



# ANATOMIE ENDOSCOPIQUE NASO-SINUSIENNE

Mémoire Pour l'obtention du diplôme de spécialité en médecine

Option : OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

Mémoire présenté par  
Docteur MAQBOUB OMAR

Sous la direction de Professeur : OUDIDI ABDELLATIF

Vu et validé

*(Signature)*  
Pr. OUDIDI

Session Juin 2024

*(Signature)*  
Dr. BEN MAQBOUB OMAR  
Professeur Agrégé en O.R.L.  
et Chirurgie Cervico-faciale  
CHU Hassan II - FES

# PLAN

<b>PLAN</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
<b>HISTORIQUE DE L'ENDOSCOPE</b> .....	<b>10</b>
<b>ANATOMIE DESCRIPTIVE</b> .....	<b>17</b>
I. <b>CAVITE NASALE</b> : .....	<b>18</b>
1.    Partie antérieure : .....	<b>18</b>
2.    Plancher : .....	<b>19</b>
3.    Face médiale (septum nasal) : .....	<b>19</b>
4.    Paroi latérale : .....	<b>19</b>
5.    La voute : .....	<b>22</b>
6.    La vascularisation : .....	<b>22</b>
II. <b>Les sinus antérieurs de la face</b> .....	<b>25</b>
1.    Le sinus ethmoïdal : .....	<b>25</b>
2.    Le sinus maxillaire : .....	<b>26</b>
3.    Le sinus frontal : .....	<b>27</b>
III. <b>Les sinus postérieurs de la face</b> .....	<b>27</b>
1.    Le sinus éthmoïdal : .....	<b>27</b>
2.    Le sinus sphénoïdal : .....	<b>27</b>
<b>ANATOMIE RADIOLOGIQUE</b> .....	<b>29</b>
I. <b>Aspects généraux</b> : .....	<b>30</b>
II. <b>Description radiologique des sinus de la face</b> : .....	<b>31</b>
1. <b>COUPES CORONALES</b> : .....	<b>31</b>
2. <b>COUPES AXIALES</b> : .....	<b>33</b>
3. <b>COUPES SAGITTALES</b> : .....	<b>34</b>
III. <b>Variantes anatomiques et risques chirurgicaux</b> : .....	<b>35</b>
1. <b>La déviation septale</b> .....	<b>35</b>
2. <b>Les variantes du processus unciné</b> .....	<b>36</b>

## ANATOMIE ENDOSCOPIQUE NASO-SINUSIENNE

---

3.	Méga sinus sphénoïdal – Procidence carotidienne .....	38
4.	Pneumatisation de l'apophyse clinéoïde antérieure .....	39
5.	Développement des cellules ethmoïdales les plus postérieures, appelées cellules d'Onodi .....	41
6.	Déhiscence de la lame orbitaire .....	42
7.	Cloisonnement sinusien et ostium accessoire .....	43
8.	Anomalies du toit de l'ethmoïde .....	45
9.	Sinus maxillaire hypoplasique .....	46
10.	Développement d'une cellule de Haller .....	47
11.	Pneumatisation du cornet nasal moyen ou Concha Bullosa :..	48
12.	Hyperpneumatisation des cellules ethmoïdales antérieures dites de l'Agger nasi : .....	49
<b>ANATOMIE ENDOSCOPIQUE.....</b>		<b>51</b>
I.	Matériel d'endoscopie .....	52
A.	La colonne vidéo : .....	52
B.	L'endoscope : .....	54
C.	Les câbles de lumières :.....	55
D.	Source de lumière :.....	55
E.	Les instruments chirurgicaux : .....	57
II.	ANATOMIE ENDOSCOPIQUE :.....	63
A.	Cavités nasales :.....	63
B.	Les sinus de la face :.....	73
1.	Sinus maxillaire .....	73
2.	Sinus éthmoïdal :.....	75
3.	Sinus frontal :.....	82
4.	Sinus sphénoïdal : .....	84

<b>IMPLICATIONS CHIRURGICALES.....</b>	<b>90</b>
I. Principes généraux en chirurgie endonasale :.....	91
II. Installation opératoire en chirurgie endonasale .....	91
III. Préparation chirurgicale et anesthésique et limitation du saignement en chirurgie endonasale.....	94
IV. Les principales techniques chirurgicales :.....	96
1. Méatotomie moyenne :.....	96
2. Ethmoïdectomie antérieure : .....	96
3. Evidement ethmoïdal complet :.....	97
4. Sinusotomie frontale par voie endoscopique selon Draf :.....	97
5. Sphenoidotomie : .....	101
6. Septoplastie endoscopique .....	102
7. La turbinectomie inférieure :.....	103
8. La dacryocystorhinostomie endoscopique : .....	103
9. Chirurgie de l'atrésie choanale : .....	104
10. Chirurgie de l'étage antérieur de la base du crâne :.....	104
<b>COMPLICATIONS DE LA CHIRURGIE ENDOSCOPIQUE RHINOSINUSIENNE .....</b>	<b>106</b>
I. Complications orbitaires :.....	107
1. Effraction de la paroi orbitaire : .....	107
2. Blessure du nerf optique :.....	109
3. Hématome intra-orbitaire :.....	110
4. Baisse d'acuité visuelle et cécité :.....	111
5. Diplopie :.....	113
II. Brèche de l'étage antérieur : .....	113
III. Lésions cérébrales et des vaisseaux cérébraux :.....	114
IV. Épistaxis :.....	115
V. Complications infectieuses : .....	117

## ANATOMIE ENDOSCOPIQUE NASO-SINUSIENNE

---

1. Orbitaires :.....	117
2. Empyème, abcès cérébral et méningite :.....	118
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>119</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>124</b>

# INTRODUCTION

Les cavités nasosinusiennes comprennent les fosses nasales et les sinus de la face qui sont des cavités pneumatiques creusées dans les os du massif facial. On distingue les sinus antérieurs de la face représentés par le sinus frontal, ethmoïdal antérieur et maxillaire, des sinus postérieurs représentés par l'ethmoïde postérieur et le sphénoïde.

Les cavités nasales ont un double rôle respiratoire et sensoriel et sont associées aux cavités sinusiennes qui filtrent, réchauffent, humidifient l'air inspiré et se drainent dans les cavités nasales par l'intermédiaire des orifices appelé ostium.

Elles ont une anatomie complexe dont la connaissance est un prérequis nécessaire à la compréhension de leur physiologie et de leur pathologie et qui permet en outre d'appréhender les techniques chirurgicales.

L'endoscopie occupe aujourd'hui une place importante, puisqu'elle permet non seulement l'examen des cavités nasales et des voies de drainage sinusiennes, mais aussi l'abord chirurgical de ces cavités par voie endonasale. Sa maîtrise nous semble donc essentielle.

Enfin, l'imagerie, et notamment la tomodensitométrie (TDM), est un outil précieux puisqu'elle permet de mettre en évidence des variantes anatomiques gênant le drainage des cavités ou susceptibles de rendre le geste chirurgical dangereux.

Dans ce travail, nous souhaiterons, au-delà de la présentation de l'anatomie descriptive classique, faire le point sur les principales notions

d'anatomie chirurgicale et sur les éléments clés de l'endoscopie du nez et des sinus.

Nous essayons aussi à travers une revue de la littérature de préciser les implications cliniques et les complications possibles de la chirurgie endonasale.

## HISTORIQUE DE L'ENDOSCOPE

Le terme “endoscope” fut utilisé la 1ère fois par Antonin Jean Desormeaux, (1815–1894), urologue parisien.

Néanmoins, le précurseur de l’endoscope moderne a été inventé en 1804 par le médecin allemand Philipp Bozzini (1773 –1809).

### **1. Le précurseur de l’endoscope : Lichtleiter de Bozzini (1773–1809) : [1]**

Philipp Bozzini avait développé un outil pour voir le fonctionnement interne du corps et l’avait nommé Lichtleiter” autrement dit “conducteur de lumière” Il a publié son invention sur un quotidien de Francfort et immédiatement après, des articles scientifiques fut rédigés concernant ce sujet.

En 1806, Bozzini a démontré l’utilisation de son Lichtleiter sur des patients vivants en présence d’un groupe de professeurs universitaires et de médecins au niveau de l’institut privée d’obstétrique à Halle.

Après une inspection réussie du vagin, le professeur Ludwig Friedrich von Froriep (1779–1847) était très enthousiaste vis à vis de l’instrument et a même demandé à Bozzini de lui en procurer un.

Le lichtleiter a généré beaucoup d’intérêt dans le domaine scientifique, mais a été également un grand sujet de controverse et de critique pour son caractère peu pratique et dangereux.



**LE CONDUCTEUR DE LUMIERE DE BOZZINI [1]**

### **2. Le modèle viennois de Johann Georg Ilg (1781–1836) : [2]**

L'instrument de Bozzini, le Lichtleiter, atteignit Vienne depuis Francfort en novembre 1806 et déclencha le développement d'un modèle amélioré dit viennois. Cet instrument amélioré a été développé à l'académie médico-chirurgicale de Joseph sous les auspices de son prosecteur, Johann Georg Ilg (1781–1836). Ilg a présenté un instrument techniquement amélioré seulement deux mois après la première démonstration du conducteur de lumière de Bozzini. Cependant, l'original du «Lichtleiter» d'Ilg ou du soi-disant « modèle viennois » n'a jamais été retrouvé.

Lors d'une séance scientifique à l'académie Joseph le 17 janvier 1807, une comparaison entre le conducteur de lumière de Francfort de Bozzini et le

"modèle viennois" a été réalisée devant des médecins notables. Le résultat était clairement en faveur de l'instrument d'Ilg.



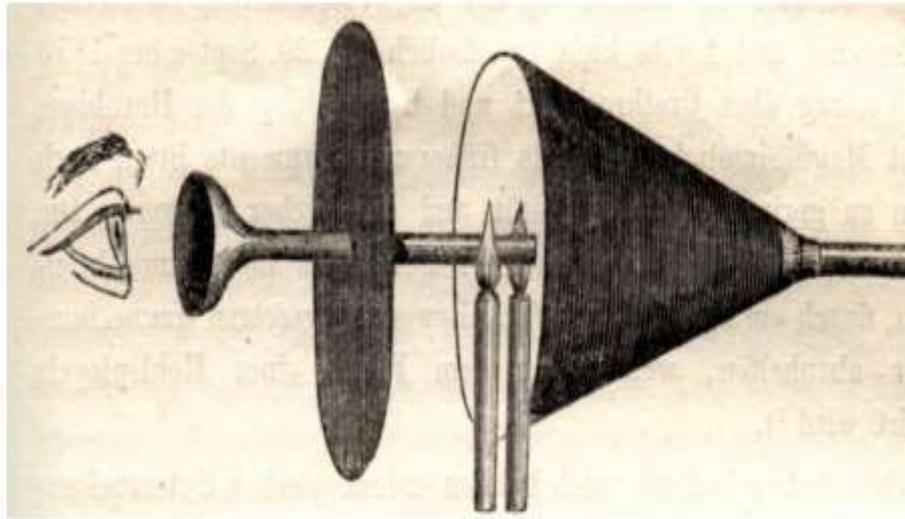
Réplique du modèle viennois du conducteur de lumière [4]

### 3. Le concept révolutionnaire de Ségalas (1792–1875) : [3]

Pierre Salomon Ségalas a présenté en 1826 à l'Académie Parisienne des sciences le speculum urètro-cystique qui avait des caractéristiques révolutionnaires dans son concept de mise en œuvre.

Le spéculum de Ségalas était plus léger que le Lichtleiter de Bozzini et il était plus facile à opérer. Cependant, l'un des inconvénients les plus gênants concernait les bougies non couvertes, qui présentaient un certain danger de

brûlure. D'autres plaintes concernaient le nombre limité d'essais cliniques que Ségalas avait effectivement pu mener.



