



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

# **THÈSE**

pour obtenir le grade de

## **DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement  
Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

**Sophie BOTTI**

Le 8 avril 2015

## **L'articulation voméro-prémaxillaire : un témoin de l'évolution des espèces**

### Examineurs de la thèse :

Monsieur le Professeur Marc Braun	Président
Monsieur le Professeur Alain Blum	Juge
Monsieur le Professeur Roger Jankowski	Juge (Directeur)
Madame le Docteur Cécile Rumeau	Juge

**Vice-doyens**

Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen  
Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

**Assesseurs :**

**Premier cycle :** Dr Guillaume GAUCHOTTE

**Deuxième cycle :** Pr Marie-Reine LOSSER

**Troisième cycle :** Pr Marc DEBOUVERIE

*Innovations pédagogiques :* Pr Bruno CHENUEL

*Formation à la recherche :* Dr Nelly AGRINIER

*Animation de la recherche clinique :* Pr François ALLA

*Affaires juridiques et Relations extérieures :* Dr Frédérique CLAUDOT

*Vie Facultaire et SIDES :* Dr Laure JOLY

*Relations Grande Région :* Pr Thomas FUCHS-BUDER

*Etudiant :* M. Lucas SALVATI

**Chargés de mission**

*Bureau de docimologie :* Dr Guillaume GAUCHOTTE

*Commission de prospective facultaire :* Pr Pierre-Edouard BOLLAERT

*Universitarisation des professions paramédicales :* Pr Annick BARBAUD

*Orthophonie :* Pr Cécile PARIETTI-WINKLER

*PACES :* Dr Chantal KOHLER

*Plan Campus :* Pr Bruno LEHEUP

*International :* Pr Jacques HUBERT

=====

**DOYENS HONORAIRES**

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

Professeur Henry COUDANE

=====

**PROFESSEURS HONORAIRES**

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY

Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE

Jean-Louis BOUTROY - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT -

François CHERRIER - Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de

LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS

Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER

Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Claude HURIET

Christian JANOT - Michèle KESSLER - François KOHLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT -

Pierre LANDES

Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS

Jean-Pierre MALLIÉ - Michel MANCIAUX - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Denise

MONERET-VAUTRIN - Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN

- Gilbert PERCEBOIS

Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON – François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER – Denis REGENT - Michel RENARD - Jacques ROLAND  
René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT- Augusta TREHEUX - Hubert UFFHOLTZ Gérard VAILLANT - Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET – Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WAYOFF  
Michel WEBER

=====

## PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Pierre BEY - Professeur Marc-André BIGARD – Professeur Jean-Pierre CRANCE Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE – Professeure Michèle KESSLER - Professeur Jacques LECLERE

Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD – Professeur François PLENAT Professeur Jacques POUREL - Professeur Michel SCHMITT – Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur Paul VERT - Professeure Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET Professeur Michel WAYOFF

---

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

### 42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Gilles GROSDIDIER - Professeur Marc BRAUN

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET – Professeur Christo CHRISTOV

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Jean-Michel VIGNAUD

### 43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Radiologie et imagerie médecine*)

Professeur Michel CLAUDON – Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur René ANXIONNAT

### 44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Physiologie*)

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Biologie Cellulaire*)

Professeur Ali DALLOUL

#### 4<sup>ème</sup> sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

### 45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

#### 3<sup>ème</sup> sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD – Professeure Céline PULCINI

### 46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

#### 1<sup>ère</sup> sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

#### 2<sup>ème</sup> sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Christophe PARIS

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine légale et droit de la santé)**

Professeur Henry COUDANE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)**

Professeure Eliane ALBUISSON – Professeur Nicolas JAY

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Hématologie ; transfusion)**

Professeur Pierre FEUGIER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)**

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY - Professeur Didier PEIFFERT

Professeur Frédéric MARCHAL

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Immunologie)**

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Génétique)**

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)**

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Gérard AUDIBERT

Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeure Marie-Reine LOSSER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Réanimation ; médecine d'urgence)**

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)**

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET – Professeur J.Y. JOUZEAU (*pharmacien*)

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)**

Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

**49<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Neurologie)**

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE

Professeur Luc TAILLANDIER - Professeur Louis MAILLARD – Professeure Louise TYVAERT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Neurochirurgie)**

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)**

Professeur Bernard KABUTH

**5<sup>ème</sup> sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)**

Professeur Jean PAYSANT

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Rhumatologie)**

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)**

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Dermato-vénéréologie)**

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeure Annick BARBAUD

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)**

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Pneumologie ; addictologie)**

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cardiologie)**

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)**

Professeur Thierry FOLLIGUET

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)**

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)**

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Néphrologie)**

Professeure Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Urologie)**

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET CHIRURGIE GÉNÉRALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)**

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY - Professeur Athanase BENETOS

Professeure Gisèle KANNY – Professeure Christine PERRET-GUILLAUME

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie générale)**

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

**54<sup>ème</sup> Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Pédiatrie)**

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET

Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO – Professeure Rachel VIEUX

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie infantile)**

Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)**

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Olivier MOREL

**4<sup>ème</sup> sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)**

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

**55<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)**

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Ophtalmologie)**

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeure Karine ANGIOI

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)**

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeure Muriel BRIX

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

**61<sup>ème</sup> Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Professeur Walter BLONDEL

**64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur Jean-Marc BOIVIN

**PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

**42<sup>ème</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Anatomie)**

Docteur Bruno GRIGNON – Docteure Manuela PEREZ

**2<sup>ème</sup> sous-section : (Cytologie et histologie)**

Docteur Edouard BARRAT - Docteure Françoise TOUATI – Docteure Chantal KOHLER

**3<sup>ème</sup> sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)**

Docteure Aude MARCHAL – Docteur Guillaume GAUCHOTTE

**43<sup>ème</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)**

Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Radiologie et imagerie médecine*)**

Docteur Damien MANDRY – Docteur Pedro TEIXEIRA (*stagiaire*)

**44<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)**

Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA – Docteur Abderrahim

OUSSALAH (*stagiaire*)

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Physiologie*)**

Docteur Mathias POUSSEL – Docteure Silvia VARECHOVA

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Biologie Cellulaire*)**

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

**45<sup>ème</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière*)**

Docteure Véronique VENARD – Docteure Hélène JEULIN – Docteure Corentine ALAUZET

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Parasitologie et mycologie (type mixte : biologique)*)**

Docteure Anne DEBOURGOGNE (*sciences*)

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales*)**

Docteure Sandrine HENARD

**46<sup>ème</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)**

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN –

Docteure Nelly AGRINIER (*stagiaire*)

**2<sup>ème</sup> sous-section (*Médecine et Santé au Travail*)**

Docteure Isabelle THAON

**3<sup>ème</sup> sous-section (*Médecine légale et droit de la santé*)**

Docteur Laurent MARTRILLE

**47<sup>ème</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Hématologie ; transfusion : option hématologique (type mixte : clinique)*)**

Docteur Aurore PERROT (*stagiaire*)

**2<sup>ème</sup> sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie : oncologie (type mixte : biologique)*)**

Docteure Lina BOLOTINE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Génétique*)**

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteure Céline BONNET

**48<sup>ème</sup> Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique*)**

Docteure Françoise LAPICQUE – Docteur Nicolas GAMBIER – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

**50<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (*Rhumatologie*)**

Docteure Anne-Christine RAT

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)**

Docteure Anne-Claire BURSZEJN

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)**

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

**51<sup>ème</sup> Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**3<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)**

Docteur Fabrice VANHUYSE

**4<sup>ème</sup> sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)**

Docteur Stéphane ZUILY

**52<sup>ème</sup> Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)**

Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX (*stagiaire*)

**53<sup>ème</sup> Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE**

**1<sup>ère</sup> sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)**

Docteure Laure JOLY

=====

**MAÎTRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Docteure Elisabeth STEYER

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES**

**5<sup>ème</sup> Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES**

Monsieur Vincent LHUILLIER

**19<sup>ème</sup> Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE**

Madame Joëlle KIVITS

**60<sup>ème</sup> Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL**

Monsieur Alain DURAND

**61<sup>ème</sup> Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Monsieur Jean REBSTOCK

**64<sup>ème</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Madame Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Monsieur Nick RAMALANJAONA

**65<sup>ème</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE

Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA - Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

**66<sup>ème</sup> Section : PHYSIOLOGIE**

Monsieur Nguyen TRAN

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS**

**Médecine Générale**

Docteure Sophie SIEGRIST - Docteur Arnaud MASSON - Docteur Pascal BOUCHE

=====

**DOCTEURS HONORIS CAUSA**

Professeur Charles A. BERRY (1982)

*Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)*

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)

*Brown University, Providence (U.S.A)*

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)

*Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)*

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)

*Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)*

*Université de Pennsylvanie (U.S.A)*

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

*Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)*

Professeure Maria DELIVORIA-

PAPADOPOULOS (1996)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

*Université d'Helsinki (FINLANDE)*

Professeur James STEICHEN (1997)

*Université d'Indianapolis (U.S.A)*

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

*Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)*

Professeur Daniel G. BICHET (2001)

*Université de Montréal (Canada)*

Professeur Marc LEVENSTON (2005)

*Institute of Technology, Atlanta (USA)*

Professeur Brian BURCHELL (2007)

*Université de Dundee (Royaume-Uni)*

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)

*Université de Wuhan (CHINE)*

Professeur David ALPERS (2011)

*Université de Washington (U.S.A)*

Professeur Martin EXNER (2012)

*Université de Bonn (ALLEMAGNE)*



## **REMERCIEMENTS**

**A notre maître et président de thèse,  
Monsieur le Professeur Braun,  
Professeur d'Anatomie, Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques, Doyen de la  
faculté de médecine.**

Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse et de juger ce travail. Nous avons apprécié votre réponse rapide et spontanée à notre humble demande.

Nous sommes touchée du temps que vous nous avez consacré malgré vos nombreuses activités.

Nous nous sentons gratifiée des connaissances que vous nous transmettez par votre regard sur ce travail.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre plus profond respect, de notre plus grande gratitude.

**A notre maître et juge,  
Monsieur le Professeur Blum,  
Professeur de radiologie et imagerie médicale, chef du service d'imagerie Guilloz.**

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail.

Nous vous sommes reconnaissantes de nous avoir permis, dès le début de cet exercice, d'accéder aux installations de votre service et de collaborer avec une équipe performante et disponible.

Nous sommes touchée que vous nous fassiez bénéficier de votre expertise dans l'imagerie de la face.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre plus profond respect, de notre plus grande gratitude.

**A notre maître et directeur de thèse,  
Monsieur le Professeur Jankowski,  
Professeur d'oto-rhino-laryngologie et chirurgie cervico-faciale, chef du service d'oto-rhino-laryngologie.**

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail que vous nous avez confié. Nous sommes touchée que vous nous ayez fait confiance pour mener à bien cette étude et nous espérons avoir été à la hauteur de vos attentes. Nous vous remercions également pour votre disponibilité tout au long de ce labeur.

Nous vous sommes reconnaissante de nous avoir guidées à travers notre internat et de nous avoir transmis pas à pas votre grande expérience dans le domaine de la rhinologie.

Nous vous sommes également redevables d'avoir pris soin de notre avenir en appuyant notre poste d'assistant spécialiste à venir.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre plus profond respect, de notre plus grande admiration et gratitude.

**A notre maître et juge,  
Madame le Docteur Rumeau,  
Docteur en médecine.**

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail et de l'avoir accompagné depuis ses débuts.

Nous vous sommes reconnaissante de nous avoir épaulé dans ce labeur. Nous vous remercions de vous être rendue très disponible pour nous et d'avoir su trouver les mots justes.

Au-delà de ce travail, je te remercie d'avoir été tout d'abord une co-interne plus avancée qui m'a épaulé à mes débuts puis la chef de clinique qui a su transmettre ses connaissances et accompagné la plus jeune que j'étais.

Vois dans ce travail, l'expression de mon profond respect et de ma gratitude.

A Mme le Professeur Parietti-Winkler. Merci pour votre enseignement de l'otologie. Merci de travailler à l'apprentissage des juniors, notamment au travers des ateliers que vous mettez à notre disposition. Merci également de m'avoir accompagné dans mon travail de mémoire de DES, et de m'avoir soutenue dans les moments de doute.

A Monsieur le Docteur Toussaint, pour l'encadrement que vous donnez à vos internes. Merci de m'avoir fait apprécier la laryngologie par l'approche globale et sereine que vous en avez. Merci d'avoir été le papa Bruno de mes astreintes, présent et rassurant.

A Monsieur le Docteur Coffinet. Merci pour la pédagogie dont vous faites preuves à tout instant. C'est avec plaisir que j'ai passé ces derniers mois à travailler avec vous, et ce n'est pas fini. Merci également de m'avoir laissé le temps de mener à bien ce travail.

A Monsieur le Docteur Gallet. Je te suis reconnaissante d'avoir été à l'écoute de mes interrogations à mes débuts. Je te remercie de prendre à cœur la formation des jeunes comme tu le fais. Cependant je garderai à l'esprit que tu m'as laissé te vouvoyer pendant 1 mois (barbe oblige !).

A Monsieur le Docteur N'Guyen, pour répondre en toutes circonstances à mes questions comme s'il venait de faire une revue intégrale de la littérature.

A Madame le Docteur Montaut-Verient. Merci pour la formation dont j'ai pu bénéficier au cours des six mois auprès de vous, mais également pour votre disponibilité.

A Monsieur le Dr Beurton. Merci pour votre enseignement toujours pointu et inscrit dans une optique de compagnonnage. J'apprécie de trouver auprès de vous une oreille bienveillante. Merci également de vous être soucié très tôt de mon avenir et de ma formation.

A Monsieur le Docteur Lindas. Merci de m'avoir montré que la chirurgie pouvait être simplement efficace. Merci de m'avoir rapidement tenu les pelles malgré les coups de casque. Je vous suis également très reconnaissante d'avoir travaillé pour monter ce poste que vous me confiez.

A Monsieur le Docteur Barberot. Merci pour l'enthousiasme que vous avez eu à me voir progresser dans l'exercice de la chirurgie. Merci pour votre bonne humeur et votre gentillesse au quotidien. J'apprécie de trouver votre porte toujours ouverte.

A vous trois. Sachez toute ma reconnaissance pour la confiance que vous m'accordez pour ces années à venir. Je suis ravie de poursuivre le chemin avec vous.

A Monsieur le Docteur Dolivet et Mesdames les Docteurs Cortes et Mastronicola, A Monsieur Le Pr Guillemain, A messieurs les Docteur Verhaeghe et Monsieur le Pr Marchal, au Dr Kenouchi, et l'équipe de l'ICL, pour avoir accueilli la jeune interne fraîchement débarquée en Lorraine que j'étais.

A Monsieur le Professeur Simon et à Madame le Professeur Brix.  
A l'équipe de chirurgie maxillo-faciale du CHU de Nancy.

A l'équipe de neurochirurgie du CHU de Nancy.

A Monsieur le Dr Kalouche, pour sa gentillesse et son encadrement au cours de ces six mois au CHR de Verdun.

