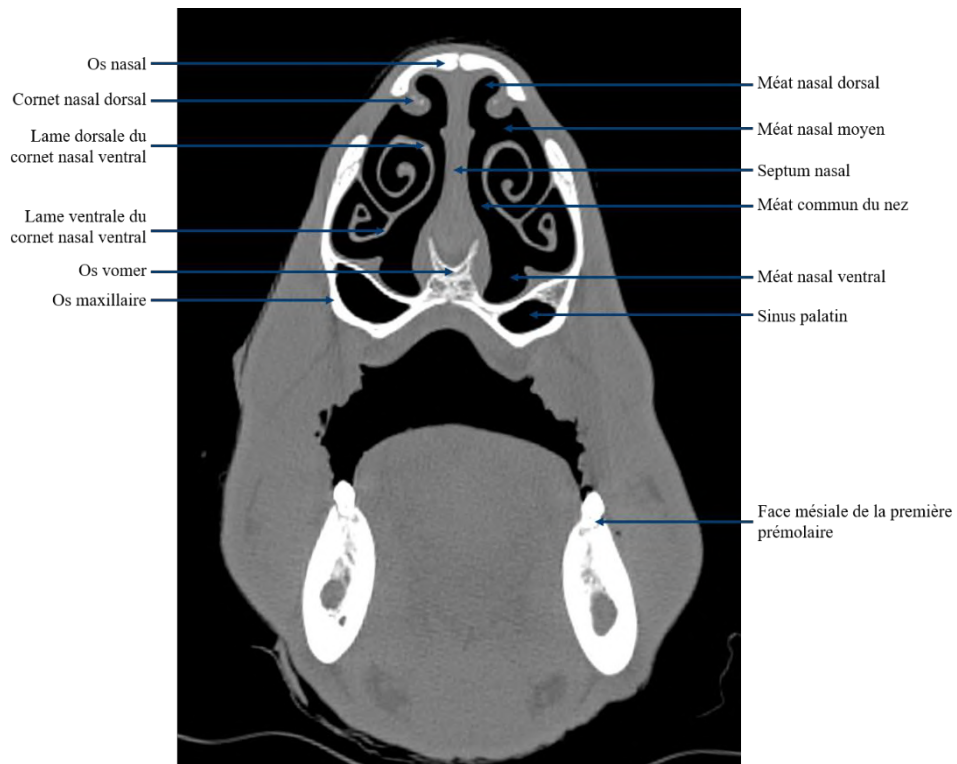


Figure 85 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau de l'extrémité rostrale du cornet nasal ventral (face mésiale de la première prémolaire inférieure)

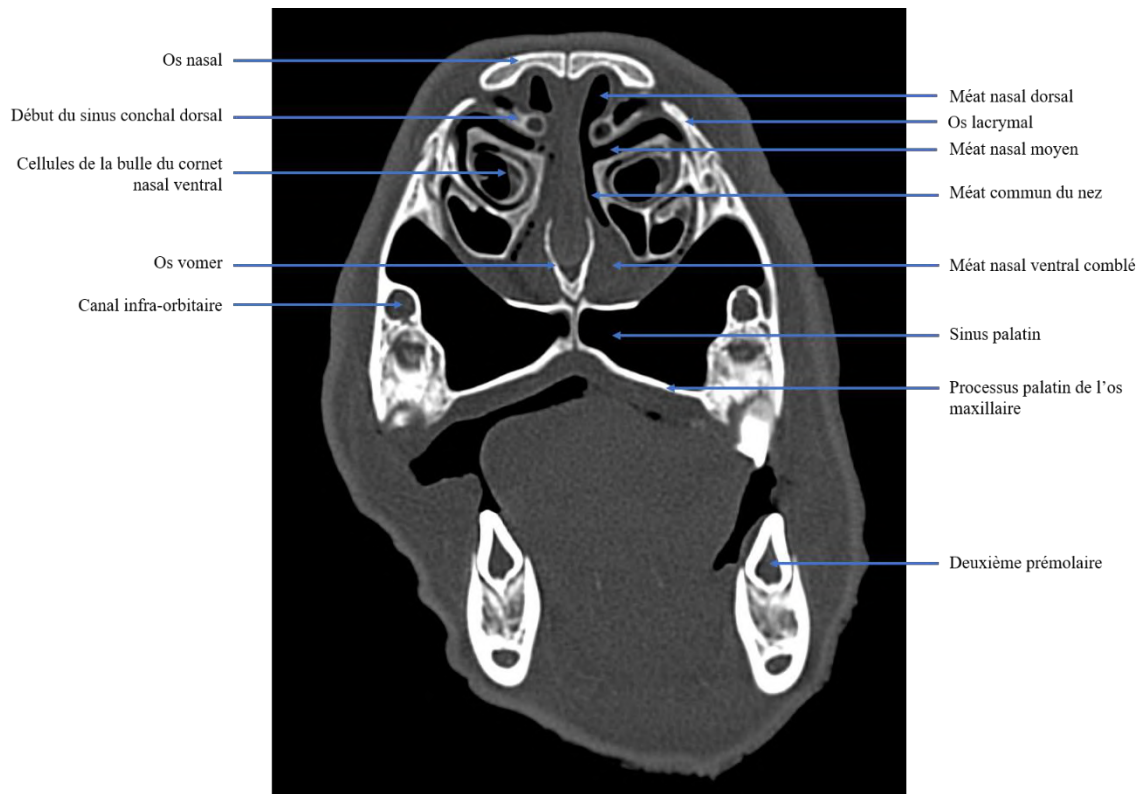


Figure 86 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal dorsal (deuxième prémolaire inférieure)

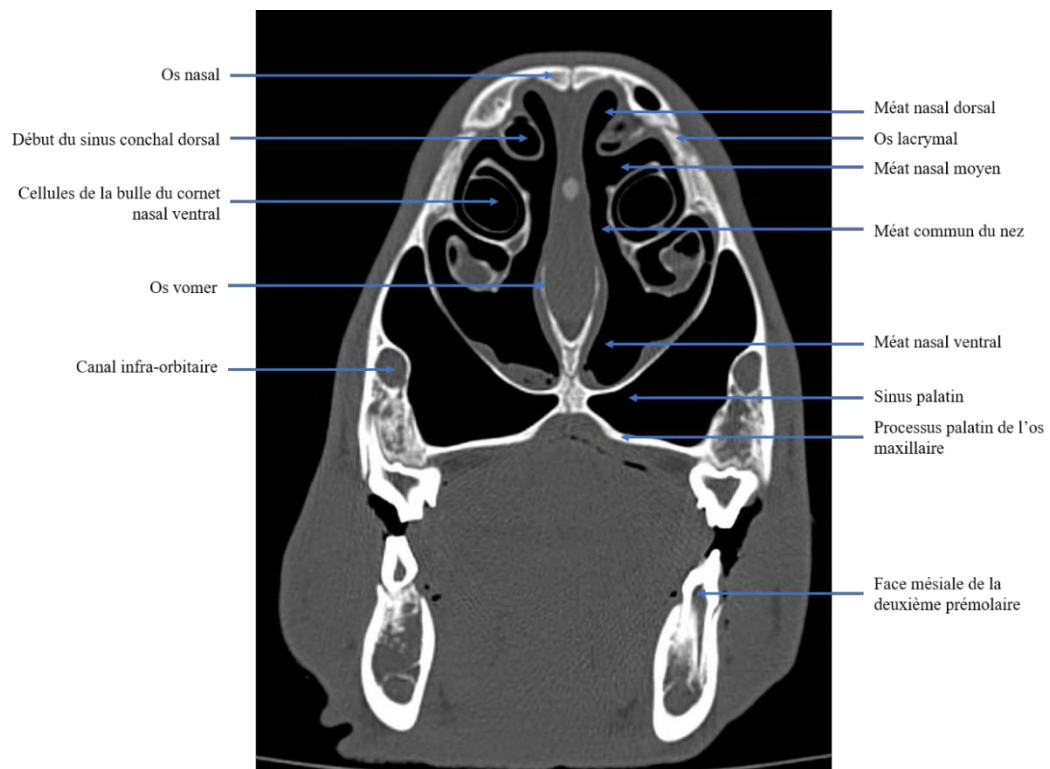


Figure 87 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal dorsal (face mésiale de la deuxième prémolaire inférieure)

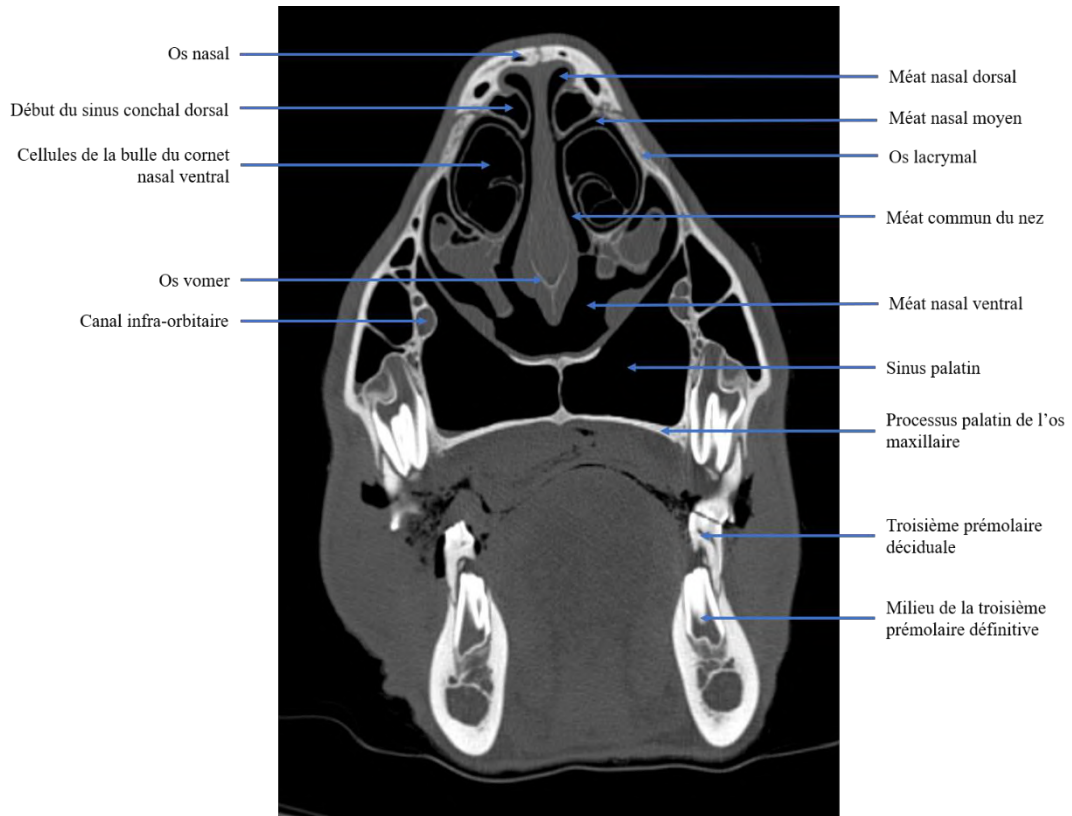


Figure 88 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal dorsal (troisième prémolaire inférieure)