**Illustration schématique du spéculum uréthro-cystique par Pierre Salomon Ségalas [4]**

#### **4. Le père fondateur de l'endoscopie : Jean Antonin Desormeaux (1815–1881) :**

En 1853, le chirurgien français Jean Antonin Desormeaux a introduit un nouvel instrument à l'académie impériale de médecine de Paris. Il a inventé le terme " endoscope" et c'est la raison pour laquelle il est référé comme étant le " père de l'endoscopie". L'endoscope de Desormeaux doit clairement être considéré comme le successeur du conducteur de lumière de Bozzini et du spéculum uréthro-cystique de Ségalas.

Desormeaux a amélioré la source de lumière en utilisant un mélange gazogène qui générait une lumière plus brillante et plus transparente que la lumière d'une bougie ordinaire. Il a également pu reconfigurer les angles utilisés dans le système de lentilles afin que la lumière puisse être concentrée plus précisément sur une zone. En introduisant tous ces raffinements subtils,

Desormeaux a été parmi les premiers chirurgiens à utiliser l'endoscope non seulement pour le diagnostic mais aussi pour les procédures thérapeutiques sur des patients vivants. [5,7]



ENDOSCOPE DESORMEAUX, CREE PAR CHARRIERE, PARIS. DE LA COLLECTION DE LA SOCIETE ALLEMANDE D'UROLOGIE [6]

### **5. Maximilian Nitze (1849–1906) et Joseph Leiter (1868–1932) : [8,9]**

Le Lichtleiter de Bozzini occupe une place d'honneur au Musée d'endoscopie de l'International Nitze–Leiter Research Society of Endoscopy. Vienne est la ville où Maximilian Nitze de Dresde et le fabricant d'instruments viennois Joseph Leiter ont développé le premier cystoscope viable. Le Musée et la Société de recherche portent le nom de ces deux personnalités.

En plus du cystoscope et de l'urétroscope, Nitze a développé un laryngoscope, un pharyngo-rhinoscope et un gastroscope ainsi qu'un vaginoscope.



TUBE OPTIQUE D'APRES MAX NITZE, CREE PAR JOSEF LEITER, VIENNE, PROVENANT DE LA SOCIETE INTERNATIONALE NITZE-LEITERDE DE RECHERCHE POUR L'ENDOSCOPIE. [10]

Maximilian Nitze et Joseph Leiter ont utilisé l'invention de l'ampoule électrique par Thomas Edison pour fabriquer un appareil plus raffiné similaire aux endoscopes modernes. Cette itération a été utilisée pour les procédures urologiques, et finalement les otorhinolaryngologistes ont commencé à utiliser le dispositif de Nitze et Leiter pour la manipulation de la trompe d'Eustache et l'élimination des corps étrangers.

# ANATOMIE DESCRIPTIVE

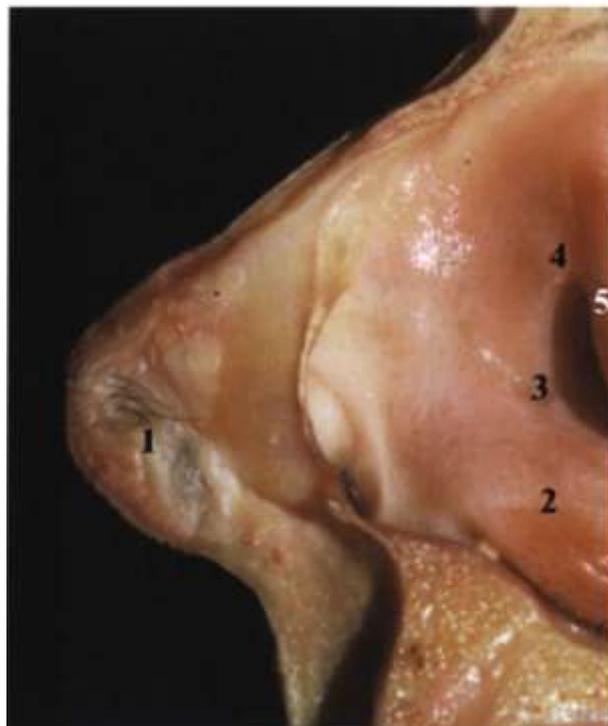
### I. CAVITE NASALE :

#### 1. Partie antérieure :

Elle correspond au vestibule nasal, véritable « porte d'entrée du nez ». Ce dernier est tapissé d'épiderme où s'implante les poils ou vibrisses ce qui le différencie du reste de la fosse nasale. Il est compris entre l'orifice externe et interne des fosses nasales [11]. Le vestibule est formé à sa partie supérieure par la valve nasale [12], véritable angle dièdre formé par :

- ▲ Le bord inférieur du cartilage triangulaire.
- ▲ La partie haute du cartilage quadrangulaire.

Cette zone revêt un intérêt physiologique puisqu'elle contribue avec la valve septo-turbinale à la majeure partie des résistances nasales et dirige le courant aérien [13,14,15,16].



SEGMENT NASAL ANTERIEUR. 1 : PARTIE MOBILE DE LA CLOISON NASALE (COLUMELLE), 2 :

CORNET NASAL INFERIEUR, 3 : ORGANE VOMERO-NASAL DE JACOBSON, 4 : ALGER NASI, 5 :

CORNET NASAL MOYEN. DE JACOBSON, 4 : ALGER NASI, 5 : CORNET NASAL MOYEN [20]

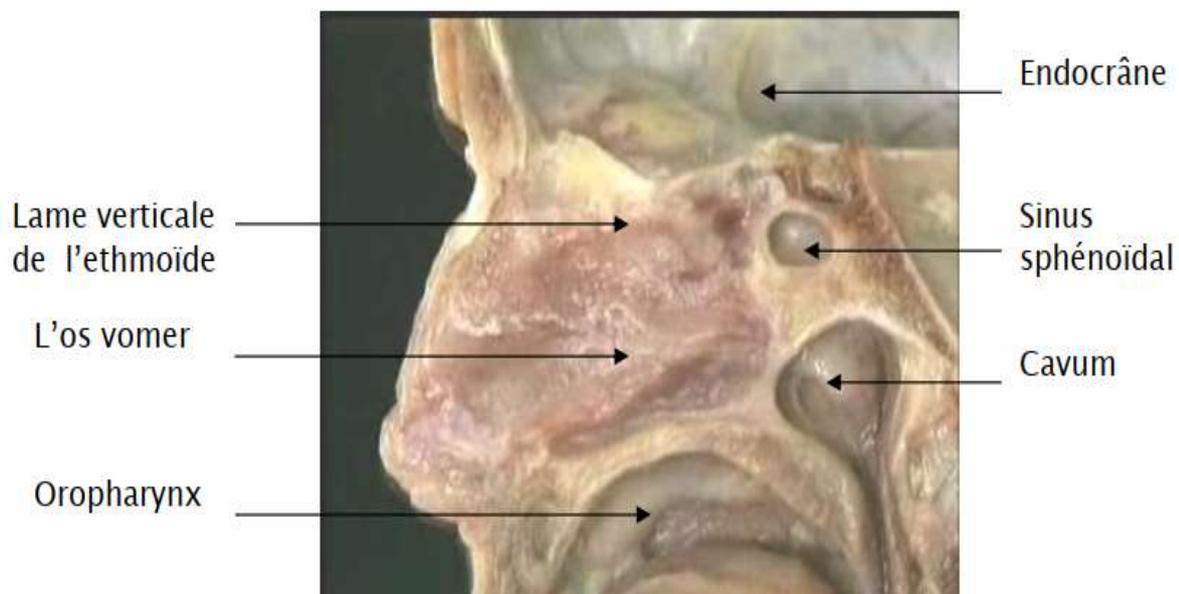
### 2. Plancher :

Le plancher sépare la cavité nasale de la cavité orale. Il est formé par le processus palatin du maxillaire pour ses deux tiers antérieurs et la lame horizontale de l'os palatin pour son tiers postérieur.

### 3. Face médiale (septum nasal) :

Le septum nasal est une structure médio sagittale ostéo-cartilagineuse formée par la réunion :

- ⤴ Du cartilage quadrangulaire en bas et en avant,
- ⤴ De la lame perpendiculaire de l'ethmoïde en haut,
- ⤴ Du vomer en arrière.



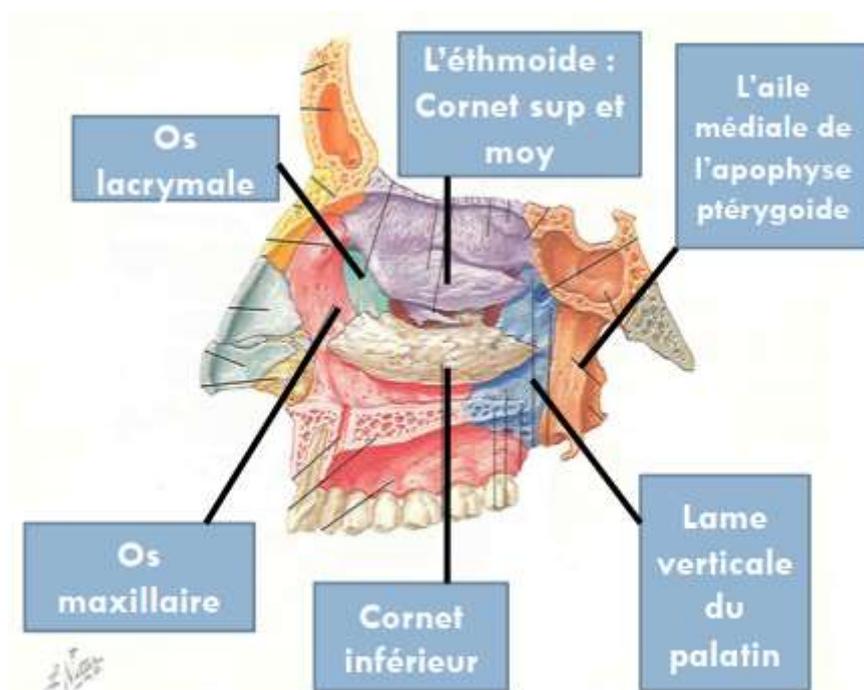
COUPE SAGITTALE PASSANT PAR LE SEPTUM NASAL [20]

### 4. Paroi latérale :

Elle est constituée de l'association de six os qui définissent trois plans se chevauchant:

- ⤴ Le maxillaire supérieur qui dans sa partie inférieure va s'aboucher le canal lacrymo-nasal.

- ♣ l'apophyse ptérygoïde qui fait partie de l'os sphénoïde.
- ♣ La lame verticale du palatin.
- ♣ L'unguis (os lacrymal) qui protège la partie médiane de la voie lacrymale.
- ♣ Le cornet inférieur.
- ♣ L'éthmoïde par l'intermédiaire de l'apophyse unciforme, de la bulle, du cornet moyen et du cornet supérieur.



COUPE SAGITTALE MONTRANT LES DIFFERENT OS QUI CONSTITUENT LA PAROI LATÉRALE DE LA FOSSE NASALE [21]

Cette paroi peut être divisée aussi en trois régions : pré-turbinale, turbinale et rétro-turbinale.

- **La région pré-turbinale** : c'est la partie de la face latérale située en avant des cornets. Elle est formée par la face interne de la branche montante du maxillaire.

- **La région turbinaire** : est la plus importante. Elle occupe la partie médiale de la face latérale, et présente de haut en bas, la partie postérieure de la lame criblée, la masse latérale de l'éthmoïde avec le cornet supérieur et moyen, et le cornet inférieur. Les cornets délimitent avec la paroi latérale des méats : supérieur, moyen et inférieur [16].
- **La région rétro-turbinaire** : est située en arrière des cornets ; elle est formée par la lame verticale du palatin et l'aile médiale de l'apophyse ptérygoïde.



PAROI LATÉRALE DE LA CAVITÉ NASALE.