A Valérie, pour avoir accepté de me former à la Vitréa. Je n'aurais pas pu faire ce travail aussi efficacement sans tes conseils et le temps que tu m'as consacré. Merci d'avoir toujours été si disponible quel que soit l'heure et la question. Merci pour ton investissement. La rémunération chocolatée sera à la hauteur !

A mes co-internes,

Marylisa, Mary-poulette, Mary-louloute, Mary-pouetpouet, avec qui j'ai vécu mes débuts en ORL au CHU et auprès de qui j'ai gagné une amie sur laquelle j'ai pu compter, dans les bons comme dans les mauvais moments. A nos soirées chez toi, nos longues discussions, nos DU, nos cours de DES...

A Hélène qui m'a accompagné depuis mes premières interrogations d'interne, avec qui j'ai apprécié travailler.

A Adrien, sa danse de l'astreinte et sa bonne humeur de garde.

Mais surtout à Monsieur et Madame Hasard qui ont été là quand il fallait pour remotiver les troupes et provoquer le destin. Parce qu'au-delà du boulot ce sont les soirées, les week-ends, les vacances que j'apprécie avec vous.

A Marion, qui a vécu la même transition sud-nord, que je suis ravie de retrouver dans la spécialité. Je suis touchée d'être aussi là pour ton jour J !

A Ayoub, Marie-Hortense, Théophile, Médarine, Gratien, Adrien B., qui ont supporté la vieille interne que je suis.

A mes anciens co-internes

A Remy, merci pour ta bonne humeur en toutes circonstances.

A Claire, merci pour nos discussions franches, pour tes bons conseils même à distance.

A Arnaud, Paulo, Antoine et Jean-Charles, la fine équipe de maxillo.

A Shagha et François. Shagha, j'ai eu de la chance t'avoir comme toute première co-interne. Merci de m'avoir prise sous ton aile à mon arrivée sur Nancy.

Thibaut et Véro, Julie et Fred,

Clémence C. à nos souvenirs de l'internat de Verdun !

Aux secrétaires, infirmières et aide-soignantes qui m'ont accompagné.



A ma famille.

A ma maman. Maminette, voici la fin de toutes ces années de stress et d'angoisse que tu as vécues avec moi. Merci d'avoir été la maman aux petits soins de mes années d'études, que je sois toute petite ou toute grande, d'avoir été là pour écouter, rassurer mes doutes, gérer mes ras-le-bol et mes sauts-d'humeur.

Tu as cette faculté à toujours voir ce qui est bon dans les personnes comme dans les circonstances.

Tu es la maman douce, attentive et inquiète. Tes enfants sont ta priorité, et j'avoue qu'on en a peut-être un peu abusé de temps en temps.

Tu as à toujours cru en nous, et tu nous pousse sans relâche dans nos projets.

Merci pour tout ça. Merci d'avoir fait de moi la jeune femme que je suis devenue. Je t'aime.

A mon papa. Papinou, ce diplôme c'est aussi avec toi que j'aimerais le partager parce que tu as toujours fait en sorte que je sois dans les meilleures conditions pour en arriver jusqu'à ce jour. Tu as su me faire tenir mes objectifs étape par étape et j'avoue que, même si j'ai eu des difficultés plus jeune à comprendre ta technique du « C'est pas comme ça que tu vas y arriver ! », je peux dire aujourd'hui que c'est grâce à toi que je me suis dépassée.

Merci d'être le papa aimant et bienveillant pour tes enfants. Je sais que je peux compter sur toi en toutes circonstances.

Merci de m'avoir donné les moyens de voler de mes propres ailes. Je t'aime.

A mes frères et sœurs,

A Vincent, mon petit frère et mon premier camarade de jeux. J'ai été heureuse que tu me rejoignes dans la filière, d'avoir pu t'accompagner sur le chemin des études. Tu as été mon confident pendant notre coloc. Je suis fière de te voir construire ta vie et ta profession.

A Nico, mon petit frère protecteur, celui qui me préparait mes goûters pendant ma P1 et qui me défend contre les grands jeunes hommes baraqués ! Tu as toujours été soucieux de mon bien-être, comme je le suis du tiens. J'aime nos soirées-discussions. Sache que tu pourras toujours compter sur moi.

A Pauline, ma petite sœur chérie. Je me souviens de toi petite comme si c'était hier. Les études m'ont fait quitter la maison trop tôt et mon grand regret est de ne pas avoir pris le temps que j'aurais aimé pour toi, pour voir pousser la belle jeune fille que tu es devenue. Sache que la grande sœur que je suis t'aime très fort.

Je vous aime fort tous les trois.

A mon Grand-papa qui m'a vu franchir mes premières années de médecine et qui aurait été fier de me voir arriver au bout.

A Marc qui a suivi attentivement mon cursus.

A mon Parrain, merci pour ce regard bienveillant que tu as eu à chaque étape depuis mon plus jeune âge et ce plaisir à te voir à chaque fois.

A ma Reine, merci d'avoir fait le déplacement pour me voir grandir un peu plus. Tu me dis souvent être fière de moi, j'espère avoir été à la hauteur.

A ma famille, oncles, tantes, cousins et cousines.

A Clém, chère consœur, A Sarah, je suis ravie que vous ayez rejoint la famille.

A Julien et Cathy, merci de m'avoir accueillie comme vous l'avez fait, avec chaleur et simplicité. Merci pour votre regard bienveillant au cours de ces derniers mois.

Aux amis de longue date.

A ma Lalotte, les souvenirs se bousculent, de nos jeux d'enfants à nos vacances. Depuis bientôt trente ans, nous partageons nos étapes de vie, et encore de beaux moments à venir.

A ma Sep, du lycée à maintenant, tu es ma confidente, ma partenaire de fous-rires. On ne se voit pas autant que ce que je le voudrais mais c'est chaque fois comme si on ne s'était pas quitté. J'espère tellement de bons moments encore. Tu me manques.

A ma Paillette, depuis le collège on se suit. On a su conserver cette amitié malgré la distance. J'ai tellement de bons souvenirs avec toi, pas assez je pourrais même dire. Ces moments me manquent.

A Marion et Arnaud, Claire et François, Luc, Erwan, Marco, Philippe, Emi et Gé, vous me manquez !

A P.H., l'ami de toute une scolarité, connu en maternelle, suivi au primaire, retrouvé au lycée et qui m'a accompagné sur le chemin de la fac. On fait nos bouts de chemin pour se retrouver pour de bons moments.

A Sarah qui m'a suivi de la maternelle à Montréal.

A Beubeu, mon ami d'enfance.

A celles qui ont vécu cette longue expérience avec moi depuis la fac,

A Diane, que de bons souvenirs depuis le foyer de jeunes filles et notre coloc. J'ai gagné une amie fidèle sur laquelle j'ai toujours pu compter. Malgré les années et la distance, on s'est débrouillé pour ne pas se lâcher, que ça continue !

A Emma. Tu as été là pour les bons moments mais aussi les autres. Nos liens se sont renforcés années après années pour ne plus se briser. Il y aurait tant de souvenirs à évoquer. Je souhaite simplement qu'on en crée de nombreux autres.

A Chacha, tu es un rayon de soleil couplé à une pile électrique avec un cœur énorme. L'amie que j'adore, capable de transformer une simple après-midi en un moment fort.

A Delph, tu es mon amie bienveillante, toujours pleine de bons conseils et attentive. L'amie qu'on ne perd pas malgré la distance.

A Ludi, de nos sous-colles à la Lorraine, on s'est suivi dans notre périple. Tu es ma madeleine de Proust dans ce nord-est.

A Caro, toujours motivée et souriante. Chaque moment partagé est un vrai plaisir. J'aime nos discussions, nos soirées, nos vacances...

Les filles vous me manquez !

A Damien, le grand frère que je n'ai pas eu. Tu as été le confident de mes années fac. Je regrette que la distance nous ait éloignée.

A Kartinett, Manu et Léa, mes tutées en or !

A Ringard et Olivier, pour nos souvenirs.

A Julian, mon chéri.

Merci d'avoir été présent tel que tu l'as fait ces derniers mois. Tu t'es occupé de moi pour que ma thèse soit ma priorité. Tu as été là pour m'apaiser, me soutenir, gérer mes inquiétudes.

Tu as été à l'image de ce que nous partageons depuis notre rencontre. J'aime la façon dont tu es toujours attentif à moi, le soin que tu prends à embellir mon quotidien.

J'ai eu cette chance rare que le hasard te mette sur mon chemin. La vie à tes côtés est simplement belle.

Merci pour cette danse, je souhaite qu'elle ne s'arrête pas. Je t'aime.

## SERMENT

*« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.*

*Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.*

*Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.*

*J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.*

*Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».*

## SOMMAIRE

Première Partie : INTRODUCTION .....	24
1. Anatomie descriptive.....	25
a) Le vomer.....	25
b) Le palais dur .....	25
2. Embryologie « classique » .....	26
3. Canal incisif et vomer : les discordances de la littérature. ....	30
a) Canal incisif.....	30
a.1 Dénomination : .....	30
a.2 Constitution : .....	30
a.3 Topographie : .....	31
b) Embryologie du septum nasal.....	31
4. Théorie évo-dévo ou théorie phylontogénétique.....	32
a) Le nez olfactif.....	32
b) Du nez olfactif au nez respiratoire.....	33
c) Formation du palais dur.....	33
d) Verticalisation de la face chez l'homme.....	36
5. Pathologies étayant la théorie phylontogénétique. ....	37
a) Fente alvéolo-palatine unilatérale.....	37
b) Holoprosencéphalie .....	38
c) Agénésie congénitale du septum nasal .....	38
6. Imagerie septo-prémaxillaire : intérêt du scanner. ....	38
BIBLIOGRAPHIE .....	40

Deuxième partie : ARTICLE « L'articulation voméro-prémaxillaire : un témoin de l'évolution des espèces » .....	43
RESUME.....	45
INTRODUCTION .....	46
MATERIEL ET METHODE.....	47
STATISTIQUES .....	48
RESULTATS.....	48
DISCUSSION.....	48
CONCLUSION .....	51
BIBLIOGRAPHIE .....	52
ANNEXES.....	54



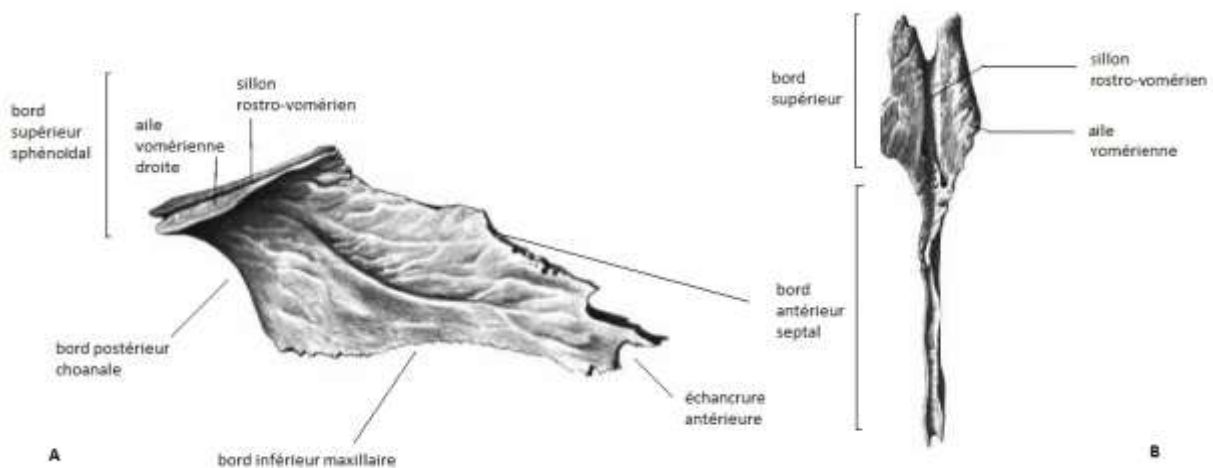
## **Première Partie :**

# **INTRODUCTION**

## 1. Anatomie descriptive

### a) Le vomer

L'anatomie classique décrit le vomer comme un os unique, quadrilatère, mince et médian. Rouvière (1) lui décrit deux faces et quatre bords. Il décrit un bord supérieur divisé en deux lamelles, les ailes du vomer, ménageant entre elles une gouttière qui répond à la crête médiane de la face inférieure du sphénoïde. Il précise que son bord antérieur, fortement oblique en bas et en avant, est lui aussi divisé en deux lamelles ménageant une rainure dans laquelle pénètre en haut le bord postérieur de la lame perpendiculaire et en bas le cartilage de la cloison. Son bord inférieur s'articule en avant avec le bord postérieur de la crête incisive par un segment très échancré (Figure 1). Le dessin représentatif que Rouvière fait du vomer montre bien une échancrure pour la crête incisive, située entre le bord antérieur et le bord inférieur, possédant deux segments : un segment antérieur et supérieur horizontal dirigé vers l'avant, et un segment inférieur dirigé vers le bas, avec un angle de 90° entre eux. Ces deux segments semblent ménager une loge pour une structure qui viendrait en butée entre eux (Figure 1a). Selon Sobotta (2), son bord inférieur, qu'il nomme « processus cunéiforme du vomer », s'articule avec le processus palatin du maxillaire et la lame horizontale du palatin.