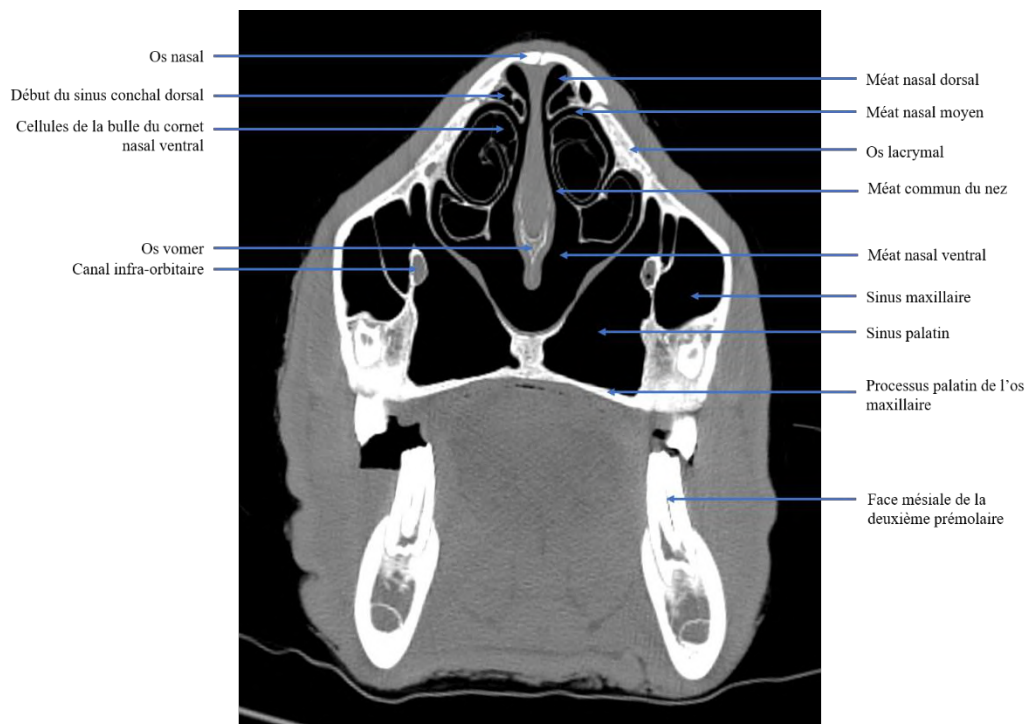


Figure 89 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal dorsal (face mésiale de la deuxième prémolaire inférieure)



Figure 90 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal moyen (face mésiale de la troisième prémolaire inférieure)

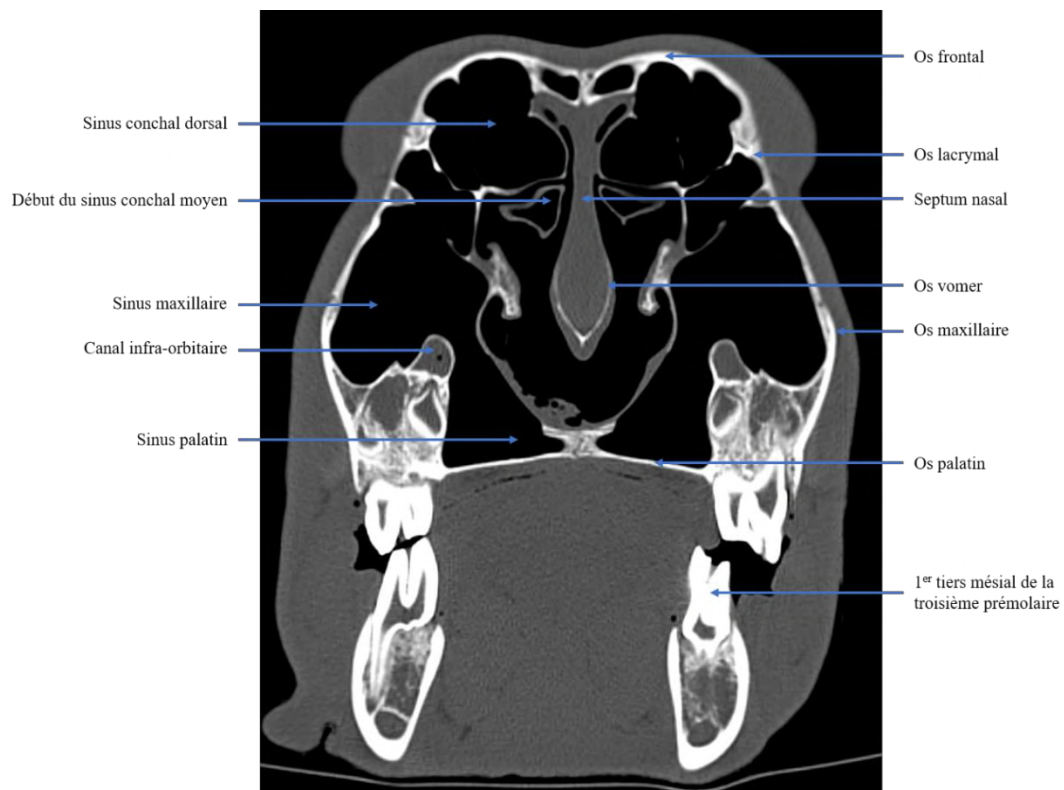


Figure 91 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal moyen (partie mésiale de la troisième prémolaire inférieure)

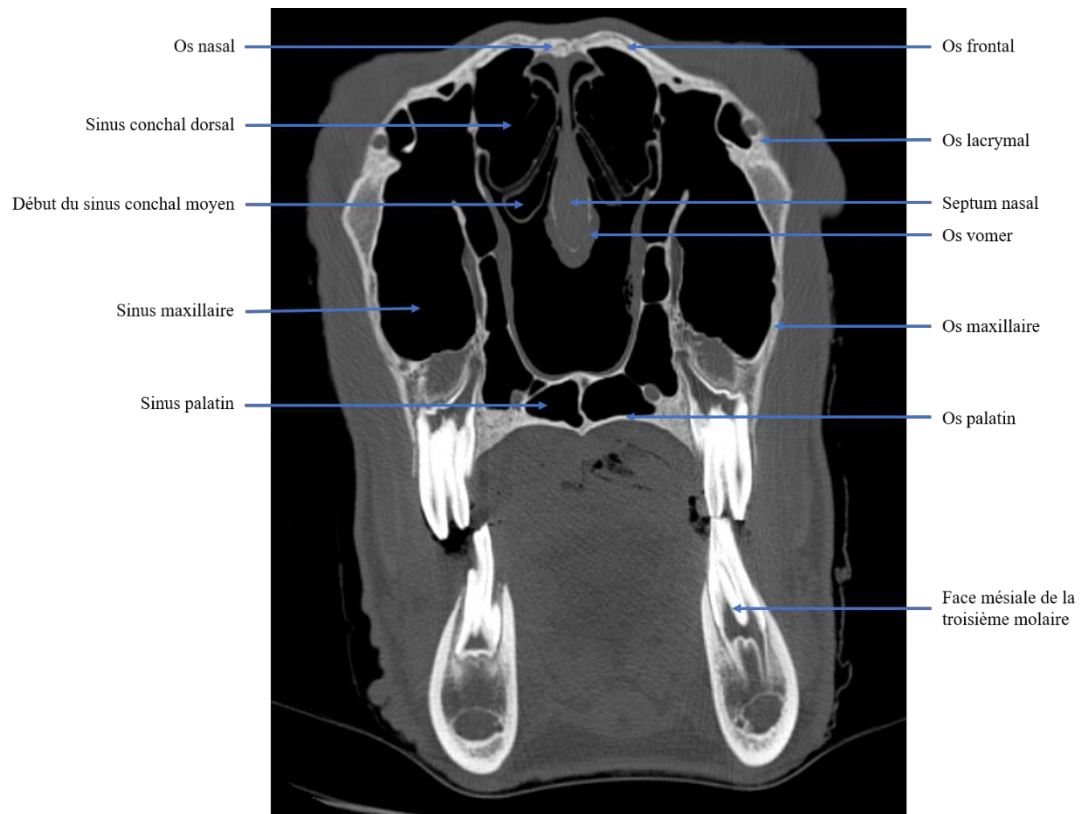


Figure 92 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal moyen (face mésiale de la troisième molaire inférieure)



Figure 93 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau de l'extrémité rostrale du sinus conchal moyen (deuxième molaire inférieure)

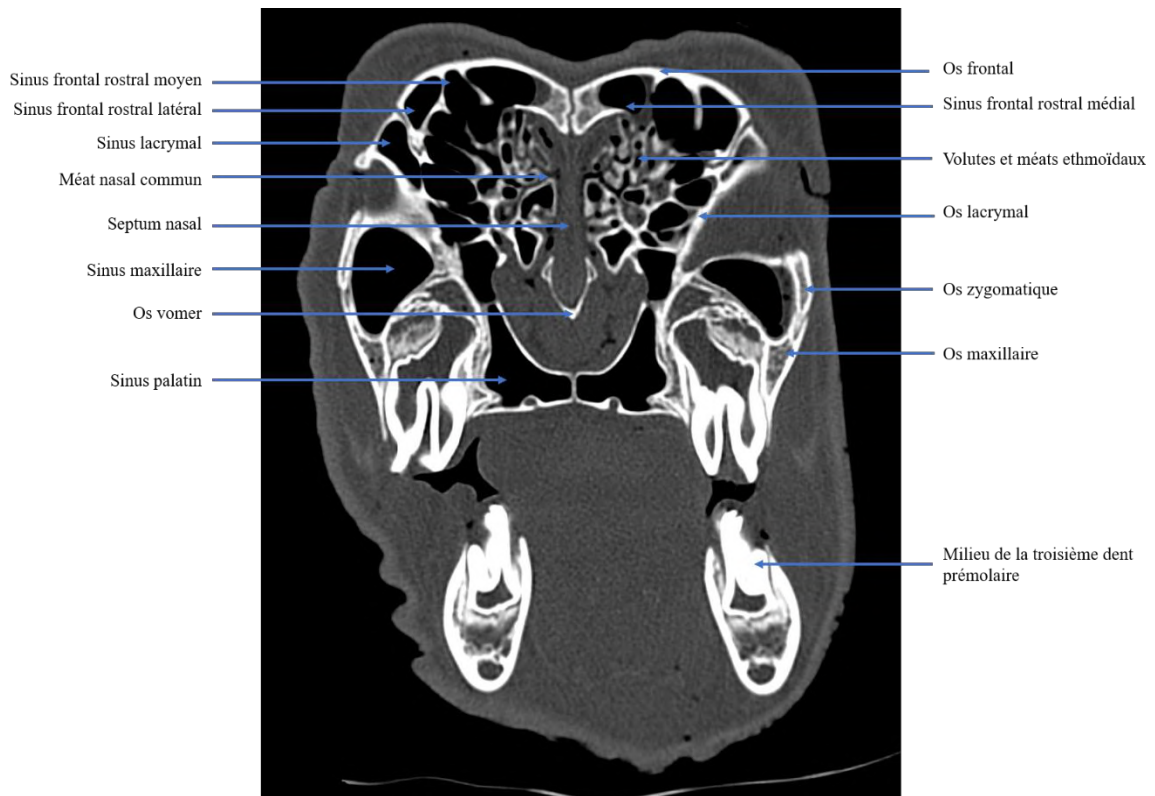


Figure 94 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau du sinus lacrymal (milieu de la troisième prémoilaire inférieure)