1 : CORNET INFÉRIEUR, 2 : CORNET MOYENS, 3 : CORNET SUPÉRIEUR, 4 : SINUS FRONTAL,  
5 : CELLULES ETHMOÏDALES ANTERIEURES, 6 : CELLULES ETHMOÏDALES POSTERIEURES, 7 : SINUS  
SPHENOÏDAL, 8 : HYPOPHYSE [20]

### 5. La voûte :

Elle présente une forme de gouttière concave sur sa face inférieure. Ses bords latéraux correspondent aux parois latérales des fosses nasales et au septum [17]. Elle peut être divisée en trois segments :

- ♣ Un segment antérieur fronto-nasal, oblique en haut et en arrière répondant à l'épine nasale, à la face postérieure des os propres du nez et à la voûte septo-triangulaire.
- ♣ Un segment moyen horizontal, constitué par la lame criblée puis par le processus ethmoïdal du corps du sphénoïde.
- ♣ Un segment postérieur ou sphénoïdal oblique en bas et en arrière.

### 6. La vascularisation :

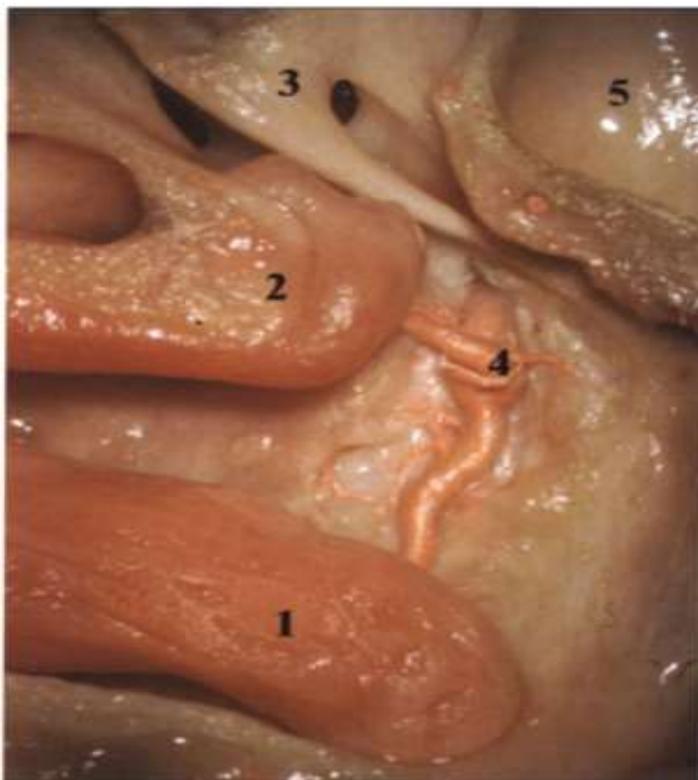
La muqueuse des fosses nasales est très richement vascularisée, par des contingents artériels provenant de la carotide interne et externe, avec une anastomose de ses deux systèmes au niveau de la tache vasculaire[15,16,17].

- **Le système carotidien interne** : Il vascularise les fosses nasales par l'intermédiaire des artères ethmoïdales antérieure et postérieure issues de l'artère ophtalmique. Ces deux artères prédominent dans la vascularisation de la partie supérieure et externe des fosses nasales.
- **Le système carotidien externe** : Il tient une place prépondérante (75% de la vascularisation) grâce à l'artère maxillaire interne et à l'artère faciale. La première prend le nom d'artère sphéno-palatine lors de sa sortie du foramen sphéno-palatin où elle donne naissance aux artères postéro-septales et postéro-latérales. L'artère faciale donnera naissance à l'artère labiale qui, après anastomose avec son

homologue controlatéral, formera l'arcade coronaire. Cette arcade donne une branche à destinée septale ou artère de la sous cloison.

Toutes ces artères s'anastomosent réalisant des suppléances parfois redoutables en cas d'épistaxis. La plus importante de ces anastomoses demeure la tache vasculaire décrite à la fin du XIXe siècle par Little et Kiesselbach. Il s'agit d'une zone de ramifications terminales des artères palatines antérieures, nasopalatines, ethmoïdales antérieures et de la sous-cloison.

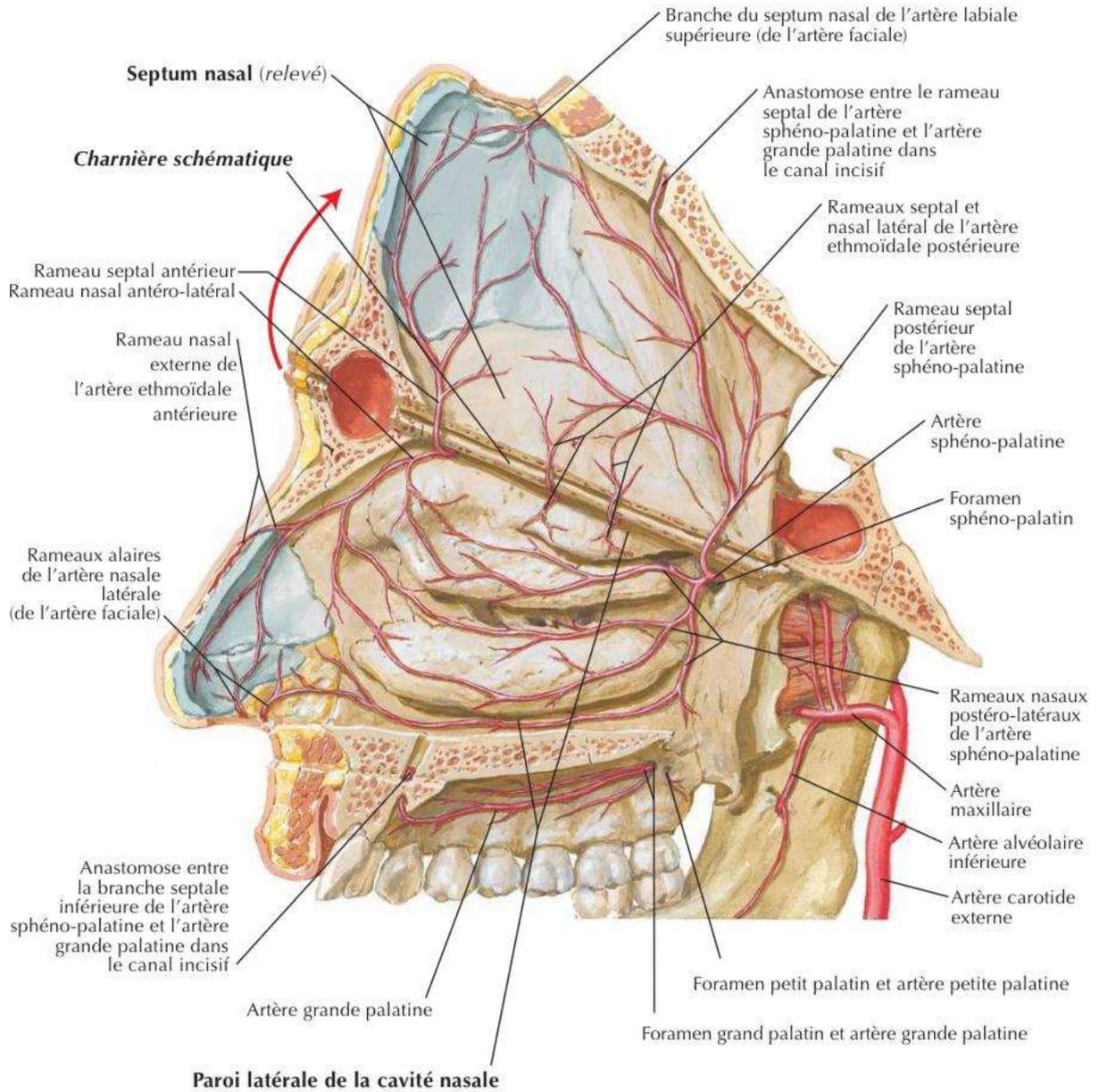
Le réseau veineux est quant à lui prédominant à la partie latérale des fosses nasales où il s'organise en un véritable tissu caverneux.



DISSECTION DE L'ARTERE SPHENOPALATINE LORS DE SON PASSAGE DANS LE FORAMEN SPHENOPALATIN. L'EXTREMITE POSTERIEURE DU CORNET MOYEN EST LEGEREMENT RETRACTEE VERS L'AVANT POUR METTRE EN EVIDENCE LA DIVISION EN UNE BRANCHE SUPERIEURE ET UNE BRANCHE INFERIEURE.

1 : CORNETS INFERIEURS, 2 : CORNETS MOYENS, 3 : CORNETS SUPERIEURS, 4 : ARTERE SPHENOPALATINE, 5 : SINUS SPHENOÏDE [20]

# ANATOMIE ENDOSCOPIQUE NASO-SINUSIENNE

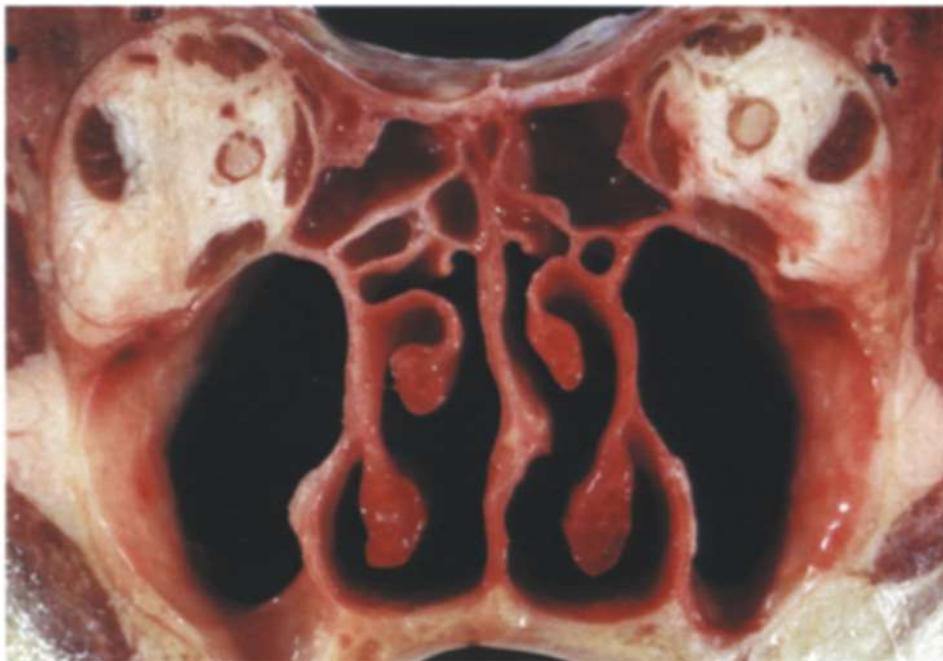


## COUPE SAGITTALE MONTRANT LA VASCULARISATION ARTERIELLE DES FOSSES NASALES : SEPTUM

### NASAL RELEVÉ [21]

## **II. Les sinus antérieurs de la face : [18]**

Les cellules ethmoïdales antérieures sont les premières à apparaître à la dixième semaine de vie intra-utérine. Le sinus frontal et le sinus maxillaire se développent à partir de ces cellules ethmoïdales antérieures. Cette origine embryologique explique l'importance clinique du méat nasal moyen puisque ce méat est le lieu de drainage commun des sinus antérieurs de la face (sinus maxillaire, frontal et ethmoïdal antérieur).



**COUPE CORONALE DES STRUCTURES NAsALES ET PARANAsALES ANTERIEURES.[19]**

### **1. Le sinus ethmoïdal :**

C'est un sinus pair et symétrique situé dans le labyrinthe ethmoïdal. Il est formé de cellules polygonales, chaque cellule se draine dans la cavité nasale par un ostium. Chaque sinus ethmoïdal est formé de 6 à 8 cellules. Ces cellules sont essentiellement formées par l'os ethmoïde, mais les os voisins participent également à leur formation : l'os frontal en haut, l'os maxillaire et l'os lacrymal en avant, l'os sphénoïde en arrière.