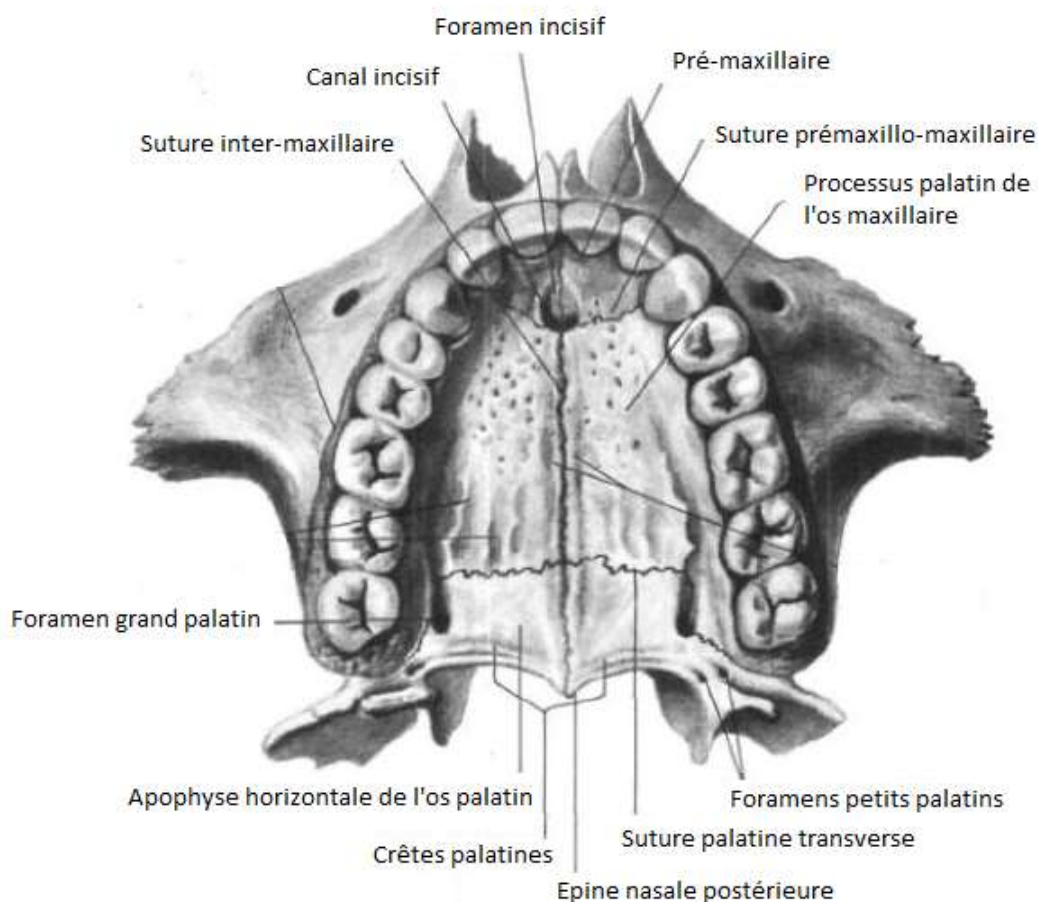


**Fig.1.** Schémas du vomer. A : vue sagittale droite. B : vue supérieure. (schémas d'après <http://anatomy-portal.info/tekahtml/osteologia/vomhyolacr.html>, légendes selon Rouvière(1))

### b) Le palais dur

Le palais osseux secondaire est situé en arrière du prémaxillaire, qui porte les quatre incisives supérieures. Il est constitué par la réunion d'avant en arrière des apophyses palatines des maxillaires dans ses deux tiers antérieurs, et des apophyses horizontales des os palatins dans son tiers postérieur. La muqueuse buccale palatine est marquée d'un raphé médian, témoin de la suture de ces os paires sur la ligne médiane. Ce raphé médian est marqué en avant par une éminence : le tubercule palatin, situé en regard du foramen incisif.

Le palais mou en arrière est la réunion des fibres des muscles tenseurs du voile du palais, des muscles élévateurs du voile du palais, des muscles palato-glosses et palato-pharyngiens. (Figure 2)



**Fig 2.** Schéma du palais osseux (schéma d'après [www.shal.kiev.ua/health/anatomie](http://www.shal.kiev.ua/health/anatomie), légendes selon Sobotta(2)).

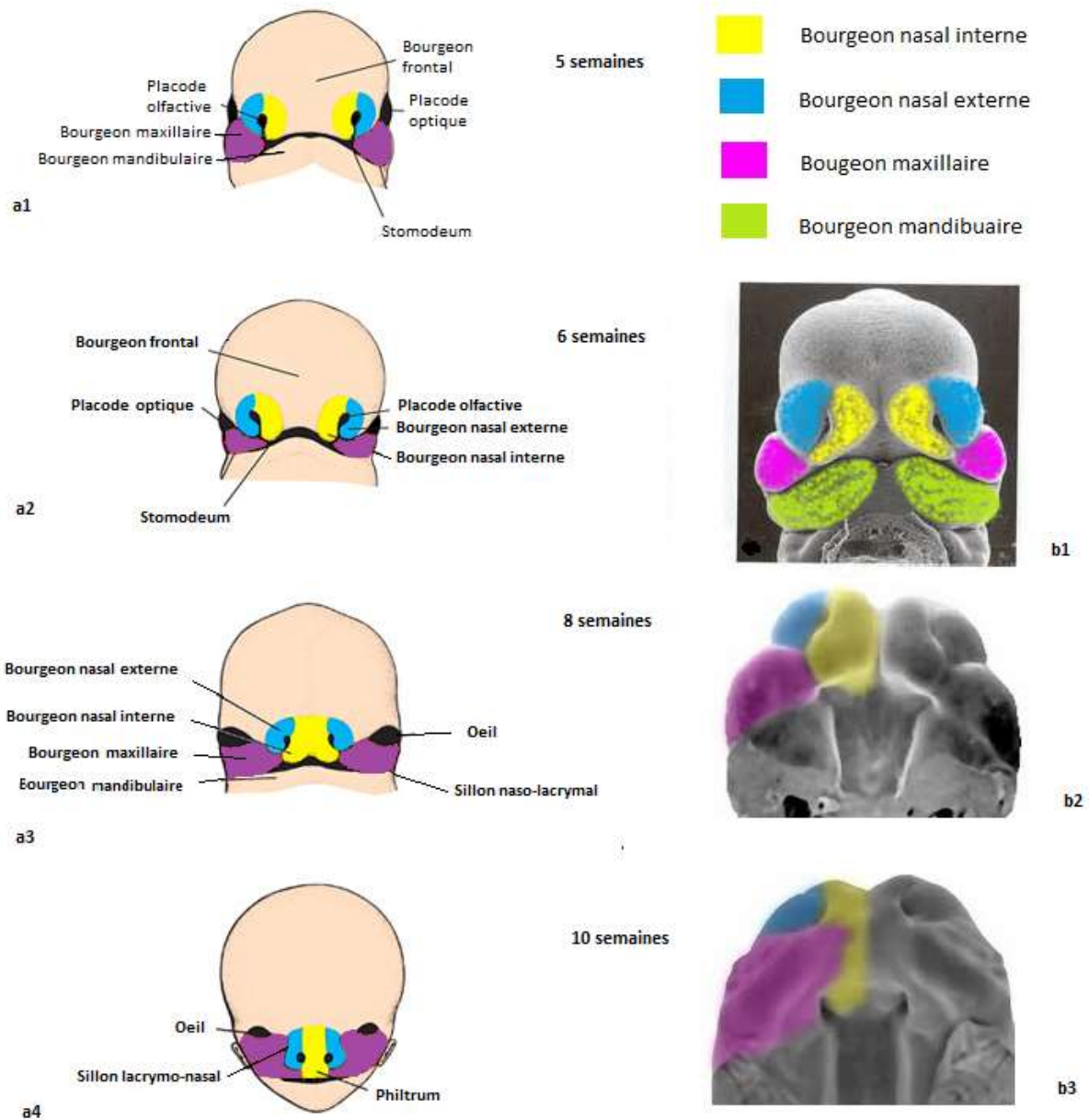
Le canal incisif est situé dans le palais osseux. Il a été décrit pour la première fois par Stenson en 1683. L'anatomie communément admise de ce canal est celle d'un entonnoir avec une ouverture buccale unique, le foramen incisif, et une ouverture au plancher de chaque fosse nasale de part et d'autre du septum nasal, les orifices de Stenson. Il est fréquemment décrit deux canalicules accessoires supplémentaires : les foramens de Scarpa. Les orifices de Stenson s'ouvrent à  $1,9 \pm 0,2$  cm en arrière de la columelle (3). Le canal incisif laisse passer l'artère nasopalatine, branche de l'artère maxillaire, et le nerf nasopalatin, branche du nerf trigéminal. Il contient également de la graisse et des glandes salivaires.

## 2. Embryologie « classique »

A la quatrième semaine de vie intra-utérine, l'ectomésenchyme des crêtes neurales se divise en trois contingents (4) selon qu'il se situe en avant, au-dessus, ou au-dessous du tube neural. En avant du tube neural, de part et d'autre du stomodeum, se différencient les cinq bourgeons faciaux : le bourgeon frontal médian, les bourgeons maxillaires droit et gauche, et les bourgeons mandibulaires droit et gauche. Au-dessus du tube neural, un contingent conjonctif va former le desmocrâne à l'origine de la voûte crânienne. Au-dessous du tube neural, une plaque mésenchymateuse va former le chondrocrâne à l'origine de la base du crâne.

A la cinquième semaine de vie intra-utérine, l'ectoderme du bourgeon frontal médian va s'invaginer formant les placodes olfactives droite et gauche qui vont progressivement se

creuser pour créer les fosses nasales. Autour de chacune des placodes olfactives va se dessiner un renflement mésenchymateux circulaire qui se différenciera en bourgeon nasal interne (médial) et bourgeon nasal externe (latéral). Au cours de la septième semaine la morphogénèse de la face se produit par confluence et fusion des bourgeons nasaux, maxillaires et mandibulaires. La partie visible du nez provient de la fusion de cinq bourgeons faciaux : le bourgeon frontal (dorsum nasal), deux bourgeons nasaux internes (philtrum, pointe du nez et columelle) et deux bourgeons nasaux externes (ailes du nez) (5) (Figure 3).

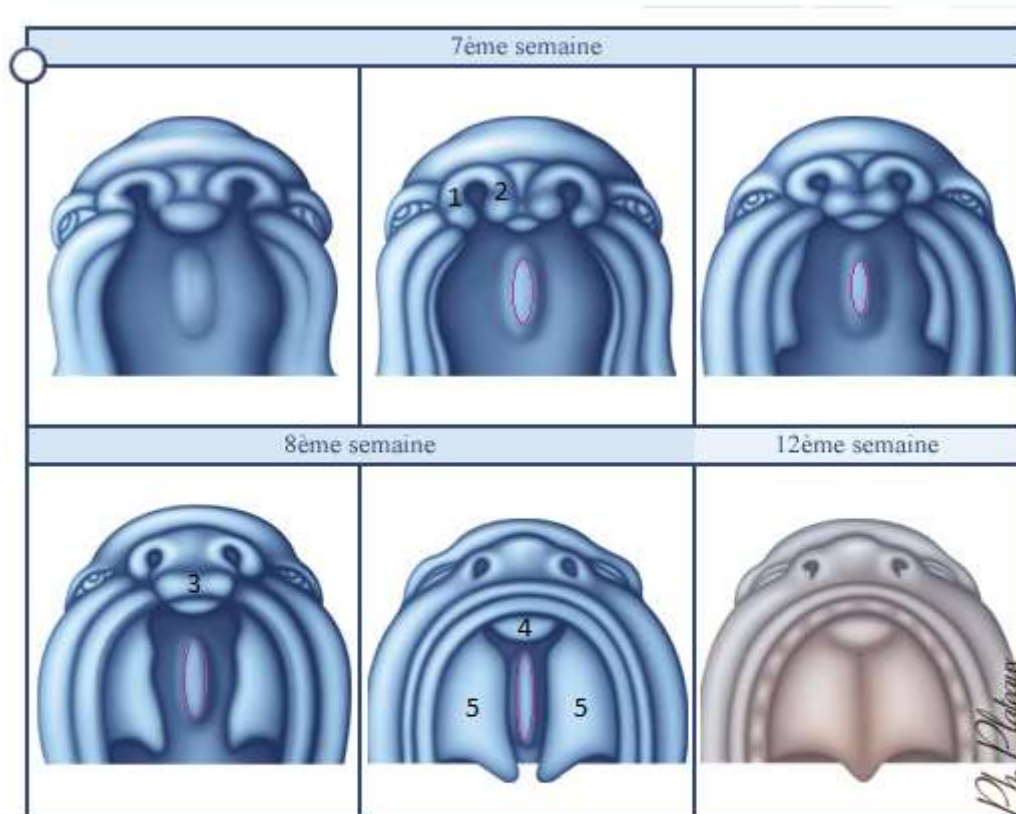


**Fig 3.** Schéma de la formation embryonnaire de la face illustrant l'organisation des bourgeons de la face autour des placodes olfactives de la cinquième à la dixième semaine de vie intra-utérine. (a1 : cinquième semaine, a2 et b1 : sixième semaine, a3 et b2 : huitième semaine de vie intra-utérine, a4 et b3 : dixième semaine de vie intra-utérine.)

(schémas d'après <https://web.duke.edu/anatomy/embryology/craniofacial/craniofacial.html> et <http://www.fente-labio-palatine.fr/embryologie>)

Le chondrocrâne mésenchymateux va émettre en arrière un processus occipital, latéralement les processus orbito-temporaux et en avant le chondroethmoïde ou processus éthmoïde médian. Le massif chondroethmoïdien se différencie en trois structures de croissance distincte : le mésethmoïde qui donne un prolongement vertical inférieur à savoir le septum nasal, et des prolongements latéraux qui se développent en avant pour former deux auvents cartilagineux et la capsule nasale. La capsule nasale va former les os propres du nez, les os frontaux, les inguis et les cartilages triangulaires. Le massif chondroethmoïdien donne également deux structures latérales : les ectethmoïdes qui forment ensuite les masses latérales de l'éthmoïde et les lames criblées (6).

La palatogénèse se déroule de la sixième à la douzième semaine de vie intra-utérine (Figure 4). A la sixième semaine de vie intra-utérine, les bourgeons nasaux internes après avoir fusionné sur la ligne médiane, vont émettre vers l'arrière une plaque horizontale postérieure qui deviendra le palais primaire. Dans le même temps la membrane bucco-nasale, qui sépare les fosses nasales (formées par invagination des placodes olfactives) de la cavité buccale, involue. Les fosses nasales s'ouvrent ainsi dans la bouche par les choanes primaires, le plancher de la cavité buccale est alors formé uniquement des processus prémaxillaires (le palais primaire). Le palais secondaire quant à lui se constitue pendant la huitième semaine de vie intra-utérine à partir des bourgeons maxillaires. Les processus palatins des maxillaires en avant et les processus horizontaux des os palatins en arrière se développent initialement vers le bas, parallèles aux bords libres de la langue, puis se relèvent pour progresser horizontalement vers la ligne médiane. Ils fusionnent entre eux d'avant en arrière et avec le palais primaire en avant (7)(8). La transformation mésenchymateuse du palais secondaire est responsable dans sa portion ventrale d'une ossification endochondrale à l'origine du palais dur, et dans sa portion dorsale de la formation de la musculature du voile du palais (8). La formation du palais dur délimite alors les choanes secondaires à l'aplomb du pharyngo-larynx.



- 1- Bourgeon nasal externe
- 2- Bourgeon nasal interne
- 3- Bourgeon inter-maxillaire
- 4- palais primaire
- 5- processus palatin des maxillaire et apophyse horizontale du palatin

6- Emergence du vomer dans la théorie embryologique classique.

**Fig 4.** Embryogénèse « classique » du palais montrant la formation du palais primaire à partir du bourgeon intermaxillaire (3), dérivant de la fusion des bourgeons nasaux internes (2) ; et la formation du palais secondaire par réunion sur la ligne médiane des apophyses palatines des os maxillaires et des apophyses horizontales des os palatins (5). Dans cette conception, le septum descend de haut en bas pour rejoindre le palais à partir du chondro-mésenchyme du bourgeon frontal. (D'après <http://cvirtuel.cochin.univ-paris5.fr/Embryologie/Organ.htm>).