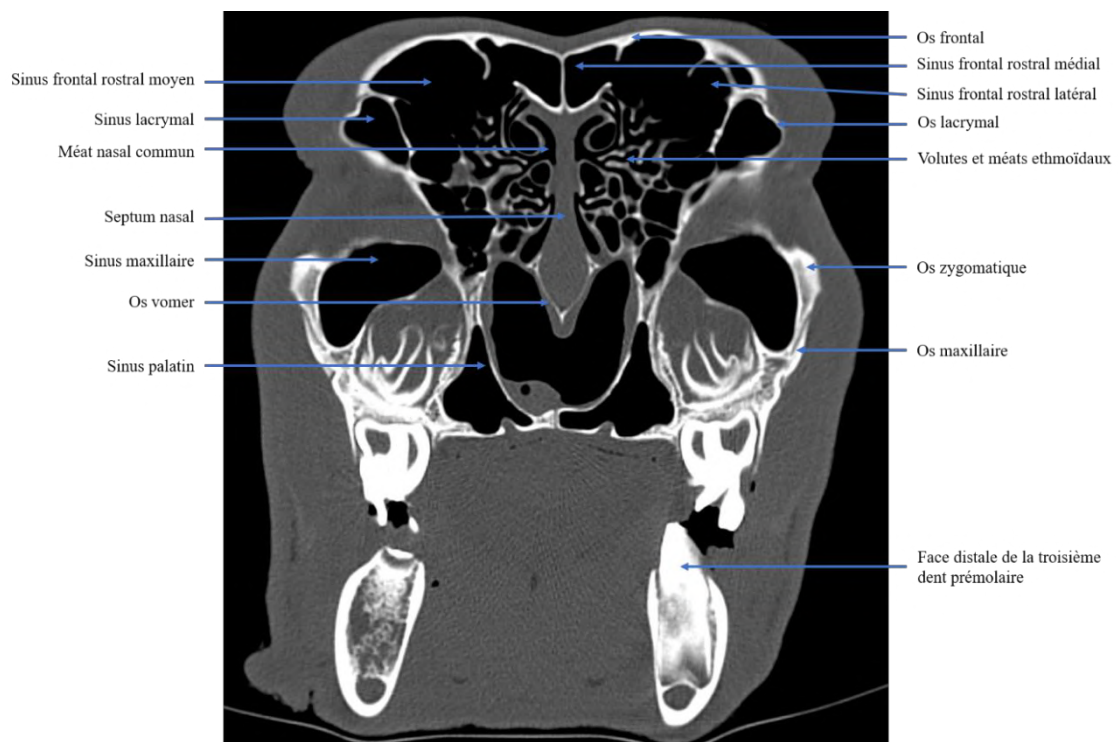


Figure 95 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau du sinus lacrymal (face distale de la troisième prémoilaire inférieure)

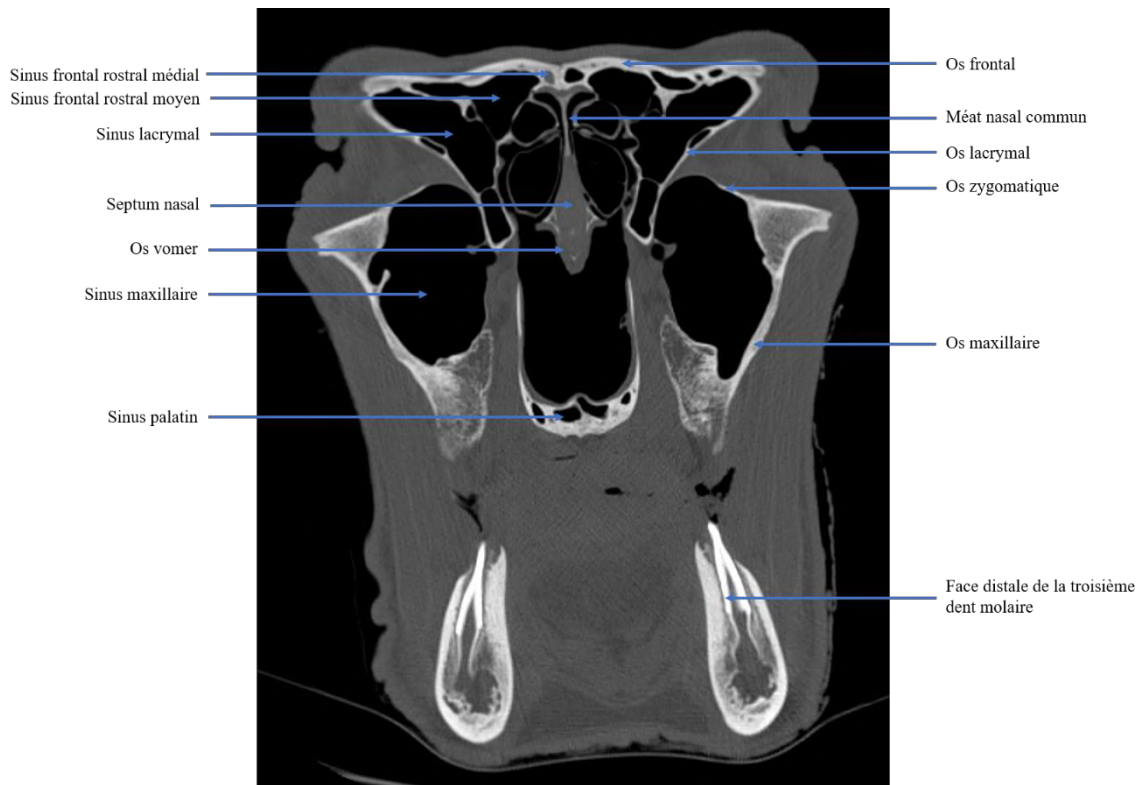


Figure 96 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau du sinus lacrymal (face distale de la troisième molaire inférieure)

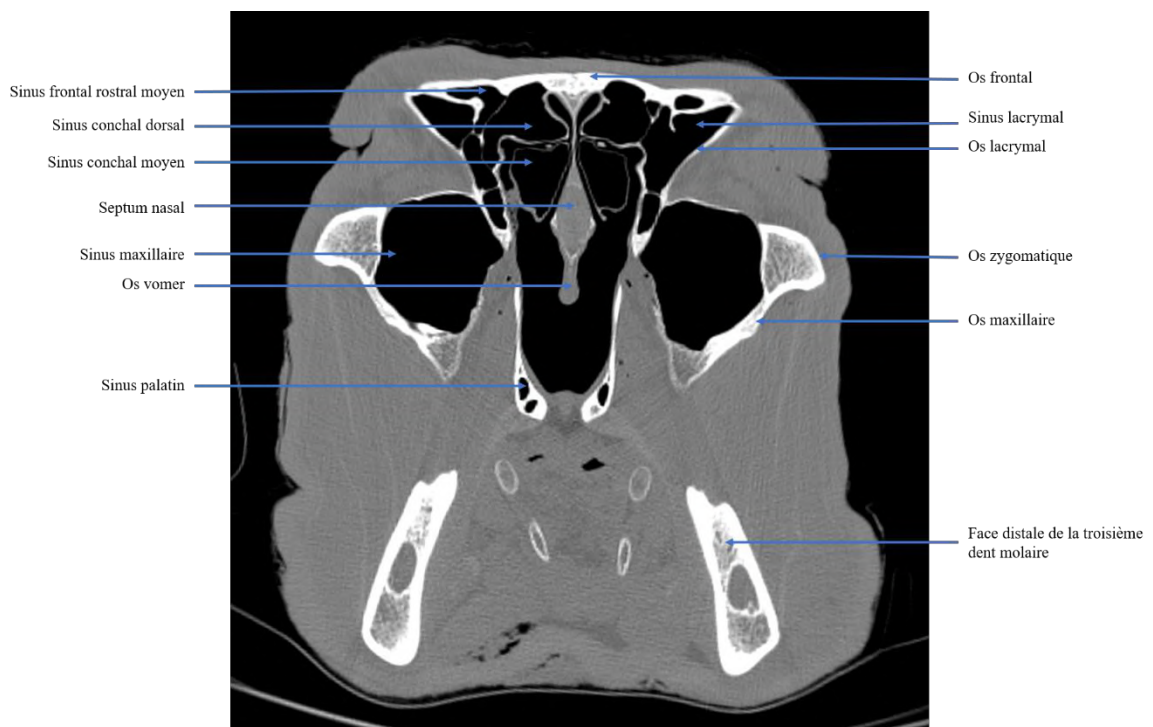


Figure 97 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau du sinus lacrymal (face distale de la troisième molaire inférieure)