Il est essentiel de distinguer deux groupes de cellules ethmoïdales : Les cellules ethmoïdales antérieures sont situées en avant de la lame basale du cornet moyen et se drainent dans le méat moyen situé sous le cornet moyen. Et les cellules ethmoïdales postérieures qui sont situées en arrière de la lame basale du cornet moyen et se drainent au-dessus de ce dernier.

Les rapports essentiels du sinus ethmoïdal sont l'orbite latéralement, la cavité nasale médialement et en bas, l'endocrâne en haut.

### **2. Le sinus maxillaire :**

Il a une forme de pyramide triangulaire comprenant une paroi antérieure, une paroi postérieure, une paroi supérieure et une paroi médiale. La face postérieure répond aux espaces profonds de la face. La face supérieure entre dans la constitution du plancher de l'orbite et contient le canal du nerf sous-orbitaire (V2). La face médiale est la cloison inter-sinuso-nasale, moitié inférieure de la paroi latérale de la cavité nasale, en regard du cornet nasal inférieur. Le hiatus maxillaire est très large, mais il est rétréci, afin de former un ostium de petite taille, par la lame perpendiculaire de l'os palatin en arrière, l'os ethmoïde en haut, le cornet inférieur en bas. L'ostium du sinus maxillaire est situé à la partie antérieure du méat nasal moyen.

Le plancher du sinus maxillaire est en rapport avec les alvéoles dentaires qui y font une saillie plus ou moins marquée. Les dents sinusiennes sont la deuxième prémolaire et les deux premières molaires de l'arcade dentaire supérieure. Néanmoins, si la taille du sinus est grande, la première molaire, plus rarement la canine et la troisième molaire peuvent être intéressées. Une mince couche de tissu spongieux sépare les dents sinusiennes de la cavité du

sinus maxillaire. Ce rapport anatomique étroit entre le sinus maxillaire et les dents explique la fréquence des sinusites maxillaires d'origine dentaire.

### **3. Le sinus frontal :**

Il est présent dès la naissance, mais il ne se développe que vers l'âge de 6 ans. C'est une extension haute d'une cellule ethmoïdale antérieure, ce qui explique que son drainage se fasse par le canal naso-frontal à la partie antérieure du méat moyen, au même niveau que le sinus maxillaire et que les cellules ethmoïdales antérieures. Ses rapports sont essentiellement l'orbite en bas et l'étage antérieur de la base du crâne en haut.

## **III. Les sinus postérieurs de la face : [18]**

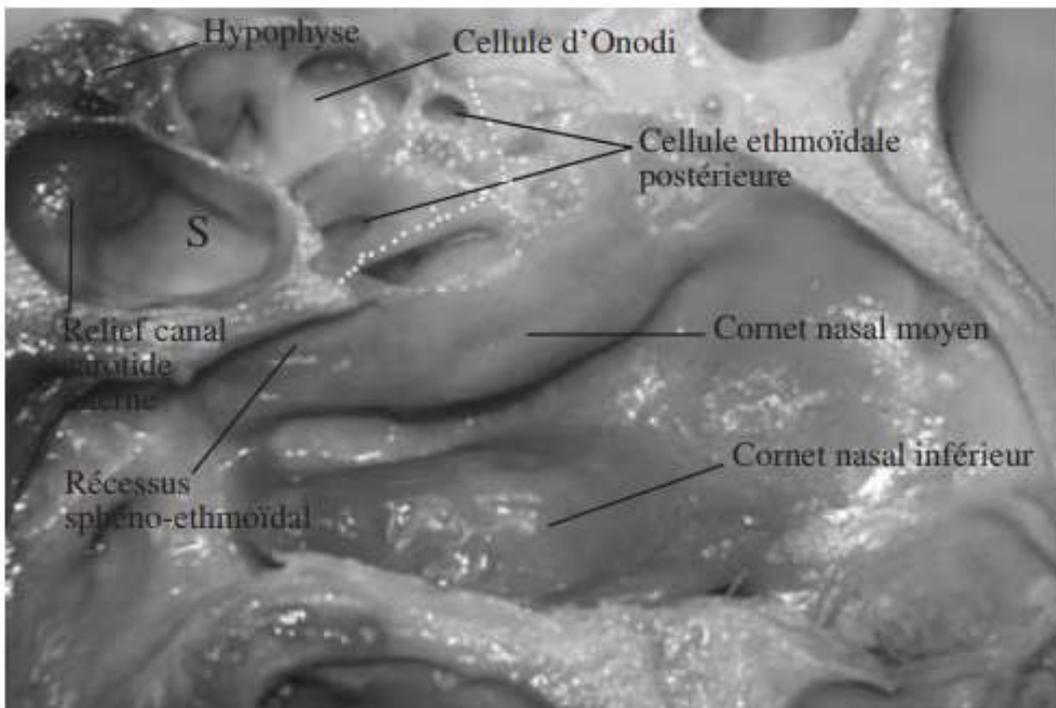
### **1. Le sinus éthmoïdal :**

Les cellules ethmoïdales postérieures sont situées en arrière de la lame basale du cornet moyen et se drainent au-dessus de ce dernier, soit au-dessous, soit au-dessus du cornet nasal supérieur, dans le tiers postérieur de la cavité nasale.

### **2. Le sinus sphénoïdal :**

C'est un sinus pair et symétrique creusé dans le corps de l'os sphénoïde. Les deux sinus sphénoïdaux, droit et gauche, séparés par une mince cloison osseuse, sont souvent de taille inégale. Présent dès la naissance, le sinus sphénoïdal ne se développe que tardivement, vers l'âge de 4 ans. Chaque sinus s'ouvre dans la paroi postéro-supérieure de la cavité nasale. La cavité sphénoïdale a des rapports importants avec la cavité nasale en avant, le nerf optique, l'artère carotide interne, le sinus caverneux et l'endocrâne en dehors,

l'hypophyse en haut. Ces rapports expliquent la gravité des complications des pathologies ou de chirurgie sphénoïdale : troubles visuels, thrombophlébite du sinus caverneux, méningite, abcès cérébral.



COUPE ANATOMIQUE SAGITTALE PASSANT PAR LE MASSIF ETHMOÏDAL. LA LIGNE POINTILLÉE SOULIGNE LE CORNET NASAL MOYEN QUI VIENT S'INSERER SUR LA BASE DU CRANE. EN ARRIERE DE CETTE LIGNE SE SITUE L'ETHMOÏDE POSTERIEUR COMPRENANT UNE CELLULE POSTERIEURE, LA CELLULE D'ONODI. LE SINUS SPHENOÏDAL ET L'ETHMOÏDE POSTERIEUR SE DRAINENT DANS LE RECESSUS SPHENO-ETHMOÏDAL DONT LA VOIE DE DRAINAGE PASSE EN DEDANS DU CORNET NASAL MOYEN [18]

# ANATOMIE RADIOLOGIQUE

La radio anatomie des sinus paranasaux ou sinus de la face est complexe. En effet, ces sinus se développent au sein des os de la face et de la base du crâne. Ils communiquent tous entre eux et avec la cavité nasale. La topographie des anomalies touchant les sinus est un élément déterminant dans l'identification de la pathologie en cause rendant la connaissance de la radioanatomie indispensable.

Les principales variations anatomiques doivent être reconnues et identifiées car elles permettent de limiter les risques de la chirurgie endonasale. La technique de référence pour l'étude de la radioanatomie des sinus paranasaux reste la tomodensitométrie (TDM).

### **I. Aspects généraux :**

L'analyse des parois osseuses et muqueuses des sinus relève le plus souvent de la TDM. Cet examen est le plus souvent effectué sans injection de produit de contraste du fait de l'important contraste naturel entre l'air contenu dans les cavités naso-sinusiennes et les parois osseuses et muqueuses. Des reconstructions dans les trois plans de l'espace sont réalisées. Pour une analyse plus fine du contenu sinusien ou des parties molles extra-sinusiennes, l'IRM est recommandée. [22,23,24]

Un nouvel examen, le cone beam computerized tomography (CBCT), tend à supplanter le scanner en raison de sa faible dosimétrie et du caractère tridimensionnel de son image. Le rapport d'évaluation technologique de la Haute Autorité de santé (HAS), publié en 2009, conclut à la faisabilité technique de l'examen CBCT pour explorer les sinus en imagerie préopératoire et pour la navigation chirurgicale avec imagerie peropératoire lors de la chirurgie endoscopique sinusienne [25]. Il pourrait se substituer au scanner pour le bilan

des sinusites du fait de son intérêt dosimétrique. Néanmoins, ce rapport précise que des études supplémentaires comparatives sont nécessaires pour conclure sur les bénéfices diagnostiques potentiels du CBCT. [25]

À l'état normal, la muqueuse sinusienne n'est pas visible. Les contours osseux sont finement étudiés afin d'identifier une éventuelle lyse osseuse ou un aspect pathologique de l'os.

Le bilan d'imagerie doit s'attacher à caractériser la topographie des sinus atteints afin de définir si les comblements sinusiens sont systématisés ou non. Le caractère systématisé des comblements fait appel au respect de l'unité de drainage (antérieure pour les sinus frontal, maxillaire, ethmoïdal antérieur et postérieure pour les cellules ethmoïdales postérieures et le sphénoïde). Les causes potentielles des pathologies doivent être recherchées (comblement d'allure tumoral, purulent ou fongique). Enfin, si une prise en charge chirurgicale est nécessaire, les variantes anatomiques à risque de complication chirurgicale doivent être identifiées. [24]

## **II. Description radiologique des sinus de la face :**

### **1. COUPES CORONALES :**

Elles permettent de voir le hiatus maxillaire, de visualiser la position de l'ostium et son ouverture. La cloison inter-sinuso nasale est étudiée. Les rapports avec l'arcade dentaire maxillaire sont appréciés, Le récessus zygomatique et le canal lacrymonasal sont également visualisés.

La configuration générale du labyrinthe ethmoïdal peut être appréciée. On identifie la lame orbitaire et la jonction de la lame criblée de l'ethmoïde avec

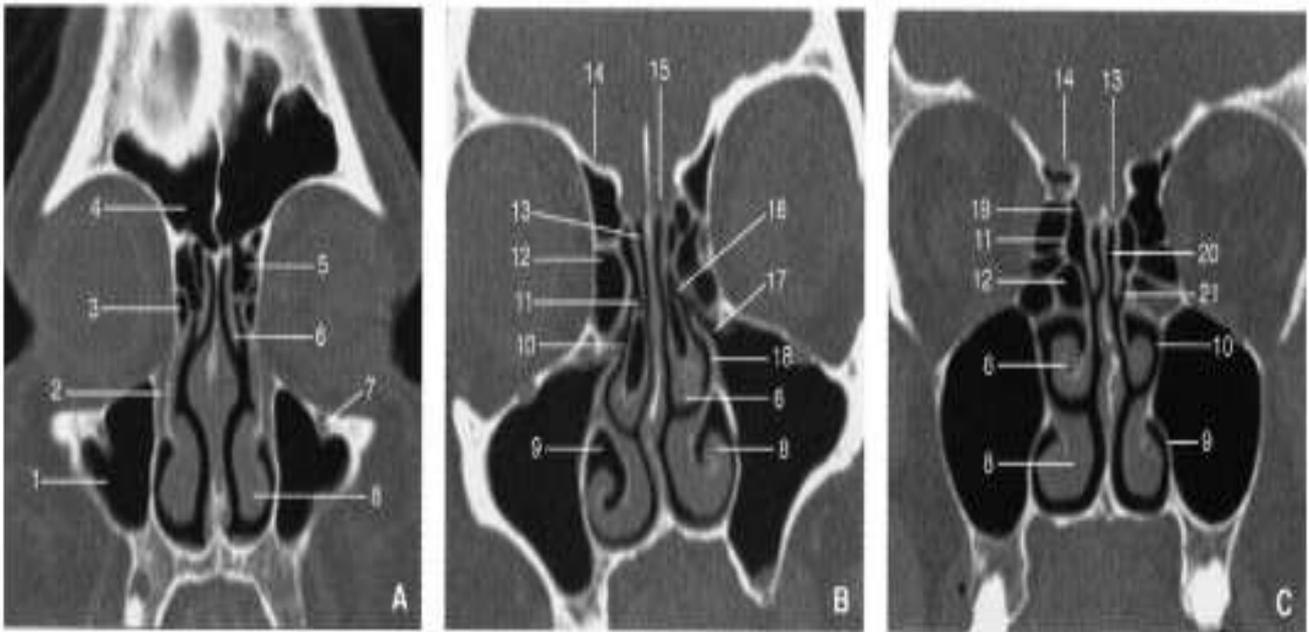
l'os frontal, afin de repérer une éventuelle asymétrie de hauteur des toits ethmoïdo-frontaux. Une déhiscence du toit ethmoïdal est aussi recherchée.