En ce qui concerne l'apparition du vomer, la théorie « classique » de l'ossification du vomer reste inchangée, depuis Fawcett (1911, (9)). Les vomers sont les derniers éléments du septum à se mettre en place. Ils sont les premiers éléments du septum à s'ossifier après les centres d'ossification mandibulaires, maxillaires et prémaxillaires, en même temps que les palatins, les os nasaux et les malaires (7). Deux points d'ossification membraneuse apparaissent à la huitième semaine de vie intra-utérine à la partie postéro-inférieure du septum cartilagineux, puis viennent se rejoindre sur la ligne médiane au niveau de la suture voméro-maxillaire, formant un « U » ou un « Y » en coupe coronale (9). L'ossification débute sous la berge inférieure du cartilage pour former le rail vomérien dans lequel se place la partie basse du cartilage. Cette ossification se fait vers l'avant et le vomer se positionne lui-même entre le bord inférieur du cartilage et sur toute la longueur de la suture palatine (inter-prémaxillaire et inter-maxillaire) (10). Le septum nasal est bordé des deux ailes vomériennes pendant les cinq premières années de vie réalisant l'image en « U » caractéristique en coupe coronale, puis le vomer s'ossifie en totalité (6).

Le reste du septum s'ossifie à la naissance. Son centre d'ossification apparaît au milieu du cartilage de la partie pré-chordale de la base du crâne et s'étend au cartilage septal pour former la lame perpendiculaire de l'éthmoïde (10).

### **3. Canal incisif et vomer : les discordances de la littérature.**

Plusieurs points d'ombre dans la littérature concernent à la fois le vomer et le canal incisif. En effet, le vomer est vastement abordé à travers la pathologie des fentes labio-alvéolo-palatines et de son enjeu dans la croissance cranio-faciale. Cependant, il est peu développé dans les ouvrages d'embryologie générale. Dans les atlas d'anatomie, si le texte ne précise pas la situation du vomer par rapport au canal incisif, les schémas présentés détaillent la partie antérieure du vomer échancrée, en retrait par rapport au canal incisif, sans butée contre le pré-maxillaire (2).

Ce n'est que récemment que les auteurs se sont penchés sur l'étude du canal incisif, obstacle à prendre en considération en implantologie maxillaire.

Il ressort que la littérature est peu consensuelle en ce qui concerne la dénomination, la constitution et la topographie du canal incisif, de même en ce qui concerne l'embryologie du vomer.

#### **a) Canal incisif**

##### **a.1 Dénomination :**

La dénomination du canal incisif varie fréquemment entre les auteurs. La nouvelle nomenclature anatomique française, adoptée depuis 1976 par le Collège Médical Français des Professeurs d'Anatomie a remplacé l'appellation « canal palatin antérieur » par « canal incisif », afin d'être plus proche de la nomenclature anatomique latine internationale (1955). Cependant la confusion est fréquente dans les ouvrages et articles entre les termes de « canal nasopalatin » et de « canal incisif » utilisés par différents auteurs pour nommer une même structure. Dans la littérature anglophone c'est le terme « nasopalatine canal » ou « nasopalatine duct » qui est le plus fréquemment repris, faisant persister le trouble.

##### **a.2 Constitution :**

Cette terminologie variable pose le problème du contenu du canal incisif. Certains auteurs décrivent le pédicule nasopalatin cheminant dans le canal incisif comme constitué seulement de l'artère naso-palatine et du nerf nasopalatin, prolongement du pédicule artério-nerveux sphéno-palatin (11)(12). Sobotta décrit en avant de la ligne médiane et en arrière des deux incisives médianes, la fosse incisive traversée par le foramen incisif et les canaux incisifs (2). Ce sont les travaux récents sur la morphologie du canal incisif et notamment la persistance d'un canal nasopalatin perméable qui ont permis de préciser cette anatomie (13)(14). Canal incisif et canal nasopalatin seraient deux structures distinctes qui ne doivent pas être confondues. Le canal nasopalatin serait une structure épithéliale qui chemine dans le canal incisif, et s'obstrue spontanément avant la naissance (15). Ce canal serait le vestige de l'organe voméro-nasal de Jacobson. Le canal incisif laisserait quant à lui passage à deux pédicules naso-palatins, droit et gauche, constitués du canal nasopalatin, de l'artère nasopalatine et du nerf nasopalatin.



### a.3 Topographie :

Un dernier point de discordance porte sur la situation du canal incisif au niveau du palais dur. En effet, des ouvrages d'ancienneté différente situent l'orifice inférieur du foramen incisif sur la ligne médiane à la partie antérieure de la suture intermaxillaire séparant, sur le plan embryonnaire, le palais secondaire du palais primaire (7) (16) (17) (18).

Sobotta écrit que le foramen incisif est inclus dans le palais primaire et non à la jonction palais primaire et palais secondaire (2).

Des études récentes se sont attachées à préciser la topographie du canal incisif.

Radlanski et al. (15), précisent que le foramen triangulaire qui peut persister à l'union du palais primaire et des deux apophyses palatines des maxillaires n'est pas le canal incisif. Leur étude porte sur 7 embryons âgés de 7 à 24 semaines de vie intra-utérine. Elle montre qu'à 7 semaines de vie intra-utérines le canal incisif traverse le mésenchyme du palais primaire. A 9 semaines, l'ossification du palais primaire laisse libre l'aire du canal incisif. Les trabécules osseux ne franchissent pas la ligne médiane, ni la jonction palais primaire-palais secondaire, qui restent visibles. A 13 semaines, les canaux nasopalatins se distinguent des nerfs nasopalatins dans le canal incisif. A 18 semaines, artères et nerfs nasopalatins droits et gauches sont séparés par un septum osseux. A la 24<sup>ème</sup> semaine, la crête naso-maxillaire sépare les pédicules nasopalatins droit et gauche, expliquant la forme en Y du canal en coupe coronale. Dans cette description le canal incisif est inclus dans l'épaisseur du palais primaire.

Pour Fawcett (9) le septum nasal s'intercale entre les deux lames palatines. Celles-ci se soudent par l'épithélium de surface puis par ossification du mésoderme sous-jacent. Une travée épithéliale échappe à l'ossification, se creuse et constitue un canal en Y, le canal incisif, ainsi contenu dans le pré-maxillaire.

Ainsi, le canal incisif est une structure osseuse médiane située en arrière des incisives médianes. Il est clair qu'il s'agit d'une région complexe dont l'organisation exacte est encore débattue.

### **b) Embryologie du septum nasal**

Les auteurs s'accordent largement sur l'embryologie de l'unité septo-latérale du nez et du pré-maxillaire. Il n'en est pas de même pour la constitution du septum nasal. Pour certains, le septum provient du prolongement mésethmoïdien du bourgeon frontal qui s'ossifiera secondairement (4). Ainsi pour Fawcett (9), le septum cartilagineux descend du toit nasal et se différencie secondairement en trois contingents : un contingent fibreux ébauche du vomer, une région postéro-supérieure qui s'ossifiera après la naissance donnant la lame perpendiculaire de l'éthmoïde et une partie qui persiste à l'identique, le cartilage septal. Pour d'autres auteurs, le septum cartilagineux se forme, totalement ou partiellement, à partir de la fusion des bourgeons nasaux internes suivant un axe de croissance antéro-postérieur (7).

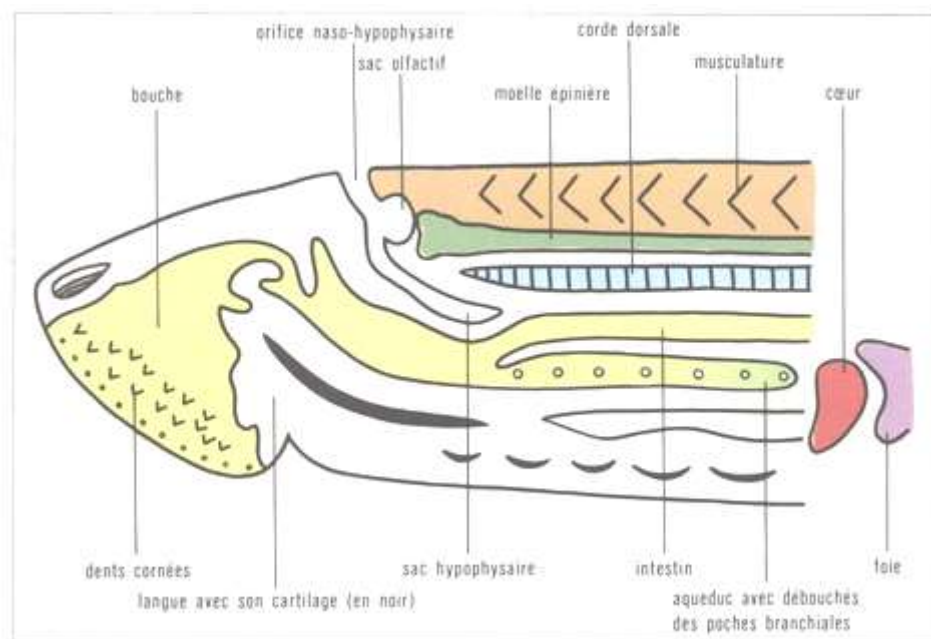


#### 4. Théorie évo-dévo ou théorie phylontogénétique

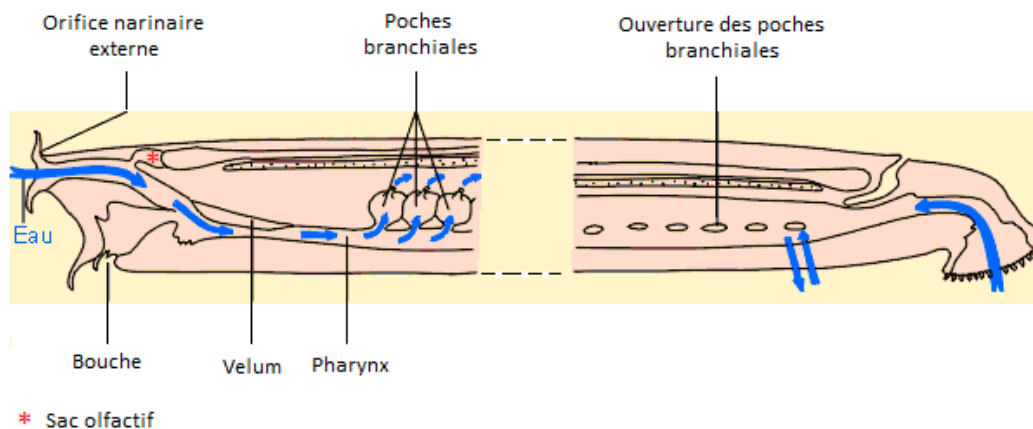
##### a) Le nez olfactif

L'évolution des espèces montre que le nez est initialement un organe exclusivement olfactif chez les premiers vertébrés.

Les premiers vertébrés sont apparus il y a 450 millions d'années. Un de leurs premiers représentants est le poisson agnathe (l'actuelle Lamproie) qui possède une narine externe unique qui s'ouvre sur un canal borgne au fond duquel se trouve un sac olfactif connecté au cerveau primitif (Figure 5). Un autre agnathe possède quant à lui une narine externe qui communique avec l'intestin par un court canal nasal (Figure 6).



**Fig 5.** Coupe sagittale de la région antérieure d'une lamproie. (Schéma issu de *La Grande Encyclopédie Larousse* p.295) (19)



**Fig 6.** Schéma d'un poisson agnathe possédant un court canal nasal ouvert à l'extérieur par un orifice narinare externe et dans l'intestin par un orifice narinare interne. Un sac olfactif borgne se situe au niveau du canal nasal, directement relié au cerveau par des filets nerveux. En bleu sont représentés les flux d'eau. (Schéma d'après <http://www.coproweb.free.fr/pagphy/physioan/ch3s3.htm>).

L'évolution se fait vers l'apparition d'une mandibule chez les Placodermii, puis vers l'acquisition d'un poumon chez les tout premiers tétrapodomorphes, les Sarcopterygii. Sarcopterygii, dont fait partie le dipneuste, est considéré comme la première espèce amphibie. L'acquisition de poumons leur a permis de vivre en eaux marécageuses peu profondes et pauvres en oxygène. Les dipneustes sont des poissons qui s'enlissent dans la vase et respirent avec des poumons lors de l'assèchement des marais dans lesquels ils vivent. Les dipneustes se nourrissent par succion grâce à la contraction du plancher buccal qui agit à la manière d'une puissante pompe buccale permettant également d'aspirer de l'eau à travers leur organe olfactif lorsqu'ils sondent la composition chimique de l'eau qui les entoure. C'est à ce stade de poissons gnathostomes, pourvus d'une mandibule, que se sont individualisés pour la première fois au niveau du palais les vomers droit et gauche, appelés aussi pré-vomers, et qu'apparaissent les orifices narinaires internes ouverts dans la cavité buccale. Les orifices narinaires internes et externes communiquent entre eux par un court canal. Les orifices narinaires internes sont situés au niveau du palais entre le pré-maxillaire et le maxillaire latéralement, et les vomers et les palatins médialement (20). Il a été prouvé que les dipneustes n'utilisent pas leur organe olfactif pour respirer, ni en milieu aquatique ni en milieu aérien (21)(22).

#### **b) Du nez olfactif au nez respiratoire**

Ichthyostega apparaît au Dévonien et est considéré comme l'ancêtre des actuels amphibiens. Il représente les premiers tétrapodes adaptés à la vie terrestre grâce à leurs pattes antérieures capables de les soulever sur la terre, leurs côtes et leur sternum capables de maintenir un volume pulmonaire hors de l'eau. Les amphibiens ont été les premiers à utiliser l'organe olfactif comme un organe respiratoire accessoire en milieu aérien, leur respiration étant assurée essentiellement par la peau, et quelques fois des branchies. Les amphibiens utilisent leur pompe buccale pour aspirer de l'air dans la bouche à travers leur organe olfactif et ensuite déglutir cette bulle d'air dans la glotte ouverte à l'extrémité supérieure de l'œsophage pour l'envoyer dans les poumons ; l'expiration est passive. Les amphibiens présentent donc au sens propre du terme le premier organe nasal capable de sentir et respirer, bien que de manière intermittente et accessoire. La quasi-totalité de leur organe nasal est tapissé de muqueuse olfactive et la fonction première des aspirations d'eau ou d'air grâce à l'efficacité de la pompe buccale est de sonder l'environnement chimique du milieu aquatique ou aérien dans lequel ils se trouvent. Leur palais possède une configuration similaire à celle de Sarcopterygii avec cependant un orifice narinaire interne placé un peu plus en arrière.