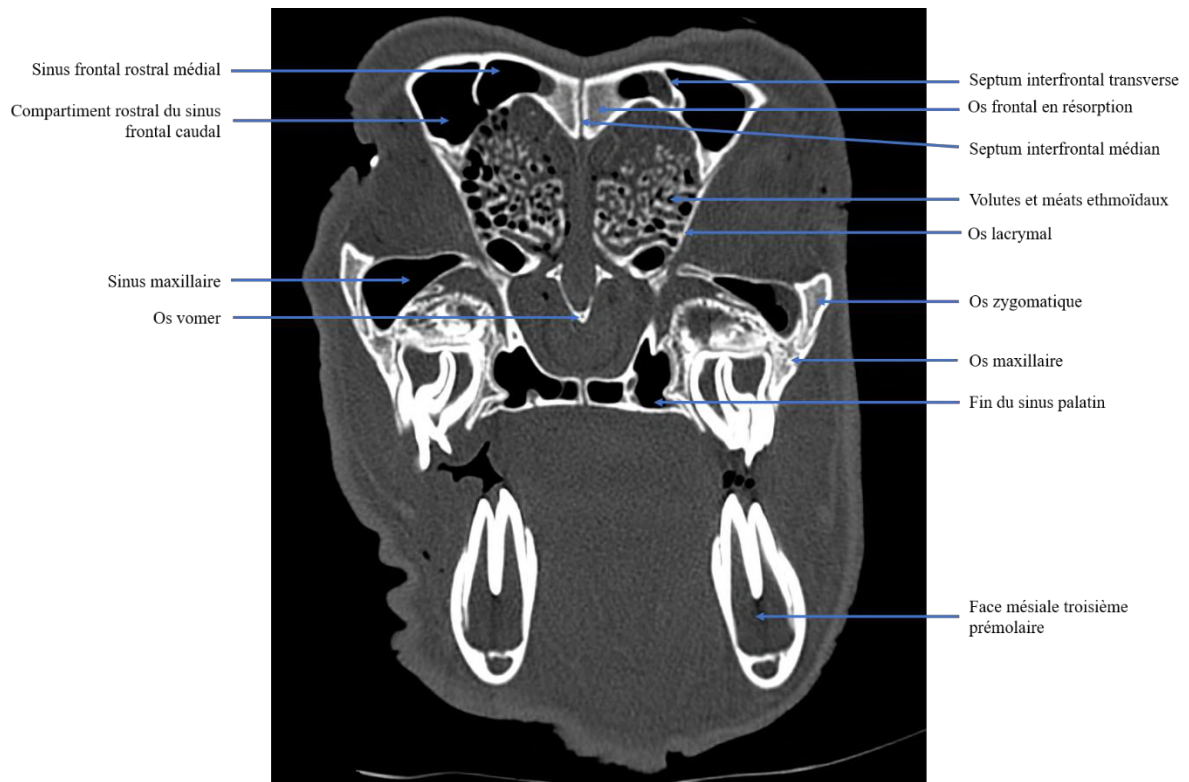


Figure 98 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de l'os ethmoïde (face mésiale de la troisième prémolaire inférieure)

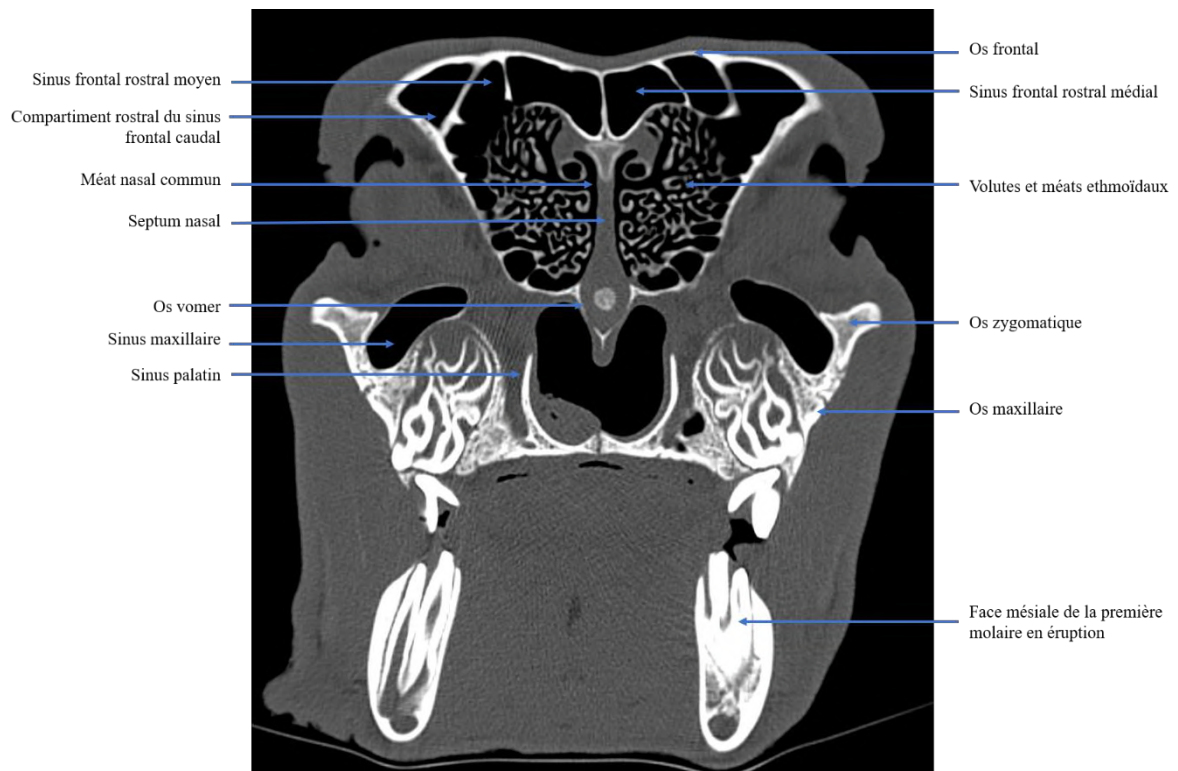


Figure 99 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de l'os ethmoïde (face mésiale de la première molaire inférieure)

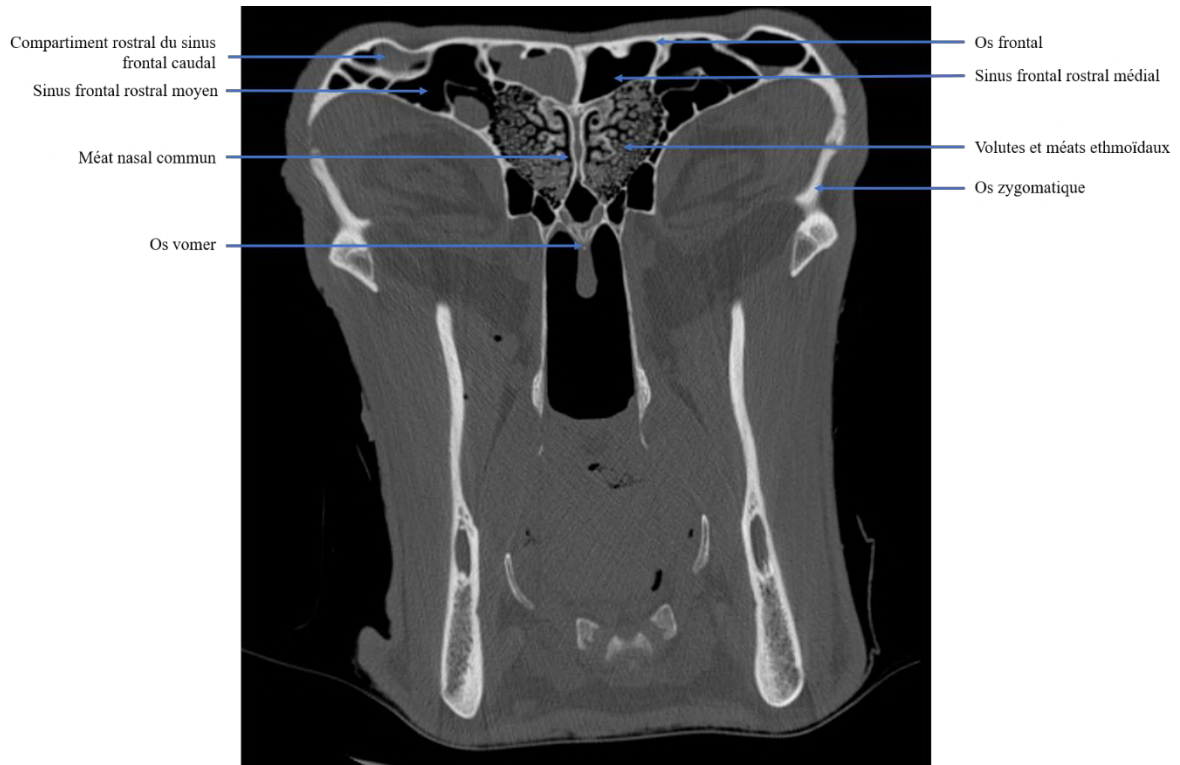


Figure 100 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau de l'os ethmoïde

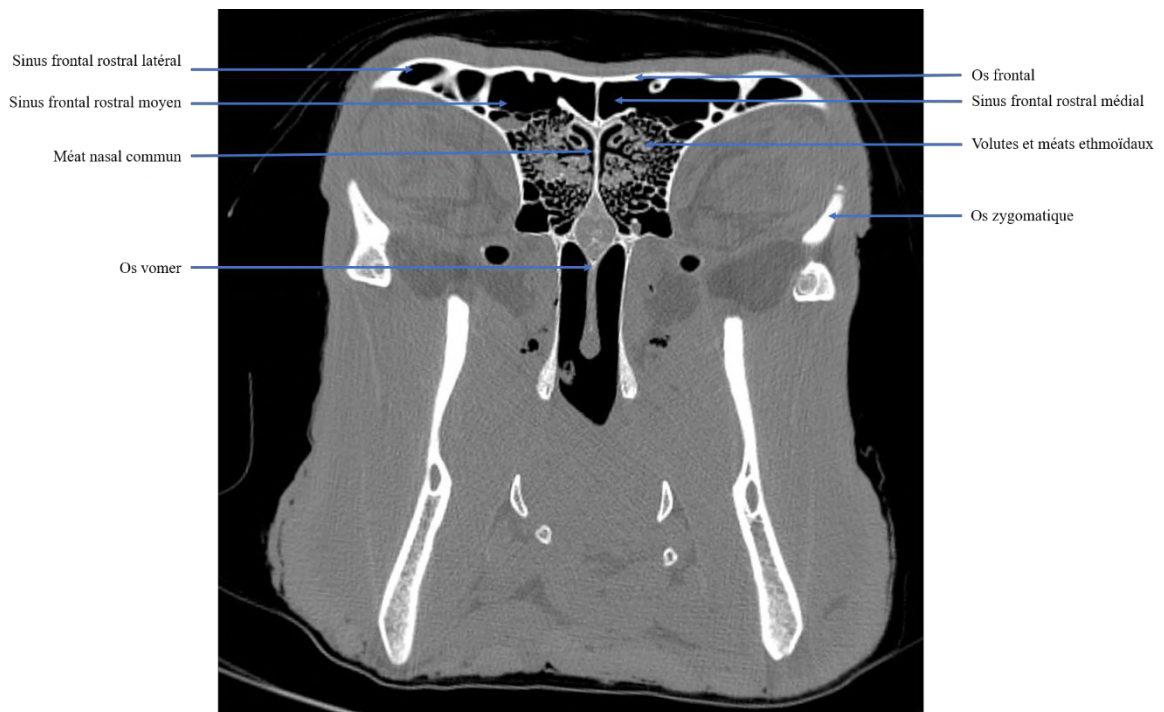


Figure 101 : Coupe transversale du crâne de la vache de 4 ans au niveau de l'os ethmoïde