La région du méat moyen et ses rapports avec le plancher orbitaire sont visualisés [24]. Le processus unciforme est facilement identifiable. Il s'insère en avant sur l'os lacrymal et sur la paroi antérieure de la bulle par sa racine cloisonnante [27,26].

Le cornet moyen est repéré au niveau de sa zone d'attache supérieure et de sa racine cloisonnante qui sépare l'ethmoïde antérieur et l'ethmoïde postérieur. La gouttière méatique unciturbinaire, lieu de drainage des cellules méatiques (cellules suprabullaires de Kuhn) est identifiée entre le cornet moyen en dedans et le processus unciforme en dehors. La gouttière uncibulaire se situe entre la bulle ethmoïdale en arrière et le processus unciforme en avant. La gouttière rétro-bullaire, site de drainage des cellules bullaires est située entre la bulle ethmoïdale et le cornet moyen [23,26]. La présence d'une cellule de l'aggr nasi, d'une cellule de Haller ou d'une cellule supraorbitaire peut être identifiée.

Ces coupes permettent de visualiser aussi les rapports du sinus frontal avec l'orbite, l'ethmoïde antérieur, de visualiser le canal naso-frontal et d'apprécier le degré de pneumatisation sphénoïdale notamment latéralement vers le nerf optique, la carotide interne et les processus ptérygoïdes [22,24].

Enfin, ces coupes permettent d'analyser les rapports sinusiens avec l'endocrâne et l'orbite en cas de lésion. L'ethmoïde postérieur est visualisé, mais sa systématisation est étudiée sur les coupes axiales.



**RADIO-ANATOMIE TDM DES CAVITES NASOSINUSIENNES.**

**A. RECONSTRUCTION FRONTALE POUR LES SINUS FRONTAUX.**

**B. RECONSTRUCTION FRONTALE POUR LES MEATS MOYENS.**

**C. RECONSTRUCTION FRONTALE POUR LES MEATS SUPERIEURS.**

**1 : SINUS MAXILLAIRE ; 2 : CANAL LACRYMO-NASAL ; 3 : CELLULE UNCIFORMIENNE ; 4 : SINUS FRONTAL ; 5 : CELLULE MEATIQUE ; 6 : TETE DU CORNET MOYEN ; 7 : FORAMEN INFRA-ORBITAIRE ; 8 : CORNET INFERIEUR ; 9 : MEAT INFERIEUR ; 10 : MEAT MOYEN ; 11 : RACINE D'ATTACHE DU CORNET MOYEN ; 12 : BULLE ; 13 : FENTE OLFACTIVE ; 14 : TOIT ETHMOÏDO-FRONTAL ; 15 : LAME CRIBLEE ; 16 : CANAL INFUNDIBULAIRE ; 17 : OSTIUM MAXILLAIRE ; 18 : PROCESSUS UNCIFORMIEN ; 19 : CELLULE ETHMOÏDALE POSTERIEURE ; 20 : CORNET SUPERIEUR ; 21 : MEAT SUPERIEUR ; 22 : OSTIUM SPHENOÏDAL ; 23 : SINUS SPHENOÏDAL ; 24 : RACINE[75].**

**2. COUPES AXIALES :**

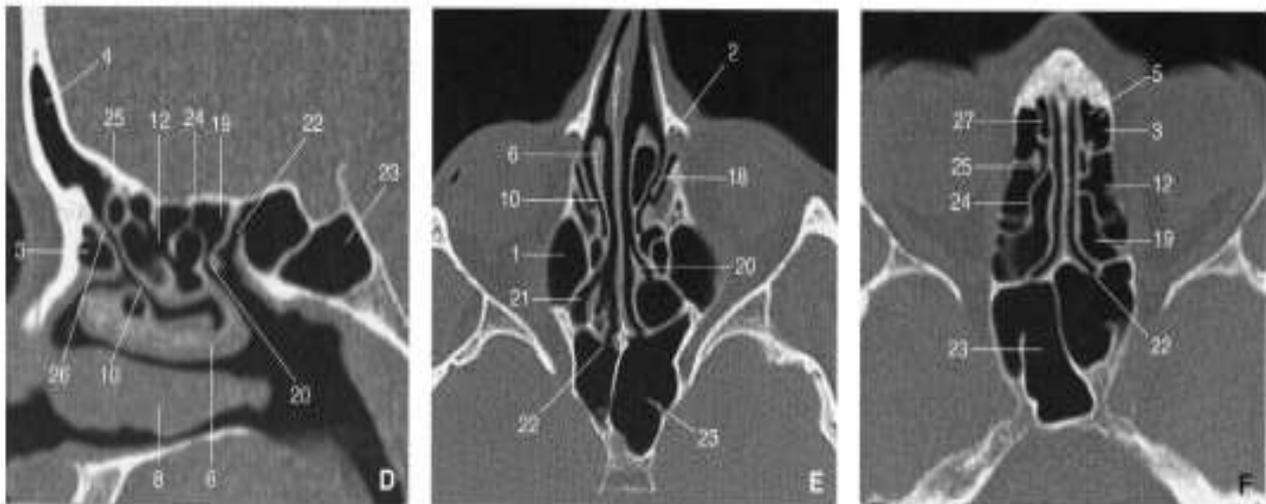
Les coupes axiales permettent d'examiner les parois antérieure, médiale et postérieure du sinus maxillaire et leurs rapports, la systématisation ethmoïdale et les rapports avec l'orbite, le nerf optique et le sphénoïde. On identifiera les rapports de la face postérieure du sinus frontal avec l'endocrâne. Les rapports avec l'orbite sont aussi étudiés.

Sur ses coupes, la pneumatisation du sinus sphénoïdal et les variantes anatomiques qui en découlent sont étudiées. L'ostium sphénoïdal est, lui

aussi, identifiable. Le septum inter-sphénoïdal et son insertion postérieure sont identifiés.

### **3. COUPES SAGITTALES :**

Les coupes sagittales permettent, quant à elles, d'apporter des informations complémentaires sur le plancher orbitaire, le canal infra-orbitaire et les apex dentaires. Elles sont indispensables aussi pour visualiser les rapports de l'ethmoïde avec le sinus frontal, le sphénoïde et la base du crâne. Ces coupes sont particulièrement intéressantes en pathologie tumorale et traumatique pour étudier les structures osseuses de la base du crâne. Elles permettent une bonne analyse du toit ethmoïdo-frontal dans le bilan préopératoire.



#### **RADIO-ANATOMIE TDM DES CAVITES NASOSINUSIENNES.**

##### **D. RECONSTRUCTION SAGITTALE PAR LE TOIT ETHMOÏDO-FRONTAL.**

##### **E. RECONSTRUCTION AXIALE PAR LES MEATS MOYENS.**

##### **F. RECONSTRUCTION AXIALE PAR LES MASSES ETHMOÏDALES LATÉRALES.**

1 : SINUS MAXILLAIRE ; 2 : CANAL LACRYMO-NASAL ; 3 : CELLULE UNCIFORMIENNE ; 4 : SINUS FRONTAL ; 5 : CELLULE MEATIQUE ; 6 : TÊTE DU CORNET MOYEN ; 7 : FORAMEN INFRA-ORBITAIRE ; 8 : CORNET INFÉRIEUR ; 9 : MEAT INFÉRIEUR ; 10 : MEAT MOYEN ; 11 : RACINE D'ATTACHE DU CORNET MOYEN ; 12 : BULLE ; 13 : FENTE OLFACTIVE ; 14 : TOIT ETHMOÏDO-FRONTAL ; 15 : LAME CRIBLEE ; 16 : CANAL INFUNDIBULAIRE ; 17 L'UNCIFORME [75].

### **III. Variantes anatomiques et risques chirurgicaux :**

Les variantes anatomiques des cavités naso-sinusiennes de la face sont fréquentes. On dénombre une quinzaine de variations majeures (jusqu'à 62 % de la population est porteuse d'une déviation septale). Elles peuvent être source de complications iatrogènes lors des explorations endo-vasculaires ou de la chirurgie endo-nasale (plaie vasculaire, nerveuse, ou osseuse), leur identification prend alors un aspect médico-légal. Leur connaissance est donc indispensable pour le radiologue et le chirurgien ORL.

#### **1. La déviation septale : [33,34]**

##### **a. Description radiologique**

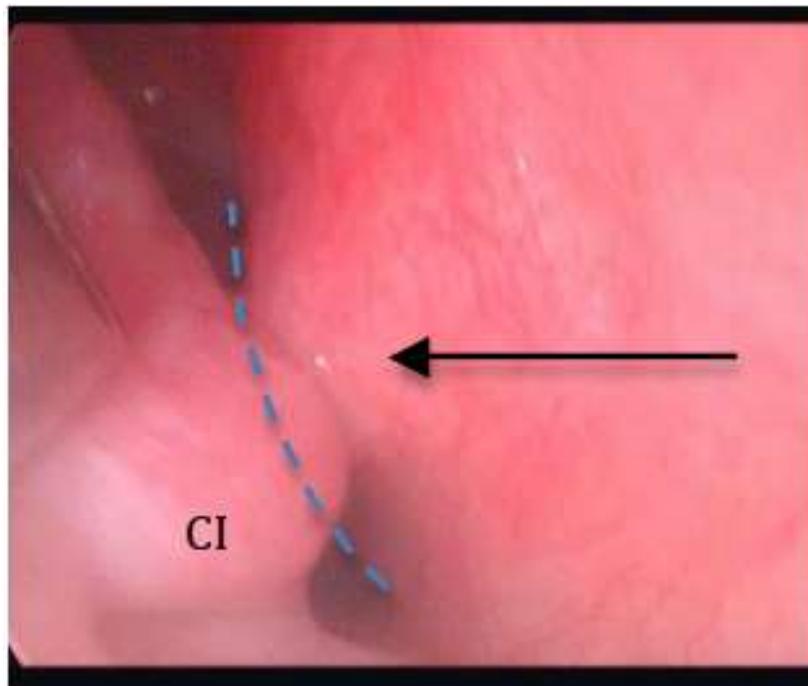
Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. La déviation est considérée comme significative si elle s'écarte d'au moins 4 mm du plan sagittal médian. Elle est souvent associée à un éperon osseux, fusionnant parfois avec la cloison inter-sinuso-nasale. On retrouve différents types de déviations (crêtes, éperons, déviations osseuse et cartilagineuse).



**DEVIATION DE LA CLOISON NASALE (DOUBLE FLECHE). [39]**

### **b. Description des risques chirurgicaux :**

Lorsqu'elle est associée à un éperon, elle peut entraîner des difficultés lors de la progression de l'endoscope. Dans ce cas, l'imagerie et la nasofibroskopie, vont permettre de planifier une septoplastie per-endoscopique.