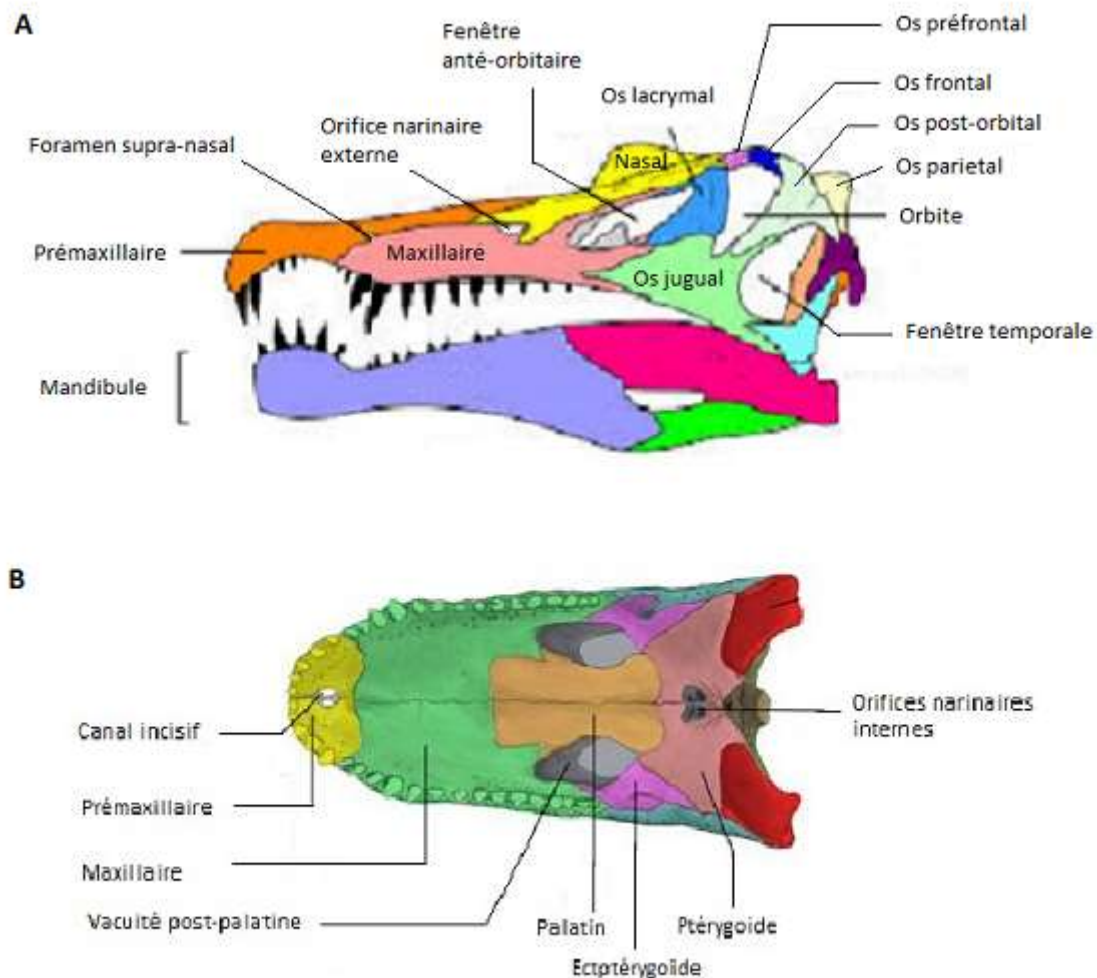
#### **c) Formation du palais dur**

Les os dermiques sont une innovation évolutive apparue au Dévonien (entre moins 415 et moins 362 millions d'années) avec les placodermes, des poissons dont la peau ou la muqueuse s'est focalement sclérifiée et ossifiée dans le derme profond. Les os du palais et les os de la voûte du crâne sont par exemple des os dermiques (ces os gardent la dénomination d'os dermiques qui rappelle leur origine alors qu'ils se sont individualisés ultérieurement et ne sont plus contenus dans le derme).

D'un point de vue évolutif, la formation d'un toit buccal rigide et non déformable a probablement donné une plus grande efficacité à la pompe buccale et à la respiration par déglutition des premiers êtres à vivre exclusivement en milieu aérien.

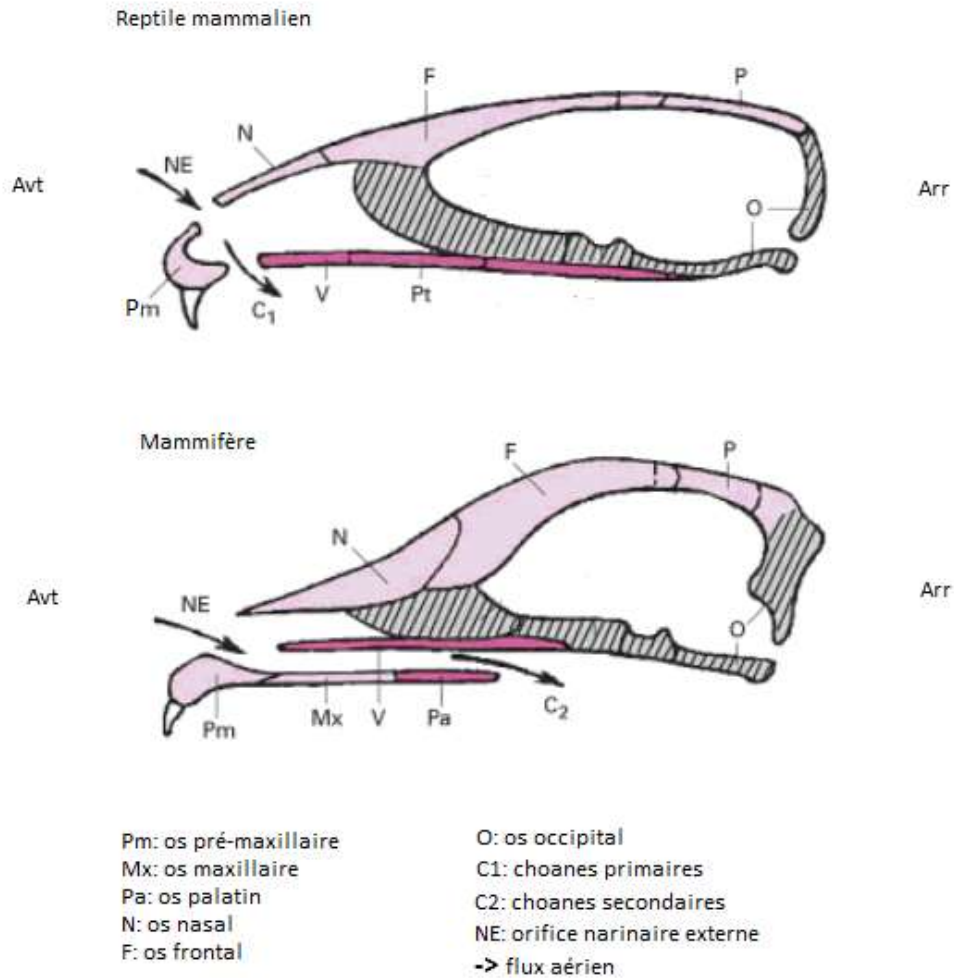
Chez les tétrapodes, le palais secondaire est une structure plane, plaquée sous la base du crâne, formé par cinq os de membrane : les vomers, les palatins, les ptérygoïdes, les ectoptérygoïdes et les apophyses palatines des maxillaires. Les choanes primaires occupent la partie antérieure du palais, limitées en avant par les pré-maxillaires, médialement par les vomers et en arrière par les apophyses palatines des maxillaires. Derrière les choanes primaires, le palais forme une plaque continue composée par les apophyses palatines des maxillaires, les os palatins, les ectoptérygoïdes et les ptérygoïdes.

La distribution anatomique de ces os de membrane est réaménagée au cours de l'évolution des crocodiliens sous la double influence du développement de la dentition et de la pneumatisation du crâne. La nécessité pour les reptiles de manger des proies plus grosses a fait évoluer la face vers une charpente osseuse solide et plus légère. On assiste ainsi à la latéralisation des fosses nasales et à une verticalisation du vomer avec le pré-maxillaire et le sphénoïde. Les os palatins se déplacent en position antéro-médiane pour rejoindre les maxillaires et former le dôme palatin. Les os ptérygoïdes, auparavant les os les plus volumineux du palais, se réduisent à leurs rebords formant le toit et les murs latéraux de la partie postérieure de la filière nasale. Les processus quadrilatères des ptérygoïdes diminuent de taille, se médialisent et fusionnent avec la base du crâne pour former une poutre de soutien fermant la vacuité inter-ptérygoïdienne. Les vomers, poussés par les apophyses horizontales des maxillaires, s'adossent l'un à l'autre et se verticalisent. Ils forment ainsi la partie postéro-inférieure du septum nasal, s'articulant à leur partie postéro-supérieure avec les os ptérygoïdes et à leur partie antéro-inférieure avec la face dorsale de la fusion des processus palatins (10)(23) (Figure 7).



**Fig 7.** Schéma du crâne (A) et de palais (B) du crocodilien. (A : crâne de *Spinosaurus* d'après <http://en.wikipedia.org/wiki/Skull> , B : palais d'alligator d'après <https://pterosaurheresies.wordpress.com/author/davidpeters1954/page/79/>)

Durant cette transition entre amphibiens et reptiles les orifices narinaires internes se rapprochent de la ligne médiane. Les os palatins des crocodiliens organisent ainsi, en arrière du palais primaire et sous la chambre olfactive, un couloir respiratoire séparé médialement par les vomers. Les orifices narinaires internes se déplacent postérieurement pour se trouver progressivement à l'aplomb du larynx, permettant ainsi au reptile de respirer tout en maintenant une proie en bouche. Les choanes s'ouvrent loin derrière séparant les couloirs alimentaire et respiratoire (Figure 8).



**Fig 8.** Schéma de la formation du palais secondaire avec le passage du reptile mammalien possédant des choanes primaires ouvertes dans la partie antérieure de la cavité buccale, aux mammifères avec des choanes secondaires ouvertes à l'aplomb du larynx. (d'après A. Beaumont (24))

#### d) Verticalisation de la face chez l'homme

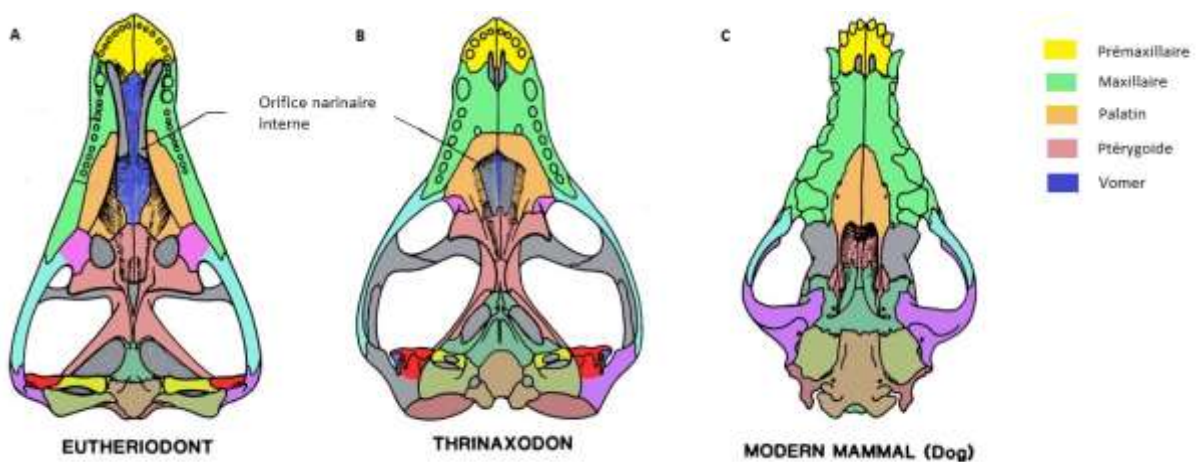
Chez les mammifères, la face se ramasse sous la partie antérieure de la base du crâne (l'os ethmoïde), les yeux se rapprochent. La base du crâne s'élargie en rapport avec le remodelage du maxillaire et de la mandibule.

La voûte palatine se dessine en repoussant latéralement les os maxillaires et palatins qui forment les parois latérales de la voûte, leur processus palatins formant la voûte. Les maxillaires gagnent en largeur et en longueur sur la surface palatine. La longueur du palais primaire se réduit antéro-postérieurement. Le toit des cavités nasales est formé en avant des os frontaux, centralement par les labyrinthes ethmoïdaux et les lames cribiformes, à sa partie postérieure par les os palatins et le vomer accolés par le parasphénoïde (10). Le vomer se retrouve ainsi connecté au pré-sphénoïde.

Chez l'homme, la verticalisation de la face et l'aménagement des fosses nasales au profit de la ventilation, a vu la croissance du septum passer de l'axe antéro-supérieure chez le mammifère à l'axe vertical chez l'homme (25).

La formation du palais au cours de l'évolution des espèces (23) permet d'évoquer deux étapes successives :

- 1- La formation du palais primaire entre les narines externes et les choanes primaires. Les choanes primaires le nez olfactif (ou nez primaire) initialement borgne dans la cavité buccale.
- 2- La formation du palais secondaire par réaménagement des os du palais secondaire des tétrapodes primitifs. Lors de la formation du palais secondaire, les vomers, les processus verticaux des os palatins et les ptérygoïdes s'élèvent venant former le nez respiratoire secondaire. Les vomers s'érigent ainsi par compression en arrière du palais primaire. (Figure 9)



**Fig 9.** Schéma des os dermiques du palais dur des tétrapodes et de leur évolution au cours des espèces. A : Eutheriodont, tétrapode ancêtre des mammifères. B Thrinaxodon : reptile mammalien. C : mammifère actuel (chien). D'après [www.pterosaurheresies.wordpress.com/2013/06/12/where-are-the-internal-nares-in-pterososaurs](http://www.pterosaurheresies.wordpress.com/2013/06/12/where-are-the-internal-nares-in-pterososaurs)).

## 5. Pathologies étayant la théorie phylontogénétique.

L'analyse des pathologies malformatives de la région médio-faciale semblent apporter des preuves étayant la théorie évo-dévo.

### a) Fente alvéolo-palatine unilatérale

Dans les fentes palatines unilatérales, on note une déviation du vomer du côté opposé à la fente. Du côté sain, le vomer reste en continuité avec le palais dur en présentant une déviation presque à angle droit (26). Du côté de la fente, l'aile vomérienne est absente sur toute la hauteur du vomer. La formation du septum dans les fentes unilatérales se déroule comme si l'aile vomérienne unilatérale était absente du côté de l'apophyse palatine qui n'atteint pas la ligne médiane (27).

L'origine double du vomer et ses rapports avec la formation du palais prend son sens. Le défaut de croissance apparaît du côté de la fente et l'aile vomérienne homolatérale ne prend pas sa place au niveau du septum du fait de l'absence de poussée palatine.

### **b) Holoprosencéphalie**

L'holoprosencéphalie est une anomalie de fusion du prosencéphale qui se traduit par un défaut de croissance du bourgeon frontal médian responsable de la formation du squelette médio-facial (ethmoïde, crista galli, septum nasal, os nasaux et pré-maxillaire) (28). Les manifestations cliniques sont variables : la fente labiale médiane, l'œthmocéphalie (agénésie de l'ethmoïde), jusqu'à la cyclopie rhinencéphalie, et seraient en rapport avec des arrêts de maturation à des stades successifs du développement du nez olfactif fibro-cartilagineux. Les zones de la face issues des bourgeons maxillaires et mandibulaires sont indemnes.

Un cas présenté par Veau (26) d'agénésie congénitale du tubercule médian de la face, semble rentrer dans cette ensemble pathologique. Il montre l'absence de structure pré-maxillaire, une lacune médiane de la lèvre supérieure et un moignon de philtrum. En vue endobuccale, une ébauche de palais secondaire existe de part et d'autre sur des arcades mandibulaires de taille normale. Les apophyses palatines des maxillaires et les apophyses horizontales des palatins sont présentes mais non fusionnées sur la ligne médiane. L'unité septo-latérale est présente. Un vomer est présent en position et de taille normale.