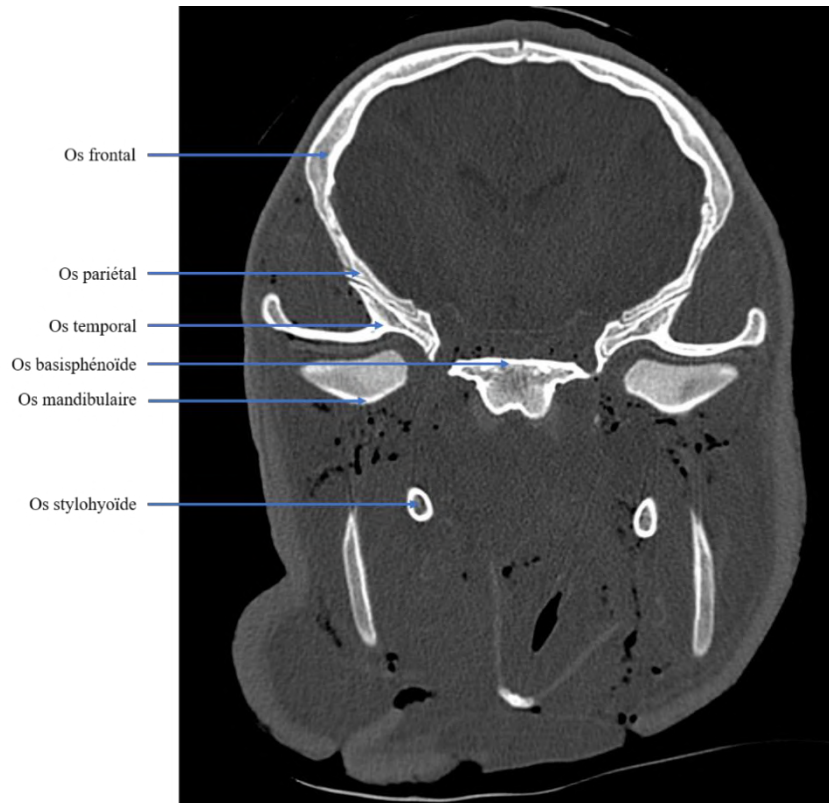


Figure 102 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire

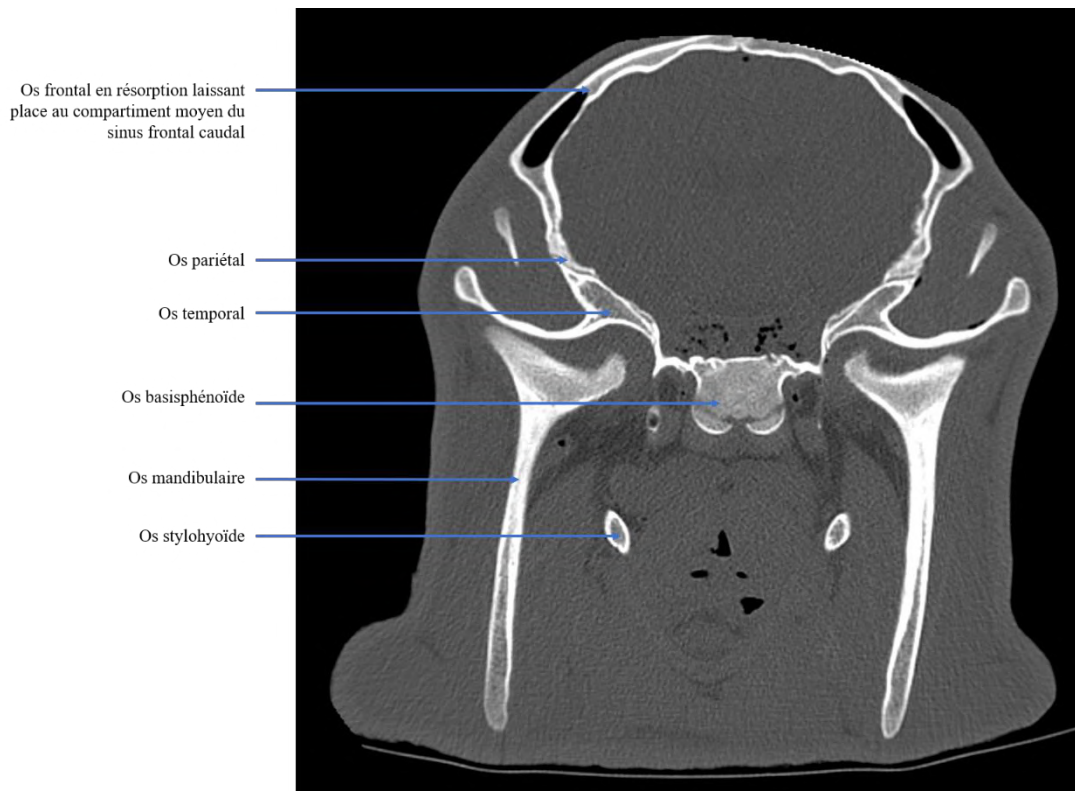


Figure 103 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire

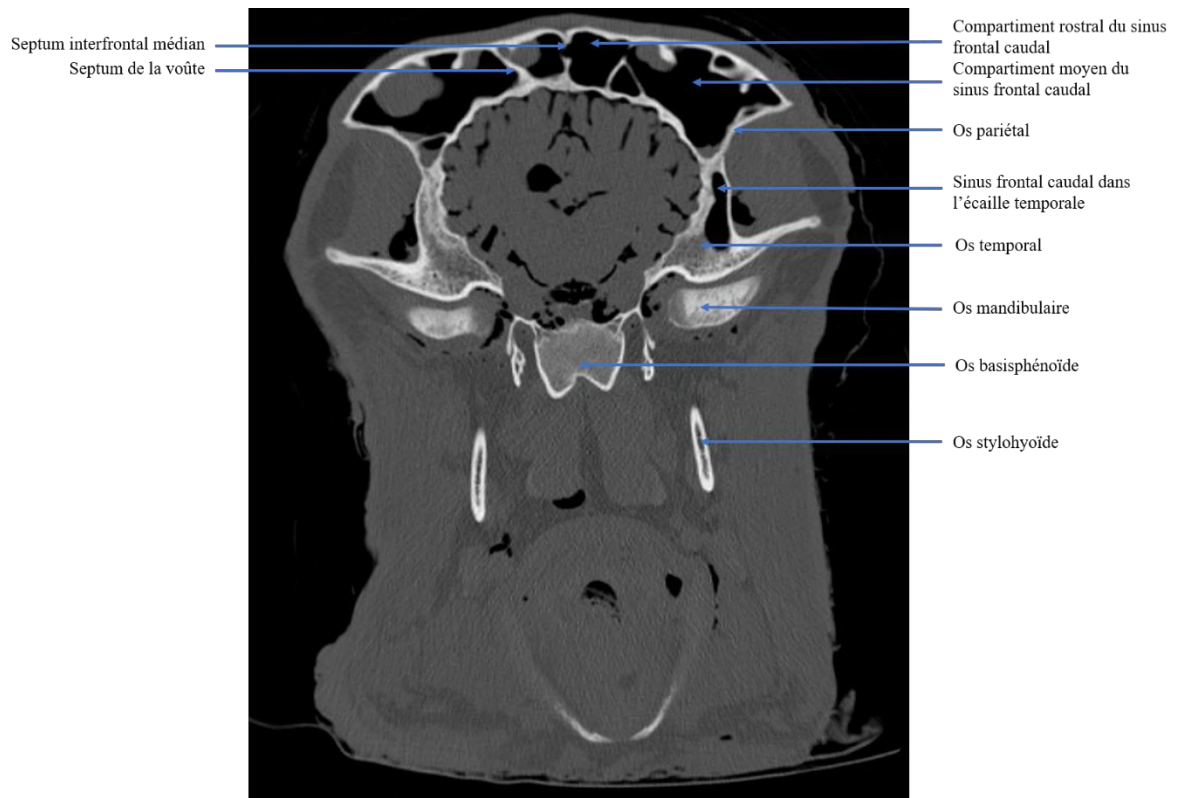


Figure 104 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire

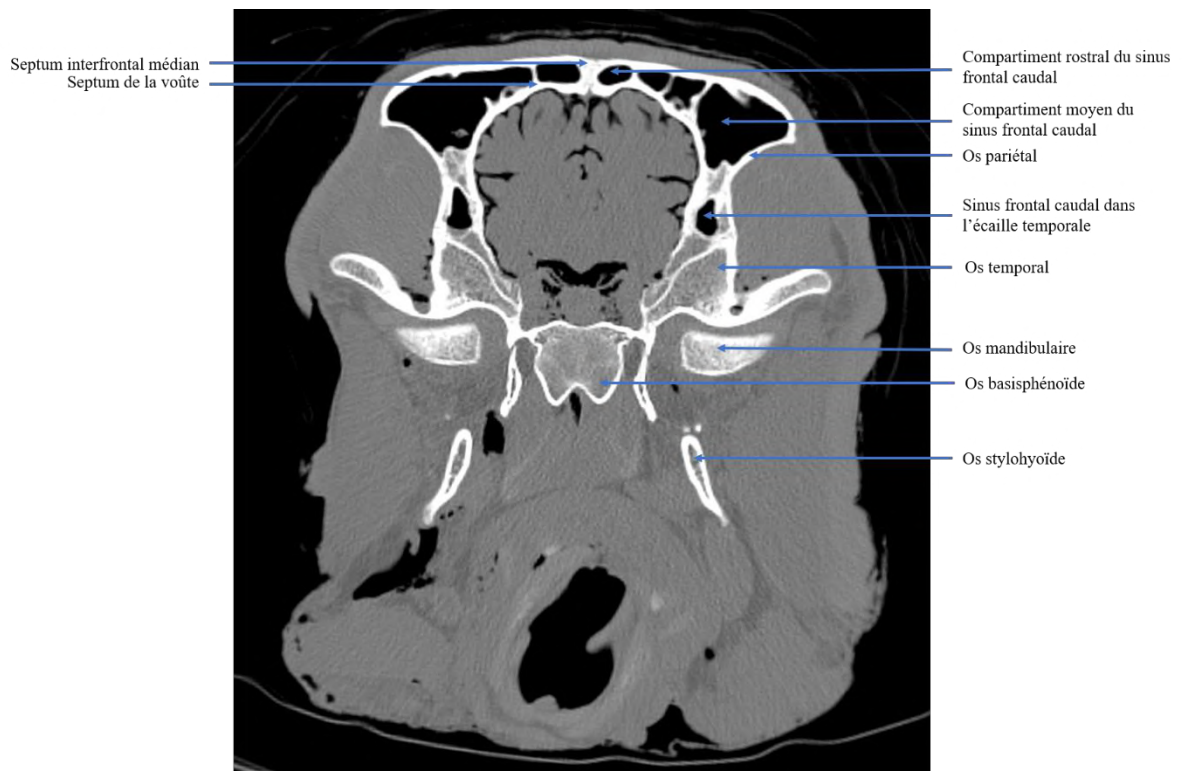


Figure 105 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire

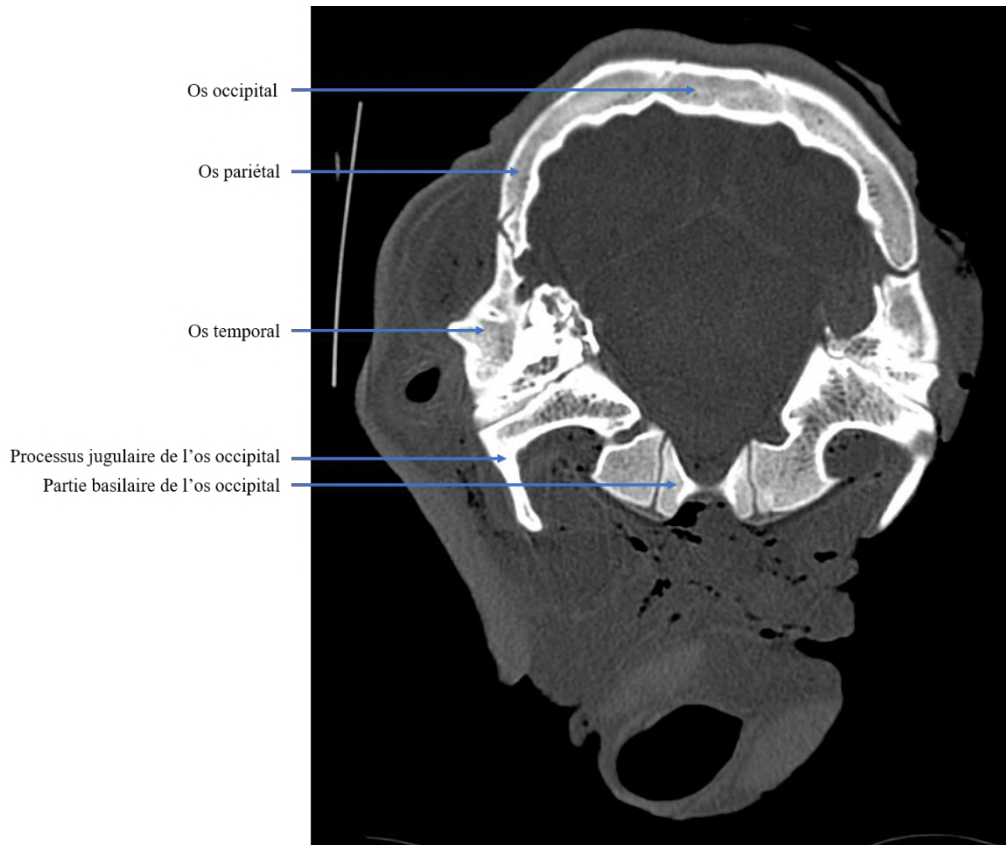


Figure 106 : Coupe transversale scanner du crâne de la velle de 5 jours au niveau de la zone de formation des condyles occipitaux