VUE ENDOSCOPIQUE ENDONASALE DE LA FOSSE NASALE DROITE. IL EXISTE UN EPERON SEPTAL (FLECHE) QUI EST EN CONFLIT AVEC LE CORNET INFERIEUR (CI) ET OBSTRUE LA FOSSE NASALE DROITE. [47]

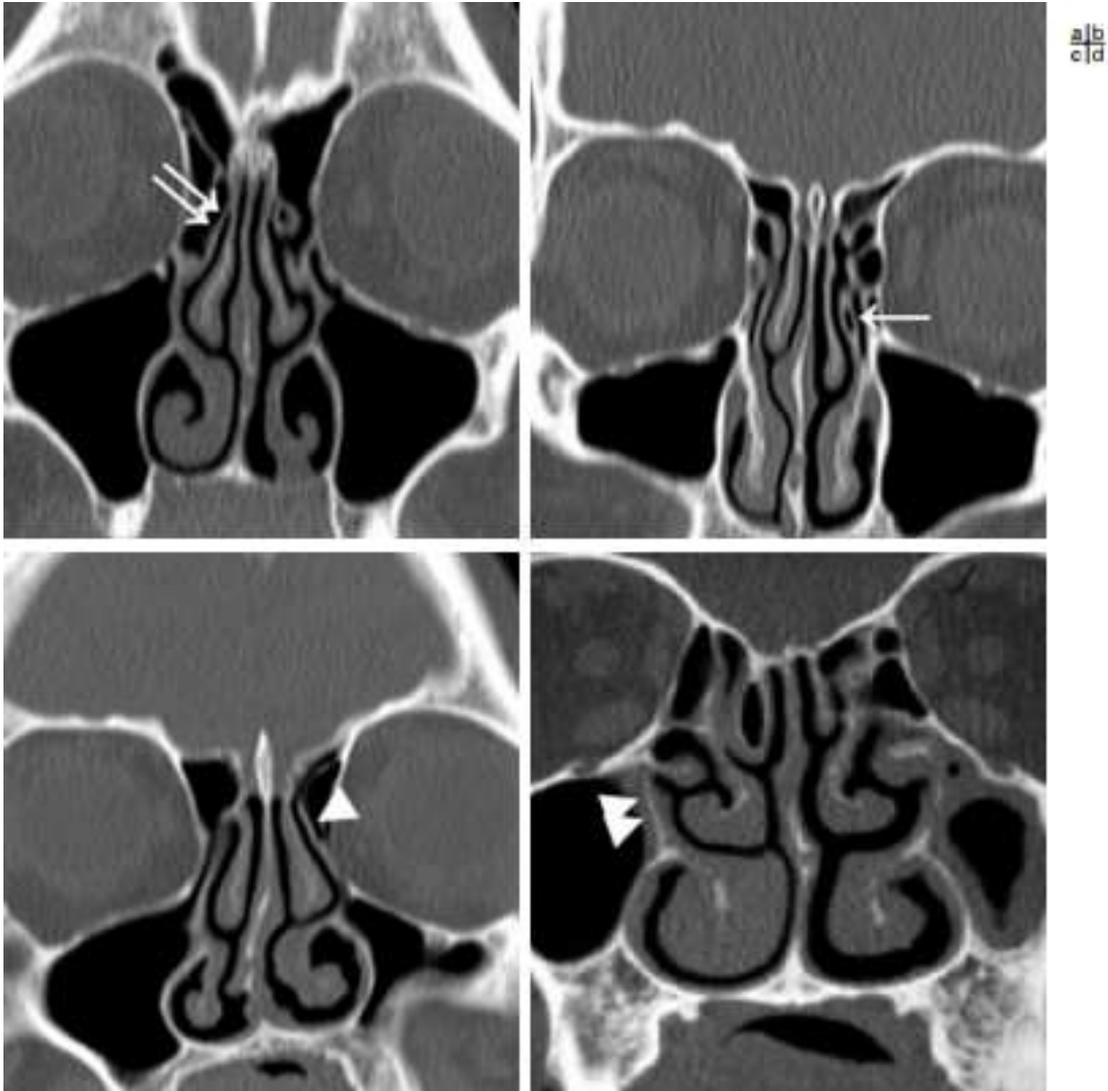
## **2. Les variantes du processus unciné : [35,36]**

### **a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. On distingue :

- ♣ la pneumatisation ;
- ♣ l'anomalie de déflexion ;
- ♣ la déviation latérale avec adhérence au rebord orbitaire ;
- ♣ la variante d'attache supérieure, (qui peut se faire soit sur le cornet moyen soit sur la lame orbitaire ou soit sur le toit de l'ethmoïde). Ces

2 dernières sont les plus importantes à signaler en cas de chirurgie endonasale (polypose).



VARIATIONS DU PROCESSUS UNCINE (RECONSTRUCTIONS CORONALES).

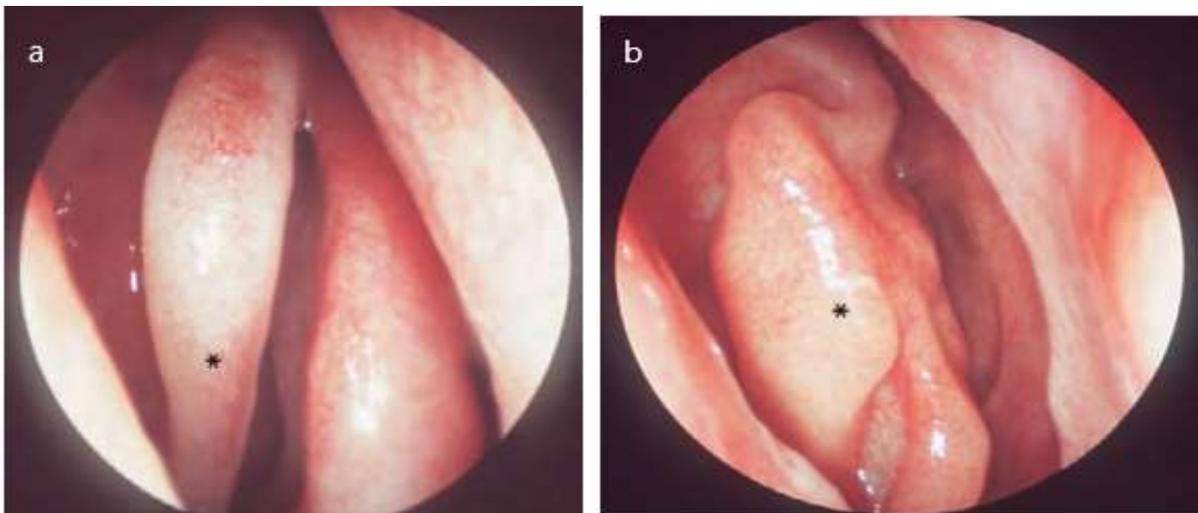
A) INSERTION SUR LE CORNET MOYEN (DOUBLE FLECHE). B) PNEUMATISATION (FLECHE). C)

LATERO-DEVIATION GAUCHE AVEC ADHERENCE AU REBORD ORBITAIRE (TETE DE FLECHE). D)

ANOMALIE DE DEFLEXION (DOUBLE TETE DE FLECHE). [39]

### **b. Les risques chirurgicaux :**

Lors de la méatotomie moyenne par chirurgie endoscopique, le processus unciné est la première structure anatomique à être enlevée. Une insertion sur le cornet moyen ou sur le toit de l'ethmoïde peut entraîner une brèche dure-mérienne en cas d'arrachement (sa section propre n'entraîne pas de complication) Une insertion sur la lame orbitaire ou une déviation latérale peut entraîner une effraction orbitaire lors de la montée de l'endoscope.



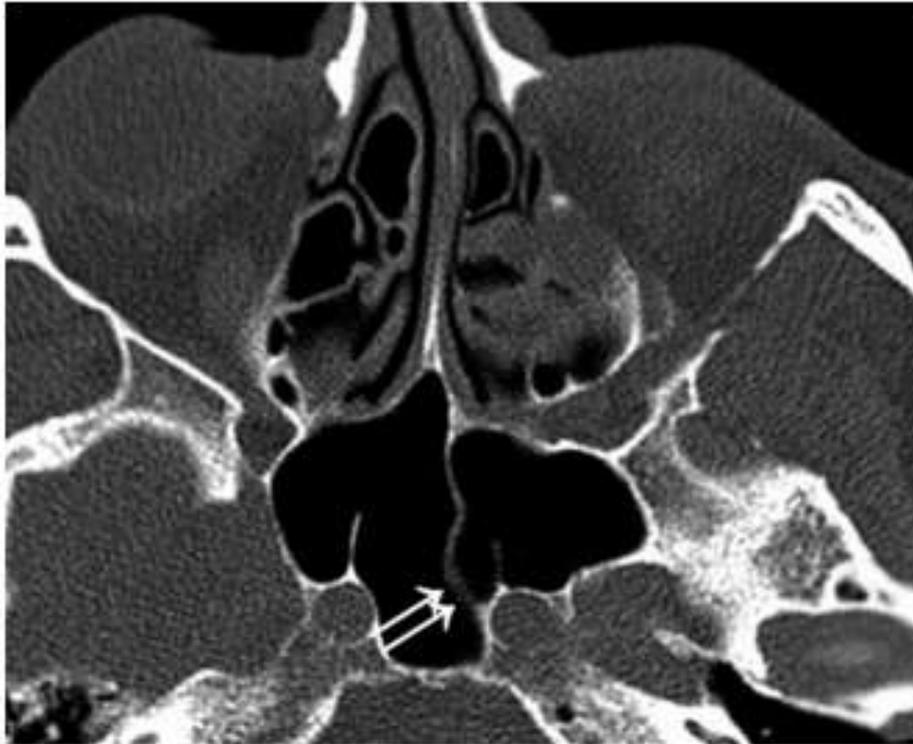
**VUE ENDOSCOPIQUE : A- ANOMALIE DE DEFLEXION. B- PNEUMATISATION DU PROCESSUS**

**UNCINE [47]**

### **3. Méga sinus sphénoïdal – Procidence carotidienne : [37,38]**

#### **a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan axial. On parlera de procidence si au moins le tiers de la circonférence de l'artère se situe dans le sinus sphénoïdal. Une latéralisation du septum inter-sphénoïdal s'implantant sur la paroi de la carotide intra-caverneuse peut être associée.



PROCIDENCE DE L'ARTERE CAROTIDE INTERNE GAUCHE DANS LE SINUS SPHENOÏDAL AVEC LATERALISATION DU SEPTUM (DOUBLE FLECHE). [39]

**b. Les risques chirurgicaux :**

Les risques peropératoires, concernent la chirurgie « classique » ou endoscopique, par lésion de l'artère carotide interne responsable alors d'hémorragie sévère, de fistule carotido-caverneuse, de faux anévrisme. Il s'agit des complications les plus graves de la chirurgie endoscopique, mettant en jeu le pronostic vital. On retrouve ce risque dans la chirurgie hypophysaire trans-sphénoïdale.