### **c) Agénésie congénitale du septum nasal**

Une étude de 1968 (29) s'est intéressée à deux cas d'agénésie congénitale du septum nasal. Il s'agissait de deux enfants âgés de 3 ans. On remarquait l'absence de projection du dorsum nasal. La columelle et les cartilages alaires étaient normaux. La croissance des maxillaires était normale. L'étude radiographique standard permettait de montrer des os nasaux de taille insuffisante, une agénésie de l'épine nasale antérieure et des crêtes pré-maxillaires et maxillaires. Cependant, le vomer et l'ethmoïde étaient de taille normale. Cet exemple pathologique va donc dans le sens d'une origine différente du septum nasal et du vomer.

## **6. Imagerie septo-prémaxillaire : intérêt du scanner.**

Les premières études radiographiques standards du septum (1989, (27)), donnaient une image grossière de la structure du vomer. Cependant, ces clichés montraient déjà bien la présence des ailes vomériennes dès la première année de vie, qui fusionnent entre elles à la partie basse du septum.

Depuis le développement du scanner puis du Cone Beam, l'analyse fine du prémaxillaire, du maxillaire et de leurs rapports avec le vomer est actuellement possible.

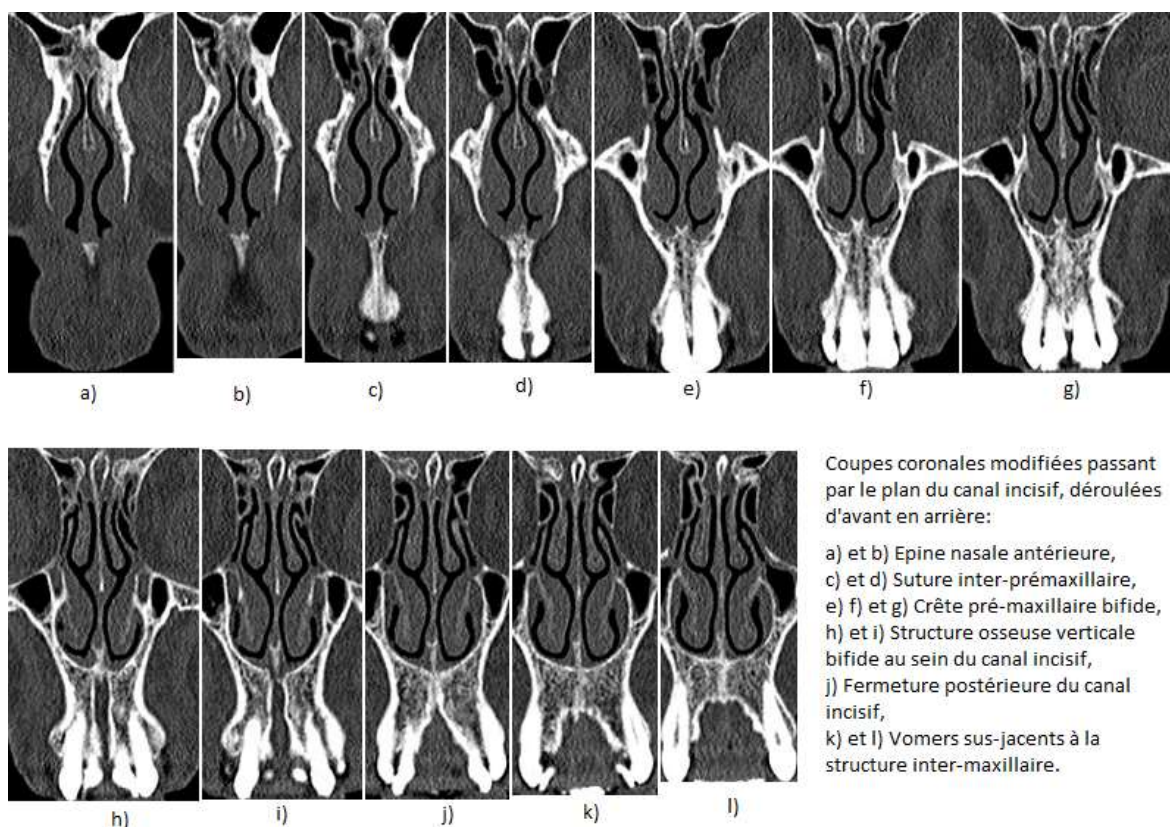
Lorsque l'on déroule des coupes coronales d'un scanner du massif facial d'avant en arrière plusieurs structures nous apparaissent (Figure 10). La première structure osseuse apparaissant est celle de l'épine nasale antérieure, suivie de la suture inter-prémaxillaire entre les deux incisives médianes supérieures, s'en suit une crête pré-maxillaire dans la continuité de la corticale des orifices piriformes. Cette crête pré-maxillaire s'élève vers le haut traduisant les contraintes d'affrontement auxquelles ont été soumis les pré-maxillaires. Juste en arrière s'ouvre le canal incisif, dont émerge en son sein une structure verticale avec une portion



supérieure évasée, formant une crête bifide. Le canal incisif se referme par la suture intermaxillaire. Au-dessus de celle-ci se poursuit sans discontinuer la crête qui émerge à partir du canal incisif (crête bifide décrite précédemment). Cette structure incluse dans le canal incisif est en continuité avec le bord antérieur des vomers et rejoint par son bord supérieur le cartilage septal en avant et la lame perpendiculaire de l'ethmoïde en arrière.

En coupes axiales, l'analyse de la jonction entre le pré-maxillaire et le bord antérieur du vomer est difficile. Le bord antérieur du vomer se perd dans la suture inter-prémaxillaire et le canal incisif semble divisé en plusieurs canalicules par de fines travées osseuses.

Les études scanographiques et par Cone-beam de ces dernières années se sont intéressées à préciser la région du canal incisif, source de complications en implantologie dentaire du bloc incisif supérieur. En coupes coronales, des variations de forme du canal incisif sont fréquemment constatées. La forme avec une ouverture buccale et une ouverture sur le plancher de chaque fosse nasale est largement majoritaire. Dans cette morphologie les deux canalicules de Stenson sont séparés entre eux par un éperon osseux sur la partie haute du canal. Une morphologie avec deux canaux incisifs distincts séparés sur toute leur hauteur par un éperon osseux est également fréquemment constatée. Une forme de canal unique cylindrique sur toute sa hauteur (une ouverture buccale et une ouverture nasale) est également décrite (30)(31).



**Fig 10.** Coupes successives coronales déroulant le canal incisif. (Images issues de scanners archivés du service d'Imagerie Guilloz CHU Nancy).

Cette revue des connaissances montre bien la difficulté à synthétiser les données à notre disposition. L'objectif de notre travail sera donc de préciser l'organisation de cette région du canal incisif, carrefour entre prémaxillaires, maxillaires et partie osseuse du septum nasal.



## BIBLIOGRAPHIE

1. Rouvière H, Delmas A. Anatomie humaine Descriptive, Topographique et fonctionnelle. Masson et Cie;
2. Sobotta J, Paulsen F, Waschke J. Atlas d'anatomie humaine. 6<sup>ème</sup> édition française. Traduction de la 23<sup>ème</sup> édition allemande. Médecine Sciences Publications Lavoisier; 2013.
3. Jacob S, Zelano B, Gungor A, Abbott D, Naclerio R, McClintock MK. Location and gross morphology of the nasopalatine duct in human adults. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2000 Jun;126(6):741–8.
4. Aknin J-J. Croissance cranio-faciale. Available from: <http://www.em-premium.com.bases-doc.univ-lorraine.fr/article/194127>
5. Sadler TW, Langman J. Embryologie médicale; traduit de l'anglais "Langman's Medical Embryology, 10th ed." 8<sup>ème</sup> édition. Editions Pradel; 2007. 532 p.
6. Couly G. Croissance craniofaciale du fœtus et du jeune enfant. [Httpwwwem-Premiumcomdatatraitess122-21379](http://www.em-premium.com.bases-doc.univ-lorraine.fr/article/20193) [Internet]. [cited 2015 Feb 1]; Available from: <http://www.em-premium.com.bases-doc.univ-lorraine.fr/article/20193>
7. Goldberg M, Opsahl Vital S, Barbet P. Embryologie craniofaciale (II). Embryologie de la face et des structures squelettiques céphaliques : morphogenèse des maxillaires, de la mandibule et du crâne.
8. Larsen WJ, Schoenwolf GC, Bleyl SB, Francis-West PH. Embryologie humaine; Trad. de la 4<sup>e</sup> édition américaine : "Larsen's human embryology." 3<sup>ème</sup> édition. De Boeck, DL 2011, cop. 2011; 694 p.
9. Fawcett. The Development of the Human Maxilla, Vomer, and Paraseptal Cartilages. J Anat Physiol 1911 JUL; 45 (Pt 4). 1911 Jul;378–405.
10. Moore WJ. The Mammalian Skull. Cambridge University Press. 2009.
11. Gaudy J-F, Charrier J-L, Bilweis C, Gorce T. Anatomie clinique. 2<sup>ème</sup> édition. Edition CdP; 2007. 224 p.
12. Liang X, Jacobs R, Martens W, Hu Y, Adriaenssens P, Quirynen M, et al. Macro- and micro-anatomical, histological and computed tomography scan characterization of the nasopalatine canal. J Clin Periodontol. 2009 Jul;36(7):598–603.
13. Von Arx T, Bornstein MM. Canal nasopalatin perméable Une anomalie développementale rare et un piège diagnostique Traduit de l'allemand par Jacques Rosier. Rev Mens Suisse Odontostomatol. 2009;119:384–9.
14. Falci SGM, Verli FD, Consolaro A, Santos CRR d. Morphological characterization of the nasopalatine region in human fetuses and its association to pathologies. J Appl Oral Sci. 2013 May;21(4):250–5.

15. Radlanski RJ, Emmerich S, Renz H. Prenatal morphogenesis of the human incisive canal. *Anat Embryol (Berl)*. 2004 Jul;208(4):265–71.
16. Gaudy J-F, Vacher C. Atlas d'anatomie clinique et chirurgicale des tissus superficiels de la tête et du cou. Elsevier Masson. 2011. 216 p.
17. Neskey D, Eloy JA, Casiano RR. Nasal, septal, and turbinate anatomy and embryology. *Otolaryngol Clin North Am*. 2009 Apr;42(2):193–205, vii.
18. Bénateau ., Taupin A, Ory L, Compère J-F. Généralités sur les fentes labio-alvéolo-palato-vélaires (hors prise en charge). *Encycl Méd-Chir. Chirurgie orale et maxillo-faciale*(22-066-A-50):1–25.
19. Archive Larousse : Grande Encyclopédie Larousse - agglutination - Agnathes [Internet]. [cited 2015 Mar 15]. Available from: <http://www.larousse.fr/archives/grande-encyclopedia/page/295>
20. Takahashi R. The formation of the nasal septum and the etiology of septal deformity. The concept of evolutionary paradox. *Acta Oto-Laryngol Suppl*. 1987;443:1–160.
21. Derivot J, Dupe M. Anatomie fonctionnelle de l'organe olfactif de *Protopterus annectens* Owen (Dispneustes): contribution à la connaissance du mécanisme d'irrigation de l'organe olfactif. *Acta Zool Stockh*. 1979;60:251–7.
22. Derivot J. Functional anatomy of the peripheral olfactory system of the african lungfish *Protopterus annectens* Owen: macroscopic, microscopic, and morphometric aspect. *Am J Anat*. 1984;169:177–92.
23. Jankowski R. The evo-devo origin of the nose, anterior skull base and midface. Springer. Paris; 2013.
24. Biologie animale - Les Cordés - Dunod [Internet]. [cited 2015 Mar 15]. Available from: <http://www.dunod.com/sciences-techniques/sciences-fondamentales/sciences-de-la-vie-et-sante/master-et-doctorat-capes-agreg/biologie-animale-0>
25. Mascherin-Sellal S. Le vomer: Ses implications dans la croissance et les malformations cranio-faciales, 2002, travail de thèse d'exercice.
26. Veau V, Borel S. Division palatine. Masson; 1931. 568 p.
27. Verwoerd CD, van Loosen J, Schütte HE, Verwoerd-Verhoef HL, van Velzen D. Surgical aspects of the anatomy of the vomer in children and adults. *Rhinol Suppl*. 1989;9:87–96.
28. Charrier J-B, Racy E, Nowak C, Lemaire B, Bobin S. Embryologie et anomalies congénitales du nez. 20-264--10. 2013;17.
29. Moss ML, Bromberg BE, Song IC, Eisenman G. The passive role of nasal septal cartilage in mid-facial growth. *Plast Reconstr Surg*. 1968 Jun;41(6):536–42.

30. Fernández-Alonso A, Suárez-Quintanilla JA, Muínelo-Lorenzo J, Bornstein MM, Blanco-Carrión A, Suárez-Cunqueiro MM. Three-dimensional study of nasopalatine canal morphology: a descriptive retrospective analysis using cone-beam computed tomography. *Surg Radiol Anat SRA*. 2014 Nov;36(9):895–905.
31. Mraiwa N, Jacobs R, Van Cleynenbreugel J, Sanderink G, Schutyser F, Suetens P, et al. The nasopalatine canal revisited using 2D and 3D CT imaging. *Dento Maxillo Facial Radiol*. 2004 Nov;33(6):396–402.

## **Deuxième partie :**

### **ARTICLE**

**« L'articulation voméro-prémaxillaire :  
un témoin de l'évolution des espèces »**

# **L'articulation voméro-prémaxillaire : un témoin de l'évolution des espèces.**

S. Botti, C. Rumeau, P. Gallet, R. Jankowski

Service d'oto-rhino-laryngologie et chirurgie cervico-faciale, CHU Nancy Brabois, Allée du Morvan, 54511 Vandoeuvre-les-Nancy.

## **Auteur correspondant :**

Sophie Botti  
Service d'ORL  
CHU Nancy Brabois  
Allée du Morvan  
54511 Vandoeuvre-les-Nancy cedex, France.  
e-mail : [bottisophie@gmail.com](mailto:bottisophie@gmail.com)  
Tel : 03 83 15 54 08

## **RESUME**

Dans la théorie évo-dévo, les vomers sont des os du palais secondaire. La croissance des plaques palatines des maxillaires les pousse à fusionner sur la ligne médiane en arrière du palais primaire qui sert de butée à leur élévation en direction de la cloison du nez primaire, formée du cartilage quadrangulaire et de la lame perpendiculaire de l'ethmoïde.

Dans cette hypothèse, le bord antérieur du vomer s'articule avec la face postérieure du prémaxillaire au niveau du canal incisif.