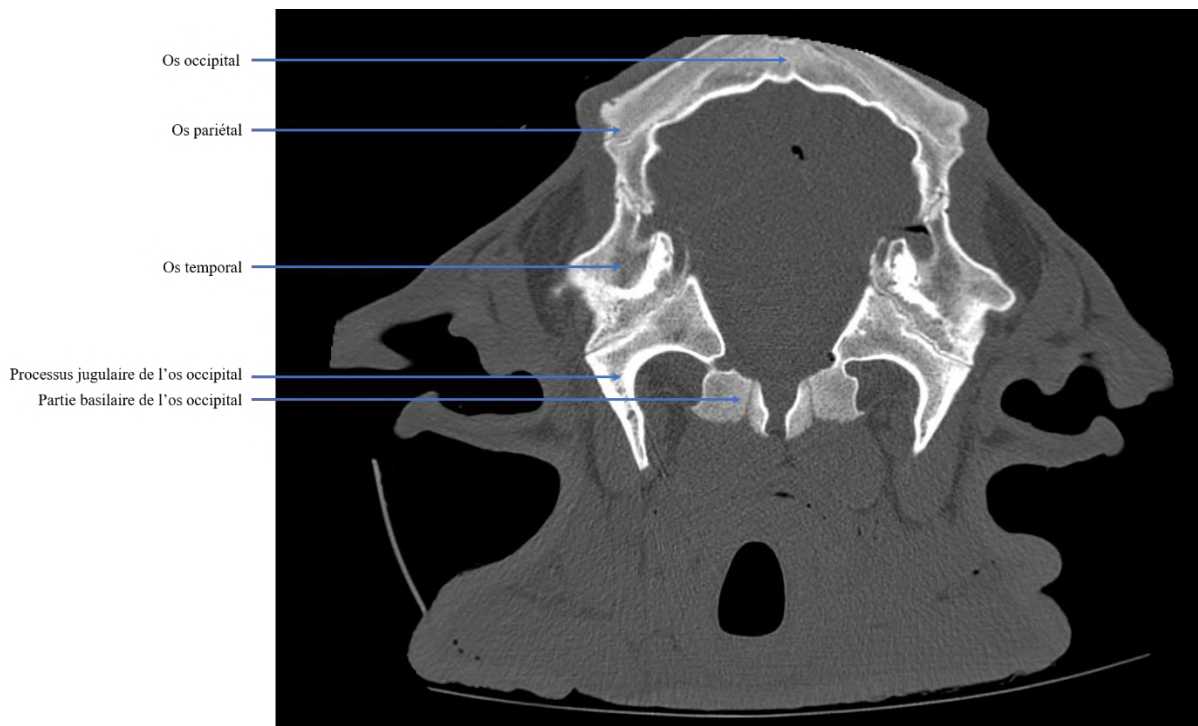


Figure 107 : Coupe transversale scanner du crâne du veau de 4 mois au niveau de la zone de formation des condyles occipitaux

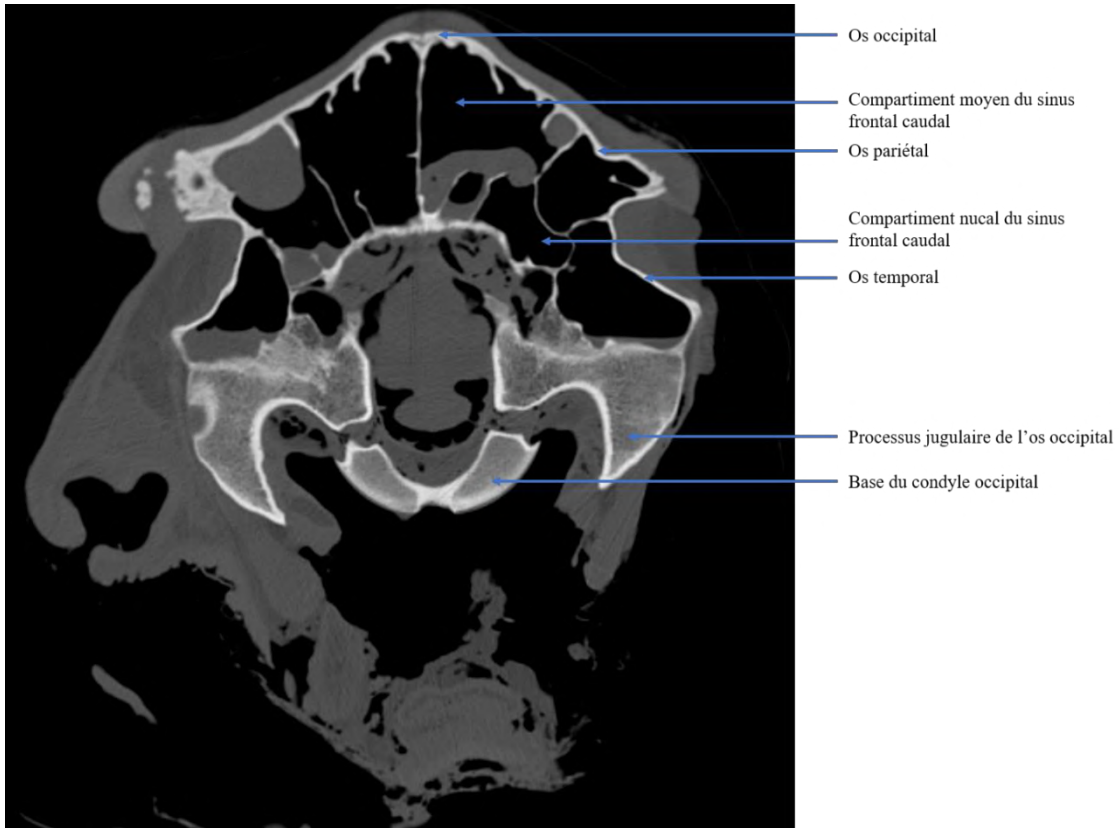


Figure 108 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 30 mois au niveau de la zone de formation des condyles occipitaux

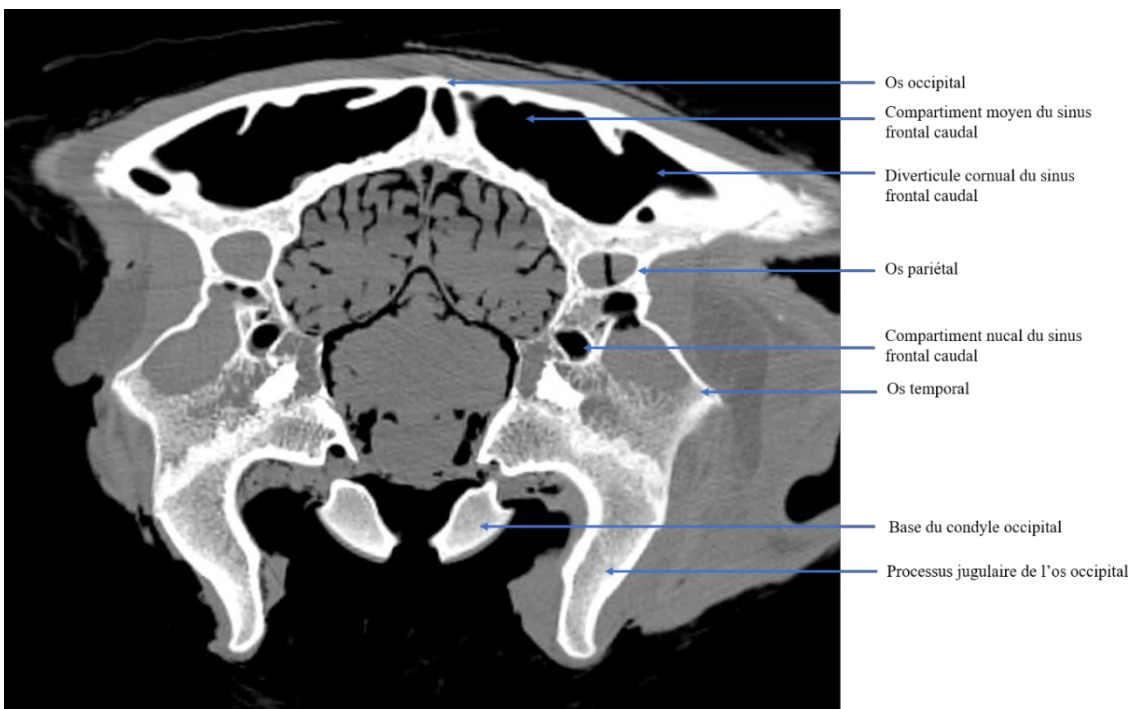


Figure 109 : Coupe transversale scanner du crâne de la vache de 4 ans au niveau de la zone de formation des condyles occipitaux