**4. Pneumatisation de l'apophyse clinéoïde antérieure : [40,41]**

**a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. Elle est très souvent responsable d'une procidence du nerf optique. Il existe une classification de déhiscence des parois sinusiennes au contact du nerf optique :

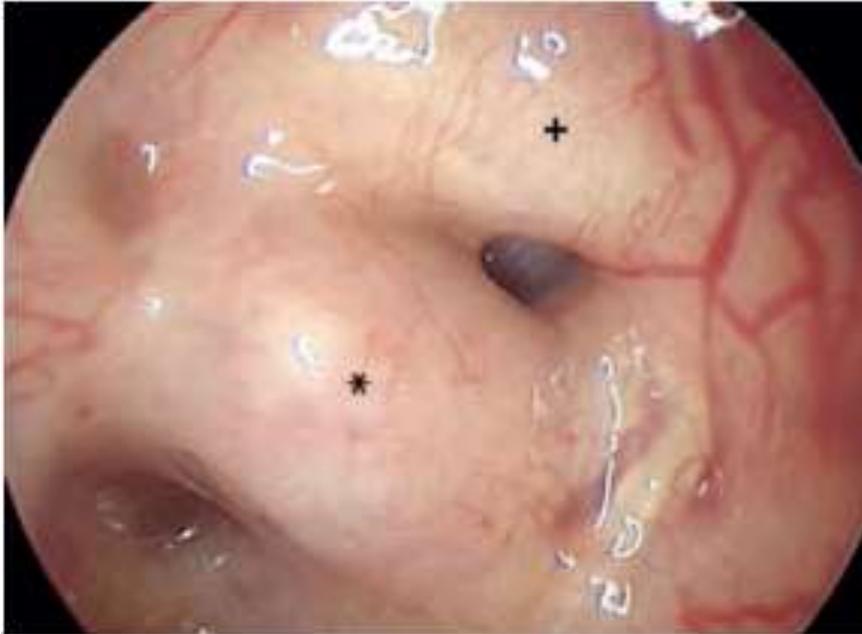
- ▲ Type 1 (76 % des cas) : nerf situé près du sinus sans rapport avec la paroi osseuse ;
- ▲ Type 2 (15 % des cas) : nerf optique proche du sinus avec empreinte osseuse ;
- ▲ Type 3 (3,6 % des cas) : trajet intra-sphénoïdal du nerf optique ;
- ▲ Type 4 (3 % des cas) : trajet intra-ethmoïdal du nerf optique.



PROCIDENCE INTRA SINUSIENNE DU NERF OPTIQUE (TÊTE DE FLECHE) ET PNEUMATISATION DE L' APOPHYSE CLINOÏDE ANTERIEURS (\*).[39]

### **b. Les risques chirurgicaux :**

Lors de la chirurgie endoscopique, il existe un risque de traumatisme chirurgical du nerf optique, complication fonctionnelle la plus grave, pouvant conduire à la cécité irréversible. Toutefois, elle est rarissime car on n'explore jamais la région supéro externe en chirurgie endonasale de routine.



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LA DEHISCENCE DU NERF OPTIQUE (+) ET DE LA CAROTIDE (\*)  
DANS LE SINUS SPHENOÏDAL[58]

**5. Développement des cellules ethmoïdales les plus postérieures, appelées cellules d'Onodi : [41]**

**a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan axial. Ces cellules se développent en arrière et latéralement allant vers l'apex orbitaire, entourant le nerf optique. Elles ne sont séparées du sinus sphénoïdal que par une seule cloison osseuse. Elles sont donc situées au contact de la face antérieure du sinus sphénoïdal et partagent le récessus de drainage.



PNEUMATISATION DE LA CELLULE D'ONODI GAUCHE (DOUBLE TETE DE FLECHE) [39]

**b. Les risques chirurgicaux :**

Risque de lésion du nerf optique lors de la chirurgie endoscopique pour ethmoïdectomies postérieures, lié à la proximité de cette cellule avec ce dernier.

**6. Déhiscence de la lame orbitaire : [41]**

**a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan axial. Cette anomalie siège le plus souvent au niveau de l'insertion de la lame basale du cornet moyen. Elle s'associe à une diminution de la taille des cellules bullaires adjacentes.



COUPE AXIALE : DEHISCENCE DE LA LAME ORBITAIRE GAUCHE (DOUBLE FLECHE). [39]

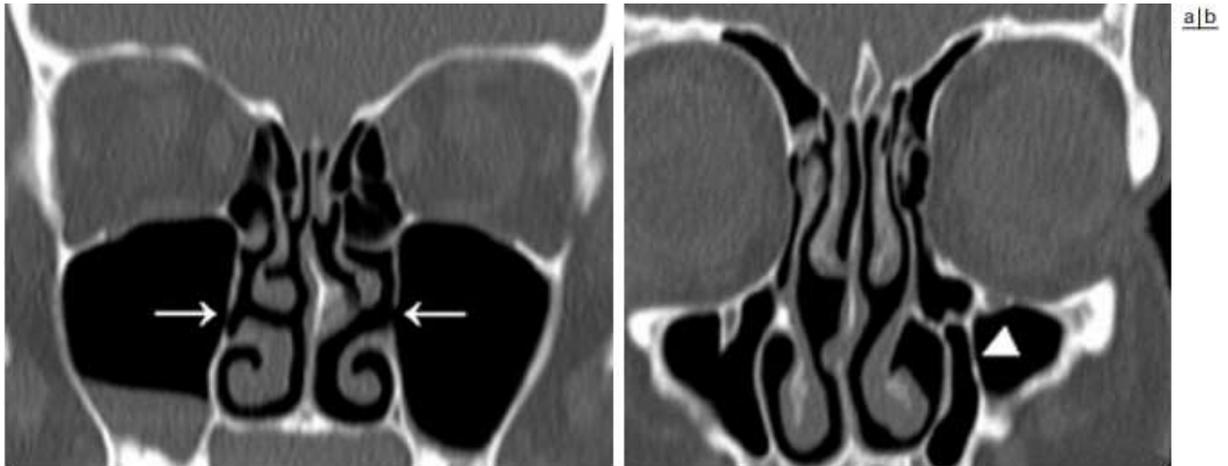
**b. Risques chirurgicaux :**

Elle favorise une pénétration orbitaire durant la chirurgie endoscopique, avec soit saillie de graisse en intra-sinusal, soit saillie d'air en intra-orbitaire. Le risque est aussi une effraction de la base du crâne lors de cette même chirurgie endoscopique.

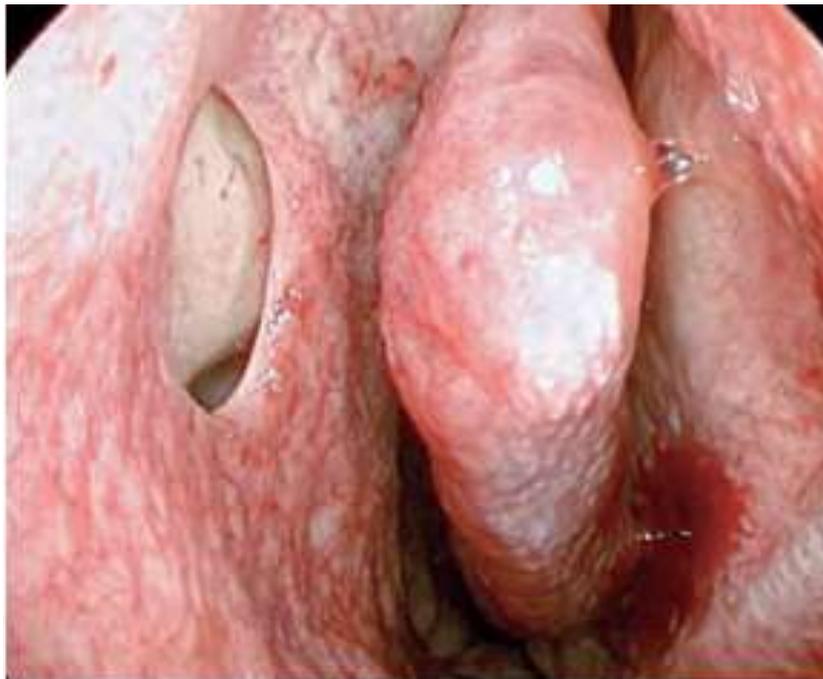
**7. Cloisonnement sinusien et ostium accessoire :** [42,39]

**a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. L'ostium accessoire est une déhiscence d'orifices physiologiques appelés fontanelles ou foramens de Girdal. Ils sont situés à l'union entre l'apophyse unciforme et la paroi latérale des fosses nasales. Le cloisonnement sinusien est fréquent au niveau du sinus maxillaire, accompagné de cet ostium accessoire dans 40 % des cas.



RECONSTRUCTION CORONALE. A) OSTIUM MAXILLAIRE ACCESSOIRE (FLECHES). A) SINUS MAXILLAIRE CLOISONNE (TETE DE FLECHE). [39]



VUE ENDOSCOPIQUE D'UN OSTIUM ACCESSOIRE ANTERIEUR DROIT[47]

## 8. Anomalies du toit de l'ethmoïde : [41]

### a. Description radiologique :

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. Le toit de l'ethmoïde peut présenter plusieurs variations :

- ▲ Soit être bas situé. Il peut alors exister une différence de hauteur du toit de l'ethmoïde entre les cavités sinusiennes droites et gauches.
- ▲ Soit être incliné : on parle d'inclinaison radiologiquement significative à partir de 2 mm d'asymétrie. Plus souvent située sur la partie antérieure et droite de l'ethmoïde.
- ▲ Soit être aminci : toit osseux à la limite de la visibilité.



**ANOMALIE DU TOIT DE L'ETHMOÏDE. A) ASYMETRIE DU TOIT DE L'ETHMOÏDE (DOUBLE FLECHE). B) TOIT DE L'ETHMOÏDE AMINCI (FLECHE).** [39]

### b. Risques chirurgicaux :

Un toit bas situé rend la maniabilité de l'endoscope moins aisée, l'espace de mobilité étant diminué par la réduction de taille des cellules pneumatisées sous-jacentes. Lors de la chirurgie endoscopique, une asymétrie de toit de l'ethmoïde est à risque d'effraction de l'étage antérieur du crâne avec fistule

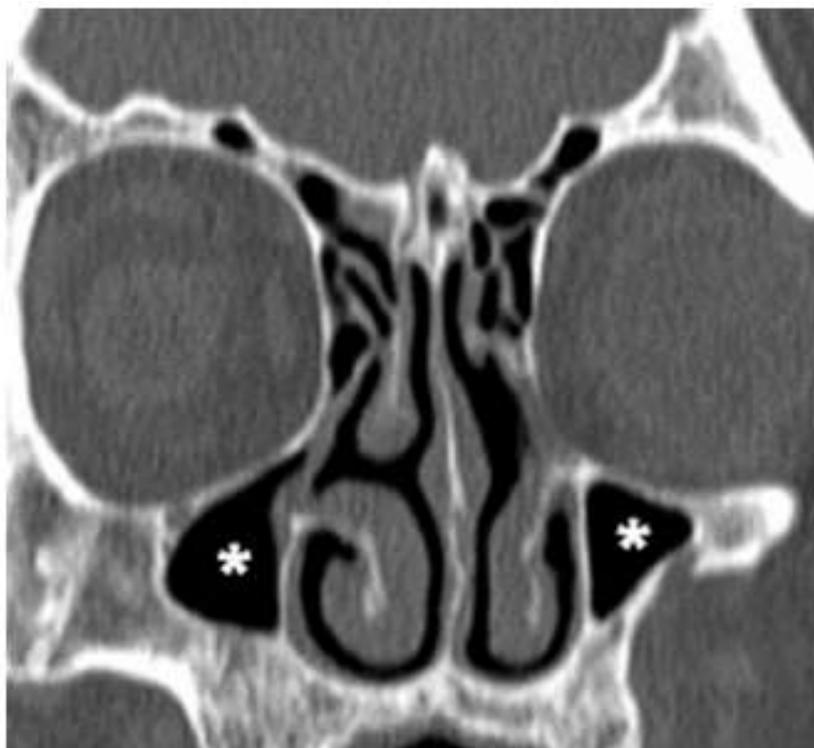
et fuite de LCR, pneumocéphalie et risque de méningite à répétition, d'hémorragie sous arachnoïdienne ou d'hématome intracérébral (ce risque est accru si le chirurgien a commencé par la fosse nasale avec un toit d'ethmoïde en position normal). De même, une traction sur le cornet moyen peut, dans ce cas d'asymétrie de toit de l'ethmoïde, entraîner des lésions du nerf olfactif.