Le but de cette étude rétrospective était de mesurer l'incarcération du bord antérieur du vomer dans le canal incisif sur des scanners de cloison nasale non déformée. 32 scanners de sinus sur 506 archivés ont permis les mesures sur des coupes coronales passant par le canal incisif. 31 vomers sur 32 étaient incarcérés dans le canal incisif. Lorsque le vomer avait une forme en Y (n=26), 43% de sa hauteur étaient incarcérés dans 41% de la hauteur du canal incisif. Dans les formes en I (n=6), 34% de la hauteur du vomer étaient incarcérés dans 41% de la hauteur du canal incisif. Le seul vomer non incarcéré avait une forme de Y.

L'incarcération du vomer dans le canal incisif en arrière du pré-maxillaire trouve son explication dans la conception évo-dévo de la formation des fosses nasales. La description embryologique classique de formation de la cloison nasale ne permet pas quant à elle d'expliquer l'incarcération vomérienne.

## **Mots clés**

Vomer ; canal incisif ; septum nasal ; évo-dévo ; phylogénétique.

## INTRODUCTION

Dans la conception embryologique classique, la formation du palais secondaire résulte de l'élévation suivie de la fusion sur la ligne médiane des plaques palatines des maxillaires, en arrière du palais primaire dont elles restent séparées par le canal palatin antérieur ou canal incisif. Une ossification enchondrale du mésenchyme de la portion ventrale des plaques palatines fusionnées résulte dans la formation du palais osseux, alors que le mésenchyme de la portion dorsale subit une différenciation myomateuse qui aboutit à la formation du palais mou (1)(2). Le septum nasal résulte quant à lui d'une prolifération sur la ligne médiane de l'ectoderme et du mésoderme du toit du bourgeon fronto-nasal et du processus olfactif médian qui progresse de haut en bas pour fusionner avec les plaques palatines et séparer sagittalement l'une de l'autre les fosses nasales qui s'ouvrent dans le pharynx par les orifices choanaux. Dans cette conception, ni la constitution anatomique du palais secondaire formé par les apophyses palatines du maxillaire mais aussi les apophyses horizontales des palatins, ni la constitution de la cloison nasale formée du cartilage quadrangulaire, de la lame perpendiculaire de l'éthmoïde et du vomer ne peuvent être clairement expliquées.

Dans la conception évo-dévo (3), les vomers sont des os du palais secondaire qui, suite au développement des apophyses palatines des maxillaires, sont poussés à fusionner sur la ligne médiane en arrière du palais primaire qui sert de butée à leur élévation en direction des cavités nasales pour former la partie basse ou respiratoire de la cloison nasale sous la cloison du nez olfactif. La cloison du nez olfactif est formée quant à elle de la lame perpendiculaire de l'éthmoïde (l'os de la base du crâne dans lequel se loge la muqueuse olfactive issue de l'invagination du centre des placodes olfactives) et du cartilage quadrangulaire (qui se différencie à partir de la paroi médiane séparant les puits d'invagination des placodes olfactives). Dans la conception évo-dévo, l'élévation et la fusion des plaques palatines des maxillaires se poursuivent par l'émergence verticale des précurseurs des vomers au-dessus de la ligne de fusion médiane des plaques palatines, en arrière du palais primaire.

L'hypothèse de ce travail était que l'articulation voméro-prémaxillaire pouvait révéler des indices en faveur de la conception évo-dévo du développement du palais humain. En effet, dans la conception classique d'une cloison nasale qui sépare les fosses nasales en venant à la rencontre du palais depuis le toit des fosses nasales et qui subit secondairement une différenciation tissulaire en ses trois composants (vomer, lame perpendiculaire et cartilage quadrangulaire), il y a peu de raison pour que les vomers s'enfoncent même partiellement dans le canal incisif. En revanche dans la conception évo-dévo, les apophyses palatines des maxillaires (dont les précurseurs sont déjà différenciés des précurseurs des vomers dans les plaques palatines des maxillaires) poussent les vomers à fusionner sur la ligne médiane puis à se verticaliser en prenant appui derrière le palais primaire. L'élévation des vomers se fait donc en compression derrière le palais primaire et peut aboutir à une incarcération de son angle antéro-inférieur dans le canal incisif.

Le but de cette étude était de mesurer sur la coupe coronale du scanner qui passe par le canal incisif la hauteur du vomer et la proportion de cette hauteur incarcérée dans le canal incisif.

## MATERIEL ET METHODE

Nous avons analysé rétrospectivement des scanners de sinus adultes provenant de l'archivage du service d'imagerie Guilloz de l'hôpital Central du CHU de Nancy, réalisés sur la période de janvier 2013 à juin 2014. Il s'agissait de scanners multiplanaires, en coupes natives, en fenêtre osseuse. Les scanners ont été réalisés sur les imageurs Aquilion One Toshiba® (coupes natives 0,5 mm) et Aquilion 64 Toshiba® (coupes natives 1 mm). Puis les images ont été reconstruites et analysées en coupes jointives d'épaisseur 1,5 mm sur une console Vitrea (Console Vitrea, logiciel de traitement Vitrea, Vital Images, Minnesota, Etats Unis).

Le critère d'inclusion principal était un septum nasal rectiligne. Le septum était défini comme rectiligne lorsqu'il vérifiait les critères suivants analysés sur deux types de coupes.

En coupe coronale standard, plan de coupe par définition perpendiculaire au palais osseux, le débord du septum dans l'une ou l'autre des fosses nasales n'excédait pas 3 mm de distance avec la ligne verticale passant par l'épine nasale antérieure et l'insertion de la lame perpendiculaire sous la base du crâne. Il n'y avait pas d'aspect de rupture septale (de type éperon chondro-vomérien) et le vomer était rectiligne.

En coupe sagittale, les trois éléments (cartilage quadrangulaire, lame perpendiculaire de l'ethmoïde et vomer) devaient être visualisables sur une même coupe passant en avant par le canal incisif, en arrière par l'odontoïde et en haut par l'insertion de la lame perpendiculaire de l'ethmoïde sous la base du crâne (Figure 1).

Ont été exclus de l'étude tous les scanners révélant des comblements ou opacités des fosses nasales et/ou de l'ethmoïde, de même que ceux réalisés chez des patients aux antécédents de traumatisme ou chirurgie nasale ou édentés.

La forme du vomer était classée en trois types : en Y lorsqu'un segment vertical et deux ailes étaient visualisés, en I lorsque seul le segment vertical du vomer était visualisé, en V lorsque seules deux ailes étaient visualisées sans segment vertical. Plusieurs paramètres étaient mesurés : la longueur des ailes vomériennes droites et gauches lorsqu'elles étaient visibles, la hauteur du segment vertical du vomer et la hauteur du canal incisif. A partir de ces mesures, des proportions ont été calculées : la proportion du segment vertical du vomer inclus dans le canal incisif et la proportion du canal incisif occupée par le segment vertical du vomer.

Le canal incisif visualisé dans le plan coronal a une forme de diabololo. Il a été décidé par convention de mesurer sa hauteur en ne prenant en compte que sa portion rectiligne. N'était considérée comme incluse dans le canal incisif que la portion du segment vertical du vomer s'engageant dans cette portion rectiligne du canal incisif. (Figure 2A)

Le canal incisif étant oblique dans le plan coronal standard, les mêmes mesures et calculs de proportions étaient ensuite réalisés dans un plan coronal modifié passant par l'axe du canal incisif. Le but était de s'assurer que les mesures dans l'axe du canal incisif n'étaient pas différentes de celles accessibles au clinicien en pratique courante. Dans ce plan, le canal incisif apparaît comme une structure cylindrique verticale, permettant d'obtenir sur une seule coupe la plus grande hauteur du vomer et la plus grande longueur de ses ailes et la longueur réelle du canal incisif. (Figure 2B)



## STATISTIQUES

Les tests statistiques ont été effectués sous le logiciel SPSS (version 15.0 pour Windows). Les données quantitatives numériques ont été exprimés en millimètres (moyenne, écart-type). Le test T de Student a été utilisé pour les comparaisons de moyenne, après vérification de l'équivalence des variances par test de Levene. Concernant la longueur des ailes vomériennes, seuls les vomers ayant une forme en « Y » ont été pris en compte. Une valeur de significativité p inférieure ou égale à 0,05 était considérée comme significative.

## RESULTATS

Trente-deux scanners avec septum rectiligne ont été inclus dans cette étude, sur 506 scanners lus.

Le tableau 1 présente les résultats des mesures réalisées en coupes coronales standards.

Le vomer avait une forme de Y dans 26 cas sur 32 (81%), une forme de I dans 6 cas sur 32 (19%). Aucune forme en V n'était retrouvée.

En coupes coronales standards, la hauteur totale du segment vertical du vomer variait de 4,3 à 19,2 mm et la hauteur du canal incisif était comprise entre 5,3 et 17,7 mm. Lorsque le vomer avait une forme en Y, quarante-trois pourcent de la hauteur du vomer étaient incarcérés dans quarante et un pourcent de la hauteur du canal incisif. Lorsqu'il avait une forme de I, trente-quatre pourcent du vomer étaient incarcérés dans quarante-et-un pourcent de la hauteur du canal incisif.

Il n'existait pas de différence significative entre les longueurs des ailes vomériennes droites et gauches pour les 26 vomers en Y. Dans un seul cas, le vomer ne présentait pas d'incarcération dans le canal incisif (vomer en Y).

En coupes coronales modifiées, la hauteur du segment vertical du vomer et la hauteur du canal incisif étaient significativement plus importantes qu'en coupes coronales standards ( $p=0,05$  et  $p=4*10^{-5}$ , respectivement). A l'inverse, la hauteur du vomer incluse dans le canal incisif, la proportion du segment vertical du vomer inclus dans le canal incisif et la proportion du canal incisif occupé par le vomer n'étaient pas significativement différentes. Trois vomers apparaissaient non inclus dans le canal incisif en coupes coronales modifiées, contre 1 seul en coupes coronales standards (Figure 3).

## DISCUSSION

L'analyse scanographique des 32 cloisons nasales rectilignes de cette étude retrouve une incarcération du vomer dans le canal incisif dans une majorité des cas.

La hauteur moyenne du canal incisif en coupes coronales standards ( $11,47 \pm 3,39$  mm) est comparable à celle retrouvée dans la littérature (4)(5)(6).

La proportion de vomer incarcérée en coupes coronales standards est confirmée sur les coupes coronales modifiées passant dans le plan du canal incisif. L'utilisation de ces coupes coronales modifiées a permis de vérifier la réalité anatomique des images décrites dans le plan coronal standard, qui est le plan d'analyse du scanner des sinus en clinique, et d'exclure tout phénomène d'image construite.

L'existence d'une incarceration du vomer dans le canal incisif constitue un argument fort en faveur de la conception évo-dévo du développement du palais osseux chez l'homme.

La conception évo-dévo, qui repose sur les liens pouvant unir évolution des espèces et développement embryologique, semble être un fil conducteur réaliste pour comprendre l'anatomie complexe du nez humain, du tiers moyen de la face et aussi de l'étage antérieur de la base du crâne (3). Dans cette conception, le développement de l'embryon semble reproduire de manière cyclique les acquis successifs de la transformation des espèces au cours de l'évolution qui apparaît quant à elle contingente et non reproductible.

Le nez est initialement un organe exclusivement olfactif connecté au cerveau primitif chez les premiers vertébrés (les poissons agnathes). Il apparaît ensuite ouvert par des orifices narinaires internes dans la cavité buccale des dipneustes. Les dipneustes sont des poissons qui s'enlissent dans la vase et respirent avec des poumons lors de l'assèchement des marais dans lesquels ils vivent. Les dipneustes sont considérés comme l'espèce qui a assuré la transition entre les poissons et les premiers tétrapodes amphibies. Les dipneustes se nourrissent par succion grâce à la contraction du plancher buccal qui agit à la manière d'une puissante pompe buccale. Cette pompe leur permet également d'aspirer de l'eau à travers leur organe olfactif lorsqu'ils sondent la composition chimique de l'eau qui les entoure. Il a été prouvé que les dipneustes n'utilisent pas leur organe olfactif pour respirer, ni en milieu aquatique ni en milieu aérien (7) (8).

Les amphibiens ont été les premiers à utiliser l'organe olfactif comme un organe respiratoire accessoire en milieu aérien, leur respiration étant assurée essentiellement par la peau, et quelques fois par des branchies. L'organe nasal des amphibiens est entièrement contenu dans leur museau. Il s'ouvre sur l'environnement par des narines externes et dans la bouche par des narines internes et est séparé de la bouche par le palais primaire. En arrière des orifices narinaires internes se trouvent deux vacuités interptérygoïdes entourées symétriquement sur leurs bords postérieurs et latéraux par les ptérygoïdes et sur leurs bords antérieurs et médians par trois éléments squelettiques dénommés vomers, palatins et ectoptérygoïdes.

Ptérygoïdes, ectoptérygoïdes, palatins et vomers forment dans la bouche des premiers tétrapodes exclusivement aériens, en arrière du palais primaire et des narines internes, un toit osseux dermique directement accolé à la base du crâne d'un maxillaire à l'autre (9).

La transformation du toit buccal en un palais secondaire séparant le nez respiratoire de la bouche n'advient qu'avec l'évolution des crocodiliens, il y a 251 millions d'années. L'évolution des crocodiliens est marquée par le développement d'un nez respiratoire dont les narines internes vont se déplacer progressivement vers l'arrière pour venir finalement s'ouvrir à l'aplomb de la glotte. Le décollement du toit osseux buccal de la base du crâne, laissant passer l'air respiratoire du nez primaire dans les interstices qui se développent ainsi entre eux, peut s'expliquer par les forces de contraintes masticatoires développées avec l'évolution de l'alimentation des crocodiliens : le toit osseux buccal en se décollant de la base du crâne sert à ce dernier de contre-coudée et d'étai qui rigidifie les montants latéraux (10)(11)(12)(13). Ainsi la formation du palais secondaire et du nez respiratoire secondaire ne résultent pas a priori du développement de la fonction respiratoire mais du développement de la fonction masticatoire, ce qui correspond à un phénomène d'exaptation (14). Au cours de l'évolution des espèces, le nez respiratoire secondaire est ensuite coopté pour servir la fonction respiratoire en conditions aériennes.

Les os dermiques formant le toit buccal sont profondément remaniés au cours de l'évolution pour former chez les crocodiliens un palais secondaire dont la structure sera transmise aux mammifères (qui apparaissent il y a moins 65 millions d'années) et à l'homme. Dans ce palais secondaire, les apophyses palatines des maxillaires représentent le moteur des modifications morphologiques que vont subir les os dermiques du toit buccal. Globalement, les os dermiques du toit buccal vont se repositionner, en changeant de morphologie, en arrière et en

dessous du nez olfactif primaire creusé dans la base ethmoïdale du crâne pour rigidifier la base du crâne et former les parois du nez respiratoire, ou nez secondaire.

Les vomers disparaissent alors du palais secondaire pour s'élever et participer au cloisonnement médian du nez respiratoire. Les ptérygoïdes deviennent les apophyses du sphénoïde et participent avec les palatins et le bord postérieur des vomers fusionnés à la constitution des orifices narinaux internes ou choanes. Les ectoptérygoïdes ont un devenir phylogénique plus mystérieux mais sont a priori les candidats les plus sérieux pour devenir les cornets inférieurs osseux.