D. Discussion

1. Importance des études réalisées

L'imagerie médicale en dehors de l'échographie est peu utilisée en médecine rurale mais les vétérinaires y portent un intérêt croissant du fait de l'augmentation de la valeur économique des animaux. Il y a également une augmentation du nombre de bovins « de compagnie » pour lesquels la recherche d'un diagnostic n'est pas limitée par le coût des examens complémentaires réalisés. Aujourd'hui, l'examen tomodensitométrique est peu utilisé en médecine des bovins, mais nous pouvons penser qu'avec l'augmentation des démarches diagnostiques mises en place au cours des dernières années, il pourrait, au même titre que celui du cheval, être utilisé dans quelques années. Dans certaines affections, la réalisation de clichés radiographiques peut être réalisée afin de poser un diagnostic. Cependant, certaines incidences nécessitent la sédation voire l'anesthésie du bovin pour prendre les clichés, l'examen tomodensitométrique apporte alors plus de bénéfices en augmentant très peu les risques liés à la procédure²⁷. Quelques articles décrivent l'utilisation de l'examen tomodensitométrique chez les bovins et montrent son intérêt dans le cas de différentes affections. ^{6,14-16,19,20,40,42-45}

Une étude portant sur les références anatomiques nécessaires au scanner du crâne du Buffle égyptien (*Bubalus bubalis*) a été réalisée en 2011⁴⁶ mais aucune étude similaire n'a été réalisée sur les bovins domestiques d'Europe ou d'Amérique. Notre première étude vient donc s'inscrire dans la même démarche que cette dernière avec la différence d'être réalisée pour des bovins retrouvés communément en Europe. En effet, la comparaison entre les coupes anatomiques et les images scanner permet d'avoir une idée de la représentation de chaque structure après reconstitution de l'image et des structures peu ou non visibles à l'examen tomodensitométrique. Cette étude permet donc de faciliter la lecture d'images scanner pour les vétérinaires souhaitant en réaliser. Cependant, certaines affections restent difficiles à identifier pour des vétérinaires généralistes et les vétérinaires ayant une spécialisation en imagerie médicale seront plus aptes à identifier ces dernières.

Notre seconde étude porte sur l'évolution des structures des cavités nasales et des sinus paranasaux en fonction de l'âge des bovins. Actuellement, aucune autre étude ne décrit réellement cette évolution des sinus en relation avec l'âge de l'animal. Cette étude a pour

objectif d'observer les différentes évolutions des structures des cavités nasales et des sinus paranasaux en fonction de l'âge des bovins. L'étude permet également une meilleure compréhension de la localisation des différents sinus et leurs relations avec les structures osseuses les entourant.

2. Résultats obtenus

Lors de la première étude, nous avons réalisé sept coupes anatomiques de différentes régions crâniennes d'une vache adulte de race Blonde d'Aquitaine. Ces sept coupes ont été mises en parallèle avec les images scanner correspondantes afin d'observer la correspondance entre les coupes anatomiques et les images scanner. L'utilisation d'un crâne de vache adulte permet la visualisation de tous les sinus présents chez les bovins.

Les coupes anatomiques permettent de repérer les différentes structures présentes aux points de références et de suivre ces structures sur les images scanner à l'aide du logiciel. L'observation de l'ensemble du crâne par défilement des coupes scanner permet ensuite d'observer les différentes communications entre les sinus et les cavités nasales de l'animal. L'acquisition scanner en fenêtre osseuse permet de bien distinguer les sutures entre les différents os ainsi que les sinus des bovins. Les os sont bien différenciés des tissus mous et seules les petites structures osseuses perdent en contraste. La distinction entre les différents sinus frontaux est difficile à faire sur les coupes transversales scanner et l'utilisation du mode de visualisation en 3D permet de repérer les différents secteurs plus aisément.

La seconde étude permet de mettre en évidence une évolution des cavités nasales et des sinus paranasaux dans le temps. En effet, on peut observer un allongement du cornet nasal ventral et du sinus conchal dorsal. Cette augmentation de la longueur des structures est probablement liée à l'allongement de la partie rostrale du crâne avec l'éruption des dents molaires. Les sinus maxillaire et palatin sont également modifiés avec cette évolution et s'agrandissent avec le temps. À la naissance, seuls les sinus frontaux rostraux sont présents et peu développés, les compartiments rostral et moyen du sinus frontal caudal commencent à se développer peu après la naissance par résorption de l'os frontal. Le compartiment nuchal du sinus frontal caudal est le dernier à se développer par résorption des os pariétaux, occipital et temporaux.

3. Limites de ces études

La limite principale de cette étude est le nombre de bovins étudiés, notamment pour la seconde étude où la présence de bovins d'âge intermédiaire (entre 4 et 30 mois) aurait permis d'observer le développement des sinus avec plus de précisions mais nous n'avons pas eu l'occasion d'observer des bovins de cet âge sans signes d'affection respiratoire au cours de l'étude.

Pour la première étude, la réalisation de coupes anatomiques plus fines et donc plus nombreuses aurait permis une meilleure représentation des différentes structures. De plus, afin de limiter les risques de blessure liés à l'utilisation de la scie à ruban, la partie caudale du crâne (zone du compartiment nuchal du sinus frontal caudal) n'a pas été découpée et ne dispose pas d'image anatomique de référence. L'utilisation d'une scie à ruban de plus grande dimension aurait permis de s'affranchir de ce biais. Nous aurions pu également utiliser plusieurs individus pour cette étude mais un manque de temps lié à la logistique d'utilisation de la scie ne nous a pas permis de reproduire la manipulation.

Pour la seconde étude, la manque d'individus d'âge intermédiaire est un biais dû au manque de cas correspondants présentés au service d'autopsie durant le temps de l'étude. L'utilisation d'individus de classe d'âge intermédiaire aurait permis une meilleure description de l'évolution des sinus frontaux caudaux notamment. Enfin, afin de montrer l'évolution de ces structures sans tenir compte du dimorphisme sexuel ainsi que des différences de croissance individuelles et raciales des bovins, il serait plus intéressant d'utiliser un ou plusieurs jeunes animaux sains qui seraient anesthésiés puis scannés à différents stades de leur vie. Ici, l'objectif de l'étude était d'avoir une première idée de l'évolution des structures nasales et paranasales en fonction de l'âge des animaux et il n'était donc pas nécessaire de réaliser un tel protocole expérimental.

Conclusion

Les cavités nasales et les sinus paranasaux des bovins sont des structures complexes et relativement peu étudiées. Pourtant, les bovins sont sujets à de nombreuses affections nasales et paranasales entraînant une modification de ces structures.

La réalisation d'images de référence pour l'examen tomodensitométrique du crâne des bovins permet de faciliter la lecture et l'interprétation des images acquises lors d'un examen tomodensitométrique de ces derniers.

Les sinus paranasaux des bovins évoluent en fonction de l'âge de l'animal. En effet, on observe un allongement des sinus conchaux et un développement des sinus maxillaires et frontaux, respectivement par développement de l'os maxillaire et par creusement des os frontal, pariétal, interpariétal, occipital et temporal.

Nous avons pu observer au cours de cette étude que dans le cadre de certaines affections, le recours à l'examen tomodensitométrique n'était pas nécessaire voire inutile. Cependant, dans le cadre d'affections traumatiques, néoplasiques ou encore lors de kystes sinusaux ou nasaux, l'examen tomodensitométrique prend tout son sens puisqu'il permet de délimiter facilement et précisément ces affections et donc de poser un pronostic thérapeutique pour l'animal et de prévoir la réalisation d'une chirurgie dans les meilleures conditions.

Bibliographie

- (1) Barone, R. *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, Troisième édition.; Vigot: Paris, 1997; Vol. Tome 3, Splanchnologie I.
- (2) Barone, R. *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, Cinquième édition.; Vigot: Paris, 2010; Vol. Tome 1, Ostéologie.
- (3) Dyce, K. M.; Sack, W. O.; Wensing, C. J. G. *Textbook of Veterinary Anatomy*, 4th ed.; Saunders/Elsevier: St. Louis, Mo, 2010.
- (4) Aspinnall, V.; Cappello, M. *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology Textbook*, Third edition.; Elsevier: Edinburgh ; New York, 2015.
- (5) *Bovine Anatomy: An Illustrated Text*, 1. ed.; Budras, K.-D., Jahrmärker, G., Eds.; Vet; Schlüter: Hannover, 2008.
- (6) Schleining, J. A. Surgery of the Sinuses and Eyes. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **2016**, 32 (3), 571–591. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.05.004>.
- (7) Francoz, D.; Couture, Y. *Manuel de médecine des bovins*; Med'com, 2014.
- (8) Carbonell, P. L. Bovine Nasal Granuloma : A Review. *Australian Vet J* **1976**, 52 (4), 158–165. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1976.tb09460.x>.
- (9) Carbonell, P. L. Bovine Nasal Granuloma: Gross Microscopic Lesions. *Vet Pathol* **1979**, 16 (1), 60–73. <https://doi.org/10.1177/030098587901600106>.
- (10) Conti Díaz, I. A.; Vargas, R.; Apolo, A.; Moraña, J. A.; Pedrana, G.; Cardozo, E.; Almeida, E. Mycotic Bovine Nasal Granuloma. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* **2003**, 45 (3), 163–166. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652003000300009>.
- (11) MCKenzie, R. A.; Connole, M. D. Mycotic Nasal Granuloma in Cattle. *Australian Vet J* **1977**, 53 (6), 268–270. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1977.tb00212.x>.
- (12) Anderson, D. E.; St. Jean, G. Surgery of the Upper Respiratory System. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **2008**, 24 (2), 319–334. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.02.003>.

- (13) Shawaf, T. M. Endoscopic Diagnosis and Management of an Unusual Nasal Foreign Body in a Mare. *International Journal of Veterinary Science and Medicine* **2017**, *5* (1), 81–83. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.05.002>.
- (14) Yamada, K.; Yokoyama, T.; Aihara, N.; Une, Y.; Sato, R. Role of Autopsy Imaging-computed Tomography in the Post-mortem Study of Farm Animals. *Veterinary Record Open* **2021**, *8* (1). <https://doi.org/10.1002/vro2.1>.
- (15) Wuersch, K.; Bischoff, M.; Thoma, R.; Matter, M. S. Nasal Osteoma in a Dairy Cow: A Combined Clinical, Imaging and Histopathological Approach to Diagnosis. *Journal of Comparative Pathology* **2009**, *141* (2–3), 204–207. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2009.04.007>.
- (16) Sato, R.; Une, Y.; Madarame, H.; Hanami, H.; Kanai, E.; Murakami, H.; Tsukamoto, A.; Suzuki, T.; Ochiai, H.; Kikuchi, M.; Tanaka, H.; Onda, K. A Nasal Osteoma with an Acute Course in a Japanese Black Heifer. *The Journal of Veterinary Medical Science* **2017**, *79* (7), 1220–1224. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0041>.
- (17) Rumbaugh, G. E.; Pool, R. R.; Wheat, J. D. Atypical Osteoma of the Nasal Passage and Paranasal Sinus in a Bull. *Cornell Vet* **1978**, *68* (4), 544–554.
- (18) Duarte, R.; D. Rocha, P. R.; Schweigert, A.; C. G. Morelli, F.; F. Machado, G. Nasal Polyposis in a Cow. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology* **2015**, *8* (3), 102–106.
- (19) Schmid, T.; Braun, U.; Hagen, R.; Grest, P.; Hug, S. A.; Nuss, K. Clinical Signs, Treatment, and Outcome in 15 Cattle With Sinonasal Cysts: Sinonasal Cysts in Cattle. *Veterinary Surgery* **2014**, *43* (2), 190–198. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12088.x>.
- (20) Stanitznig, A.; Velde, K.; Wittek, T.; Franz, S. Sinonasal Cysts Causing Dyspnoea in Two Cattle – Case Report. *Acta Veterinaria Hungarica* **2018**, *66* (4), 553–561. <https://doi.org/10.1556/004.2018.049>.
- (21) Angelo, P.; Alessandro, S.; Noemi, R.; Giuliano, B.; Filippo, S.; Marco, P. An Atypical Case of Respiratory Actinobacillosis in a Cow. *J Vet Sci* **2009**, *10* (3), 265. <https://doi.org/10.4142/jvs.2009.10.3.265>.
- (22) Rebhun, W. C.; King, J. M.; Hillman, R. B. Atypical Actinobacillosis Granulomas in Cattle. *Cornell Vet* **1988**, *78* (2), 125–130.

- (23) Larsen, L. E. Bovine Respiratory Syncytial Virus (BRSV): A Review. *Acta Vet Scand* **2000**, *41* (1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/BF03549652>.
- (24) Russell, G. C.; Stewart, J. P.; Haig, D. M. Malignant Catarrhal Fever: A Review. *The Veterinary Journal* **2009**, *179* (3), 324–335. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.11.007>.
- (25) Nandi, S.; Kumar, M.; Manohar, M.; Chauhan, R. S. Bovine Herpes Virus Infections in Cattle. *Anim. Health. Res. Rev.* **2009**, *10* (1), 85–98. <https://doi.org/10.1017/S1466252309990028>.
- (26) Salem, E. Bronchopneumonies infectieuses des jeunes bovins: de la complexité du microbiome aux. 330.
- (27) Frame, E. M.; Henninger, W.; Gufler, H.; Gasteiner, J. Diagnosis of Atrophic Rhinitis in a Simmental Heifer by Computed Tomography. *Veterinary Record* **2000**, *146* (19), 558–560. <https://doi.org/10.1136/vr.146.19.558>.
- (28) Eid, B.; Beggs, D.; Mansell, P. The Impact of Bushfire Smoke on Cattle—A Review. *Animals* **2021**, *11* (3), 848. <https://doi.org/10.3390/ani11030848>.
- (29) Ahad, D. W. A.; Kumar, S.; Lone, H. A.; Beghum, R. Clinical Management of Bovine Actinomycosis (Lumpy Jaw) in Cattle: A Case Report. **2020**, 3.
- (30) Seeram, E. Computed Tomography: Physical Principles and Recent Technical Advances. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences* **2010**, *41* (2), 87–109. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2010.04.001>.
- (31) Goldman, L. W. Principles of CT and CT Technology. *Journal of Nuclear Medicine Technology* **2007**, *35* (3), 115–128. <https://doi.org/10.2967/jnmt.107.042978>.
- (32) Jung, H. Basic Physical Principles and Clinical Applications of Computed Tomography. *Progress in Medical Physics* **2021**, *32* (1), 1–17. <https://doi.org/10.14316/pmp.2021.32.1.1>.
- (33) Hathcock, J. T.; Stickle, R. L. Principles and Concepts of Computed Tomography. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* **1993**, *23* (2), 399–415. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(93\)50034-7](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(93)50034-7).
- (34) Keane, M.; Paul, E.; Sturrock, C. J.; Rauch, C.; Rutland, C. S. Computed Tomography in Veterinary Medicine: Currently Published and Tomorrow's Vision. In *Computed*

Tomography - Advanced Applications; Halefoglu, A. M., Ed.; InTech, 2017. <https://doi.org/10.5772/intechopen.68556>.

(35) *Veterinary Computed Tomography*; Schwarz, T., Saunders, J., Eds.; Wiley-Blackwell: Chichester, West Sussex, UK ; Ames, Iowa, 2011.

(36) Kraft, S. L.; Gavin, P. Physical Principles and Technical Considerations for Equine Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **2001**, *17* (1), 115–130. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30078-0](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30078-0).

(37) Labruyère, J.; Schwarz, T. CT and MRI in Veterinary Patients: An Update on Recent Advances. *In pract.* **2013**, *35* (10), 546–563. <https://doi.org/10.1136/inp.f6720>.

(38) Greene, S. A. Protocols for Anesthesia of Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **2003**, *19* (3), 679–693. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(03\)00052-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(03)00052-5).

(39) Lin, H.; Walz, P. *Farm Animal Anesthesia: Cattle, Small Ruminants, Camelids, and Pigs*; John Wiley & Sons: Ames, Iowa, 2014.

(40) Nuss, K.; Schnetzler, C.; Hagen, R.; Schwarz, A.; Kircher, P. Klinische Anwendung der Computertomographie beim Rind. *Tierarztl Prax Ausg G* **2011**, *39* (05), 317–324. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1623076>.

(41) Lee, K.-J.; Kishimoto, M.; Shimizu, J.; Kobayashi, Y.; Matsumoto, K.; Sasaki, N.; Ishii, M.; Inokuma, H.; Iwasaki, T.; Miyake, Y.-I.; Yamada, K. Use of Contrast-Enhanced CT in the Diagnosis of Abscesses in Cattle. *J. Vet. Med. Sci.* **2011**, *73* (1), 113–115. <https://doi.org/10.1292/jvms.10-0233>.

(42) Fowler, J.; Stieger-Vanegas, S. M.; Vanegas, J. A.; Bobe, G.; Poulsen, K. P. Comparison of Thoracic Radiography and Computed Tomography in Calves with Naturally Occurring Respiratory Disease. *Front. Vet. Sci.* **2017**, *4*, 101. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00101>.

(43) Clausen, G.; Nemanic, S.; Vanegas, J.; Stieger-Vanegas, S. M.; Poulsen, K. P. Computed Tomography of Tympanic Bullae in Pre-Weaned Dairy Calves Diagnosed with Clinical Respiratory Disease. *The Veterinary Journal* **2020**, *264*, 105546. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105546>.

- (44) Di Giancamillo, M.; Lombardo, R.; Beretta, S.; Pravettoni, D.; Cipone, M.; Scanziani, E.; Belloli, A. Congenital Facial Infiltrative Lipoma in a Calf. *Veterinary Radiology & Ultrasound* **2002**, *43* (1), 46–49. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2002.tb00442.x>.
- (45) Fadden, A. N.; Poulsen, K. P.; Vanegas, J.; Mecham, J.; Bildfell, R.; Stieger-Vanegas, S. M. Dental Pathology in Conventionally Fed and Pasture Managed Dairy Cattle. *Veterinary Record* **2016**, *178* (1), 19–19. <https://doi.org/10.1136/vr.103266>.
- (46) Alsafy, M. A. M.; El-Gendy, S. A. A.; El Sharaby, A. A. Anatomic Reference for Computed Tomography of Paranasal Sinuses and Their Communication in the Egyptian Buffalo (*Bubalus Bubalis*). *Anat. Histol. Embryol.* **2013**, *42* (3), 220–231. <https://doi.org/10.1111/ahe.12005>.

FLORIAN ISLER

Intérêt de la tomодensitométrie par rayons X dans le diagnostic des affections des cavités nasales et des sinus paranasaux chez les Bovins

Résumé :

Au cours des dernières années, l'élevage bovin s'est fortement amélioré notamment au niveau des moyens zootechniques mis en place au sein des exploitations. Des sélections effectuées sur plusieurs générations ont permis une nette amélioration de la génétique des bovins d'élevage. Cette dernière a entraîné une augmentation de la valeur économique des animaux rendant possible certains actes diagnostiques et thérapeutiques décrits dans différents articles. Les affections des cavités nasales et des sinus paranasaux chez les bovins sont des affections relativement fréquentes qui méritent d'être explorées notamment car les signes cliniques de ces différentes affections sont peu spécifiques. L'imagerie médicale par tomодensitométrie est une technique diagnostique peu utilisée en médecine bovine et relativement peu décrite dans le monde scientifique. Pourtant, cette technique d'imagerie permet de repérer les marges des différentes affections néoplasiques et de voir l'étendu des fractures osseuses, ce qui pourrait en faire un examen de choix dans la préparation de différentes chirurgies bovines ou dans des cas de recherche de pronostic pour l'animal.

MOTS CLÉS : Cavités nasales, Sinus paranasaux, Tomодensitométrie, Bovin

Interest of computed tomography in the diagnosis of affections of the nasal cavities and paranasal sinuses in cattle

Abstract:

Over the past few years, cattle breeding has greatly improved, particularly in terms of the zootechnical means put in place within the farms. Selections carried out over several generations have led to a marked improvement in the genetics of breeding cattle. This led to an increase in the economic value of animals, making some diagnosis and therapeutic procedures described in various articles possible. The affections of the nasal cavities and the paranasal sinuses in cattle are relatively advanced affections which should be explored in particular because the clinical signs of these different affections are not very specific. Medical imaging by computed tomography is a diagnostic technique little used in bovine medicine and relatively little described in the scientific world. However, this imaging technique makes it possible to identify the margins of different neoplastic conditions and to see the extent of bone fractures, which could make it an examination of choice in the preparation of different bovine surgeries or in cases of prognosis research for the animal.

KEYWORDS: Nasal cavities, Paranasal sinuses, Computed tomography, Cattle