L'articulation voméro-prémaxillaire méritait d'être étudiée dans ce scénario de l'évolution des espèces qui mènent à l'homme. L'incarcération du bord antérieur des vomers dans le canal incisif apparaît ainsi comme un témoin de cette évolution.

Les articles de la littérature traitant du sujet, s'attachent majoritairement aux variations anatomiques du canal incisif (4)(6)(8)(15).

Le canal incisif (ainsi nommé dans la nouvelle nomenclature anatomique française de 1976), anciennement canal palatin antérieur, est décrit comme un canal osseux en forme d'entonnoir qui s'ouvre sur le versant buccal par le foramen incisif et sur le plancher de chaque fosse nasale par un foramen de Stenson accompagné accessoirement, de chaque côté du septum nasal, d'un foramen de Scarpa, soit 2 à 4 ouvertures sur le plancher des fosses nasales. Plusieurs formes sont décrites. La forme la plus fréquente semble comporter une ouverture buccale et deux ouvertures nasales.

Les études scanographiques tridimensionnelles associent cette anatomie à la présence d'un éperon osseux au niveau du plancher de la fosse nasale, divisant le canal incisif et individualisant les deux canalicules de Stenson. Les images scanographiques en coupes coronales standards illustrant ces descriptions, sont comparables à celles de notre étude montrant l'extrémité antérieure du vomer insérée dans le canal incisif. Cette forme correspondrait ainsi à l'incarcération partielle du vomer dans la partie haute du canal incisif.

Une forme de canal incisif unique, cylindrique sur toute sa hauteur, est également fréquemment retrouvée dans la littérature, et correspondrait à l'absence de cet éperon osseux compartimentant le canal. Par analogie cette configuration se retrouve dans notre étude pour le cas du vomer non incarcéré.

Une autre variante est l'existence de deux canaux incisifs parallèles individualisés sur toute leur hauteur. Les images illustrant un canal incisif dédoublé sur toute sa hauteur sont comparables à nos scanners montrant le vomer descendant dans la totalité de la hauteur du canal incisif.

La problématique du dédoublement du canal incisif par un septum palatin médian a été abordé dans notre étude par une analyse « de haut en bas » partant des rapports du vomer avec le prémaxillaire, suivant le bord antérieur du vomer dans sa descente dans le canal incisif. Ainsi, les illustrations proposées par les différents auteurs sont comparables aux images que nous avons recueillies en coupes coronales montrant le vomer incarcéré dans le canal incisif.

Il est intéressant de noter que les longueurs des ailes du Y vomérien ne sont pas significativement différentes entre elles lorsque le septum nasal est droit (tableau 1,  $p < 0,05$ ). Ces ailes vomériennes, bien décrites dans la littérature anatomique, reflètent l'origine double du vomer. Leur caractère symétrique dans notre groupe de cloisons nasales non déformées traduit probablement une fusion, une érection et une articulation harmonieuse des vomers avec les autres éléments constituant le septum nasal, ce qui était attendu dans nos cas sélectionnés de cloisons nasales rectilignes.

Il existe par ailleurs des exemples cliniques qui prouvent indirectement la théorie évo-dévo. L'agénésie congénitale du bourgeon médian de la face est un modèle pathologique illustrant l'émergence du vomer à partir du palais secondaire par la poussée exercée par les processus palatins. En effet, Veau (16) décrit dans ce cas l'absence du segment prémaxillaire et de la partie médiane de la lèvre supérieure. Cependant il retrouve un vomer de taille normale en position habituelle. Un autre exemple bien étudié est celui des fentes alvéolo-palatines unilatérales, dans lesquelles le vomer est couché et attiré vers le côté sain et dans lesquelles l'aile vomérienne du côté atteint est absente. Cet exemple rend compte à la fois de l'origine double du vomer et de l'effet de la poussée de plaques palatines sur son élévation.

Au-delà de ce rôle de témoin dans l'histoire évolutionniste, l'articulation voméro-prémaxillaire pourrait être en clinique humaine un facteur d'analyse des déformations septales. La cloison nasale est en effet formée dans le concept évo-dévo par le développement potentiellement conflictuel de trois éléments d'origines phylogéniques différentes. Les vomers se développent de bas en haut, la lame perpendiculaire de l'éthmoïde de haut en bas, et le cartilage septolatéral d'avant en arrière en interposant son prolongement sphénoïdal entre lame perpendiculaire de l'éthmoïde et vomer. Nous avons sélectionné dans cette étude des scanners avec cloisons nasales rectilignes. L'analyse des dysmorphies septales mériterait des études spécifiques s'intéressant non seulement à l'articulation voméro-prémaxillaire, mais également à l'articulation voméro-perpendiculaire et voméro-quadrangulaire.

## CONCLUSION

Cette étude a permis de confirmer que le vomer est bien incarcéré dans le canal incisif. Cette impaction trouve son explication dans la conception évo-dévo de la formation du nez et des fosses nasales, là où la conception embryologique classique présente des lacunes. Ces résultats soutiennent l'hypothèse phylogénétique de la constitution du vomer par réunion sur la ligne médiane de deux précurseurs vomériens qui s'érigent ensuite verticalement sous l'effet de la compression des plaques palatines à la rencontre de la cloison du nez olfactif.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Larsen WJ, Schoenwolf GC, Bleyl SB, Francis-West PH. Embryologie humaine; Trad. de la 4e édition américaine : « Larsen's human embryology ». 3 ème édition. De Boeck, DL 2011, cop. 2011; 694 p.
2. Charrier J-B, Racy E, Nowak C, Lemaire B, Bobin S. Embryologie et anomalies congénitales du nez. 20-264--10. 2013;17.
3. Jankowski R. The evo-devo origin of the nose, anterior skull base and midface. Springer. Paris; 2013.
4. Mraiwa N, Jacobs R, Van Cleynenbreugel J, Sanderink G, Schutyser F, Suetens P, et al. The nasopalatine canal revisited using 2D and 3D CT imaging. Dento Maxillo Facial Radiol. nov 2004;33(6):396-402.
5. Fernández-Alonso A, Suárez-Quintanilla JA, Muinelo-Lorenzo J, Bornstein MM, Blanco-Carrión A, Suárez-Cunqueiro MM. Three-dimensional study of nasopalatine canal morphology: a descriptive retrospective analysis using cone-beam computed tomography. Surg Radiol Anat SRA. nov 2014;36(9):895-905.
6. Liang X, Jacobs R, Martens W, Hu Y, Adriaenssens P, Quirynen M, et al. Macro- and micro-anatomical, histological and computed tomography scan characterization of the nasopalatine canal. J Clin Periodontol. juill 2009;36(7):598-603.
7. Derivot J, Dupe M., et al Anatomie fonctionnelle de l'organe olfactif de *Protopterus annectens* Owen (Dispneustes): contribution à la connaissance du mécanisme d'irrigation de l'organe olfactif. Acta Zool Stockh. 1979;60:251-7.
8. Derivot J. Functional anatomy of the peripheral olfactory system of the african lungfish *Protopterus annectens* Owen: macroscopic, microscopic, and morphometric aspect. Am J Anat. 1984;169:177-92.
9. Kimmel CB, Sidlauskas B. Linked morphological changes during palate evolution in early tetrapods. J Anat. 2009;215(2):91-109.
10. Langston W. The crocodilian skull in historical perspective. Biology of the Reptilia. C. Gans; Academic Press. 1973. p. 263-89.
11. Busbey A. The structural consequences of skull flattening in crocodilians. Functional Morphology in Vertebrate Paleontology. Cambridge University Press. 1995;173-92.
12. Thomason J. Functional Morphology in Vertebrate Paleontology. Cambridge University Press. Cambridge USA; 1995.
13. Thomason J, Russell A. Mechanical factors in the evolution of the mammalian secondary palate: a theoretical analysis. J Morphol. 1986;189.

14. Gould S, Vrba E. Exaptation - a missing term in the science of form. *Paleobiology*. 1982;8:4-15.
15. Neves FS, Oliveira LK, Ramos Mariz AC, Crusoé-Rebello I, de Oliveira-Santos C. Rare anatomical variation related to the nasopalatine canal. *Surg Radiol Anat SRA*. nov 2013;35(9):853-5.
16. Veau V, Borel S. Division palatine. Anatomie, chirurgie, phonétique. Masson et Cie éditeurs. 1931.

## REMERCIEMENTS

Au service au Pr Blum, Imagerie Guilloz, CHU Nancy, pour nous avoir autorisé l'accès à ses archives et son équipement, et à Mme Valérie Lamy pour son aide technique et sa disponibilité.

## DECLARATION D'INTERETS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt concernant ce travail.

## ANNEXES

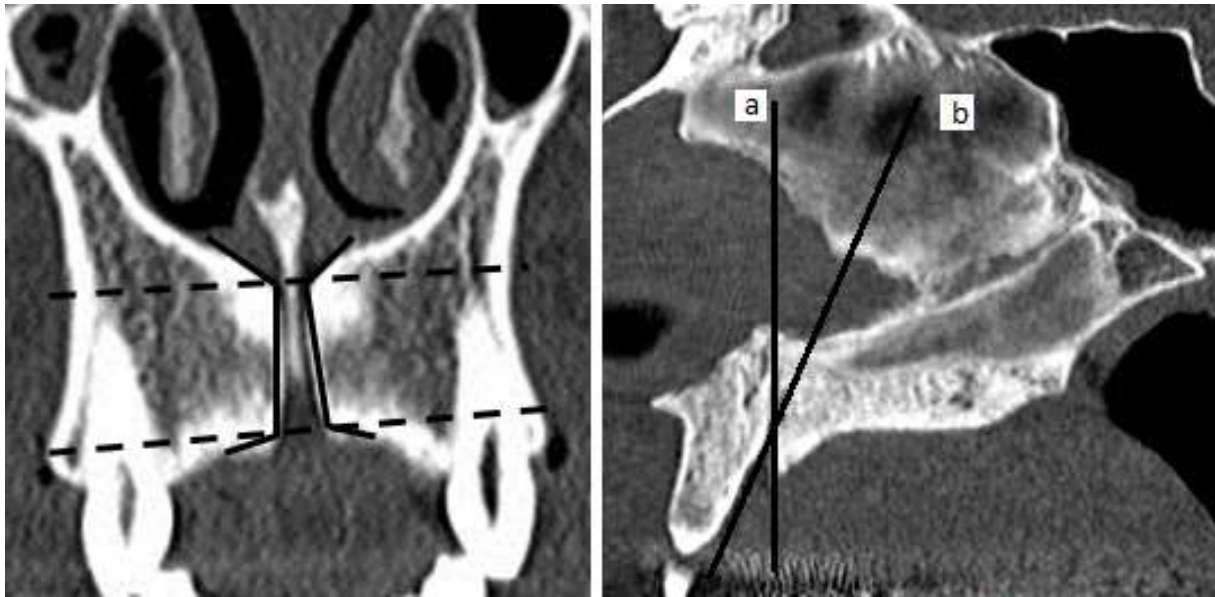
Forme du vomer	Y	I	V
Effectifs	26	6	0
Aile droite du vomer en mm (moy, $\sigma$ )	2,72 $\pm$ 0,86	NA	NA
Aile gauche du vomer en mm (moy, $\sigma$ )	2,48 $\pm$ 0,98	NA	NA
Hauteur du segment vertical du vomer en mm (moy, $\sigma$ )	9,55 $\pm$ 3,56	12,93 $\pm$ 7,15	NA
Hauteur du canal incisif en mm (moy, $\sigma$ )	11,33 $\pm$ 3,19	12,10 $\pm$ 4,43	NA
Hauteur du vomer incluse dans le canal incisif en mm (moy, $\sigma$ )	4,52 $\pm$ 2,90	5,22 $\pm$ 5,51	NA
Proportion de vomer inclus dans le canal incisif (moy, $\sigma$ )	0,43 $\pm$ 0,21	0,34 $\pm$ 0,16	NA
Proportion de canal incisif occupé par le vomer (moy, $\sigma$ )	0,41 $\pm$ 0,26	0,41 $\pm$ 0,30	NA

**Tableau 1.** Résultats des mesures réalisées sur les coupes coronales standards. Moy = moyenne ;  $\sigma$  = écart-type.



**Fig 1.** Coupe sagittale passant par le canal incisif en avant, l'insertion basicrânienne de la lame perpendiculaire de l'éthmoïde en haut et l'odontoïde en arrière, d'un septum rectiligne alignant sur une même coupe les trois constituants : lame perpendiculaire (lp), cartilage quadrangulaire (cq) et vomer (v).





A

B

**Fig 2.** A. Coupe coronale passant par le canal incisif montrant sa forme en diabolo (traits pleins) et les limites de mesures supérieure et inférieure de la hauteur du canal incisif (pointillés).  
 B. Coupe sagittale passant par le canal incisif alignant les trois structures composant le septum nasal.  
 a) Axe de la coupe coronale standard. b) Axe de la coupe coronale modifiée passant par canal incisif.



A



B

**Fig 3.** Coupes coronales passant par le canal incisif au niveau de la plus grande hauteur du vomer, chez un même patient, en coupe coronale standard (plan perpendiculaire au palais osseux) (A), en coupe coronale modifiée (plan du canal incisif – cf figure 2B) (B).



---

## RESUME

Dans la théorie évo-dévo, les vomers sont des os du palais secondaire. La croissance des plaques palatines des maxillaires les pousse à fusionner sur la ligne médiane en arrière du palais primaire qui sert de butée à leur élévation en direction de la cloison du nez primaire formée du cartilage quadrangulaire et de la lame perpendiculaire de l'ethmoïde.

Dans cette hypothèse, le bord antérieur du vomer s'articule avec la face postérieure du prémaxillaire au niveau du canal incisif.

Le but de cette étude rétrospective était de mesurer l'incarcération du bord antérieur du vomer dans le canal incisif sur des scanners de cloison nasale non déformée. 32 scanners de sinus sur 506 archivées ont permis les mesures sur des coupes coronales passant par le canal incisif. 31 vomers sur 32 étaient incarcérés dans le canal incisif. Lorsque le vomer avait une forme en Y (n=26), 43% de sa hauteur étaient incarcérés dans 41% de la hauteur du canal incisif. Dans les formes en I (n=6), 34% de la hauteur du vomer étaient incarcérés dans 41% de la hauteur du canal incisif. Le seul vomer non incarcéré avait une forme de Y.

L'incarcération du vomer dans le canal incisif en arrière du pré-maxillaire trouve son explication dans la conception évo-dévo de la formation des fosses nasales. La description embryologique classique de formation de la cloison nasale ne permet pas quant à elle d'expliquer l'incarcération vomérienne.

---

## TITRE EN ANGLAIS

“The vomero-premaxillary joint: a witness of the evolution of species.”

---

THÈSE : MÉDECINE SPÉCIALISÉE - ANNÉE 2015

---

MOTS CLEFS : Vomer ; canal incisif ; septum nasal ; évo-dévo; phylogénétique.

---

INTITULÉ ET ADRESSE :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Faculté de Médecine de Nancy

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex

---