Lors de la mobilisation de l'endoscope, il existe un risque de lésion de l'artère ethmoïdale antérieure et de névrite ischémique du nerf optique par hématome orbitaire compressif.

### 9. Sinus maxillaire hypoplasique : [39]

#### a. Description radiologique :

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. Le plus souvent bilatérale, elle est découverte lors d'exploration d'anomalie de taille du globe oculaire : enophtalmie homolatérale ou pseudo-exophtalmie controlatérale.



COUPE CORONALE DE LA FACE MONTRANT UNE HYPOPLASIE DES SINUS MAXILLAIRE [39]

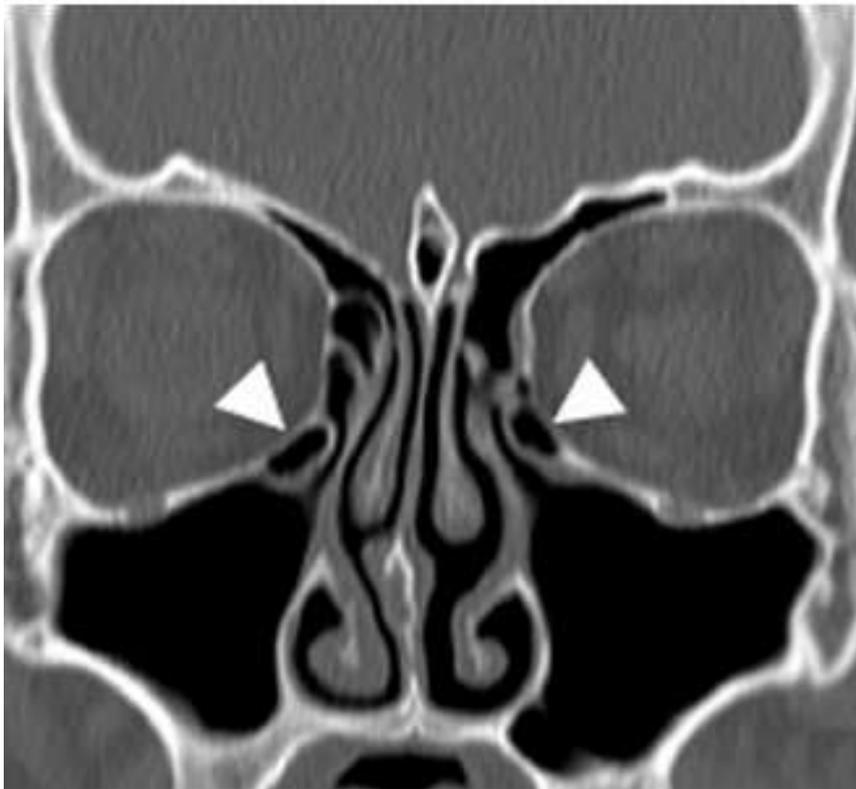
**b. Risques chirurgicaux :**

Cette hypoplasie rend le geste chirurgical endoscopique plus délicat avec des difficultés pour individualiser l'ostium maxillaire. Il existe également un risque d'effraction orbitaire lors de cette même chirurgie endoscopique.

**10. Développement d'une cellule de Haller : [43,39]**

**a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. C'est une cellule ethmoïdale inconstante, appelée encore « cellule ethmoïdo-maxillaire », car elle se développe le long de la paroi interne de l'orbite et adhère au toit du sinus maxillaire. Elle forme la partie latérale de l'infundibulum et est à différencier des cellules de la bulle qui sont plus hautes.



**DEVELOPPEMENT DE CELLULES DE HALLER (TETES DE FLECHE). [39]**

**b. Risques chirurgicaux :**

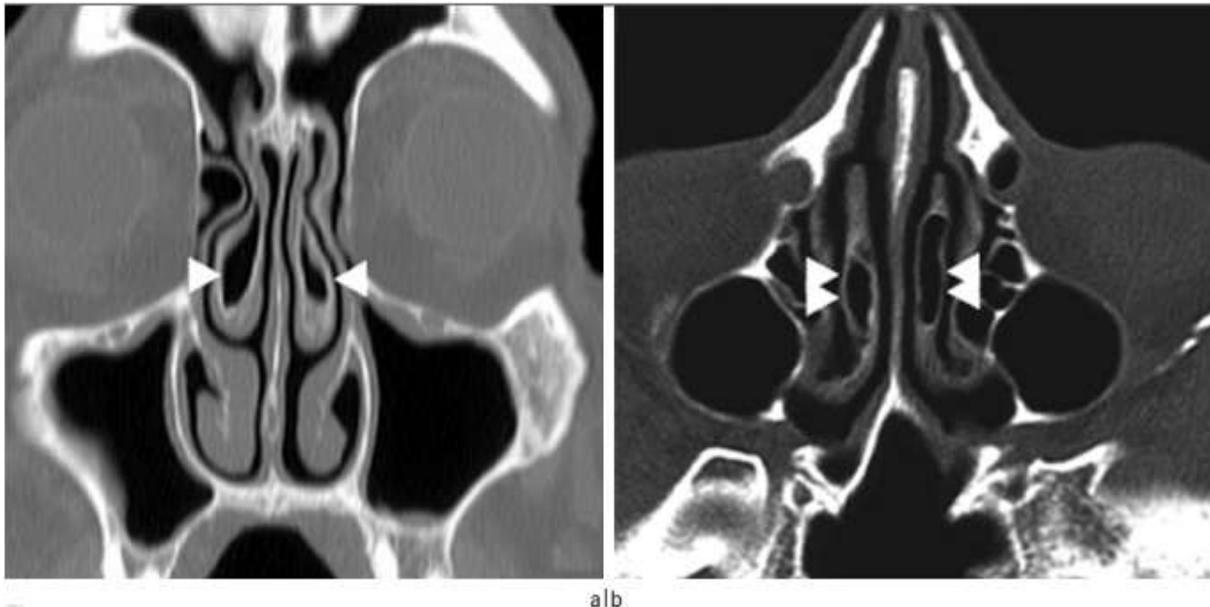
Elle augmente le risque d'effraction orbitaire lors des manœuvres de l'endoscope au cours de chirurgie endoscopique.

**11. Pneumatisation du cornet nasal moyen ou Concha Bullosa :**

[43,39]

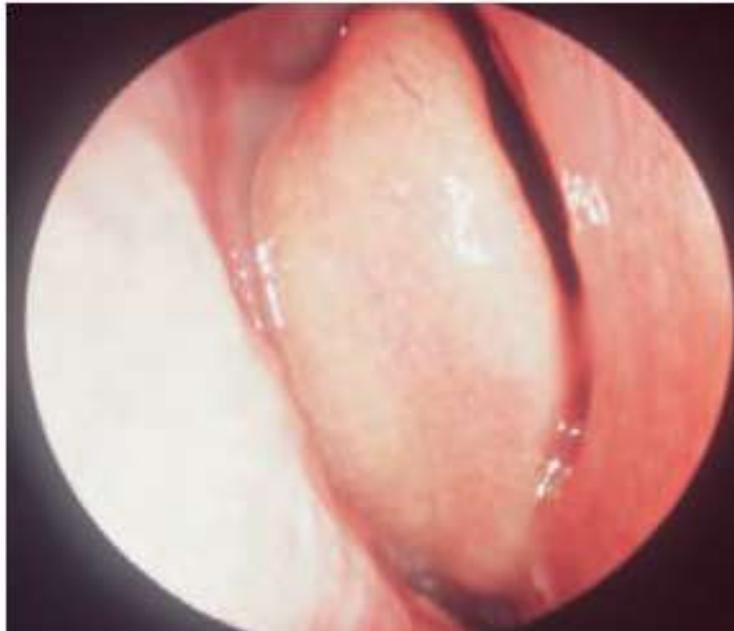
**a. Description radiologique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan coronal. Un des buts de l'imagerie est d'identifier le siège de son drainage pour prévenir les récives postopératoires. Il faut donc savoir que la concha bullosa se draine par un ostium s'ouvrant presque toujours au niveau du récessus naso-frontal.



**CONCHA BULLOSA BILATERALE. A) RECONSTRUCTION CORONALE (TETE DE FLECHE). B)**

**COUPE AXIALE (DOUBLE TETE DE FLECHE). [39]**

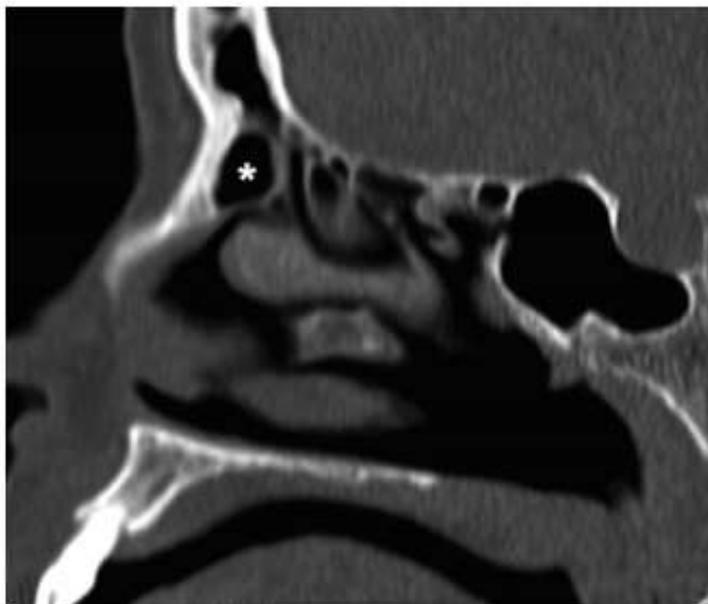


*VUE ENDOSCOPIQUE DE CONCHA BULLOSA[47]*

**12. Hyperpneumatisation des cellules ethmoïdales antérieures dites de l'Agger nasi : [39]**

**a. Description clinique :**

Le meilleur plan d'étude est le plan sagittal. Son nom vient de sa situation, « en arrière du mur du nez », située en avant du cornet nasal moyen.



**COUPE SAGITTALE DE LA FOSSE NASALE : HYPER PNEUMATISATION DES CELLULES DE L'AGGER**

NASI. [39]



*VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LA LOCALISATION DE L'AGGER NASI[47]*

**b. Risques chirurgicaux :**

Elles peuvent retentir sur le canal nasofrontal, et être responsable de gêne au premier temps de la chirurgie endoscopique.

# ANATOMIE ENDOSCOPIQUE

## **I. Matériel d'endoscopie : [44,45]**

La chirurgie endonasale a ses propres particularités ; il s'agit d'une chirurgie qui concerne une cavité à volume restreint et qui est peu éclairée, ainsi, le matériel propre à cette intervention est conçu à répondre à un certain nombre d'exigences pour permettre au chirurgien d'opérer dans les meilleurs conditions.

### **A. La colonne vidéo :**

Le choix de la colonne vidéo est capital. Elle devra être adaptée à la chirurgie endonasale qui est particulière par rapport au risque de saturation des couleurs (sang, os ...) et au volume des cavités nasales. Le processeur de la caméra devra être capable de répondre à de telles contraintes.

Les colonnes compatibles avec la chirurgie endonasale offrent différents formats de vidéo: HD, 4K voire 3D.

Les éléments visualisés à l'aide de la caméra sont projetés sur un écran avec une qualité d'image Full HD ou 4K.

Un système d'enregistrement est disponible pour pouvoir avoir un retour sur la technique chirurgicale ou pour des fins d'enseignement.



COLONNE VIDEO DU SERVICE ORL CHU HASSAN II FES

### **B. L'endoscope :**

Pour le guidage optique, il existe des endoscopes de deux diamètres différents : 4mm et 2.7mm, les derniers sont destinés à la chirurgie pédiatrique. Ils peuvent être de longueur variable : 18cm ou 30cm. Leur champs de vision peut être de 90° ou de 120°. L'angle de vision est variable en fonction de l'optique utilisée :

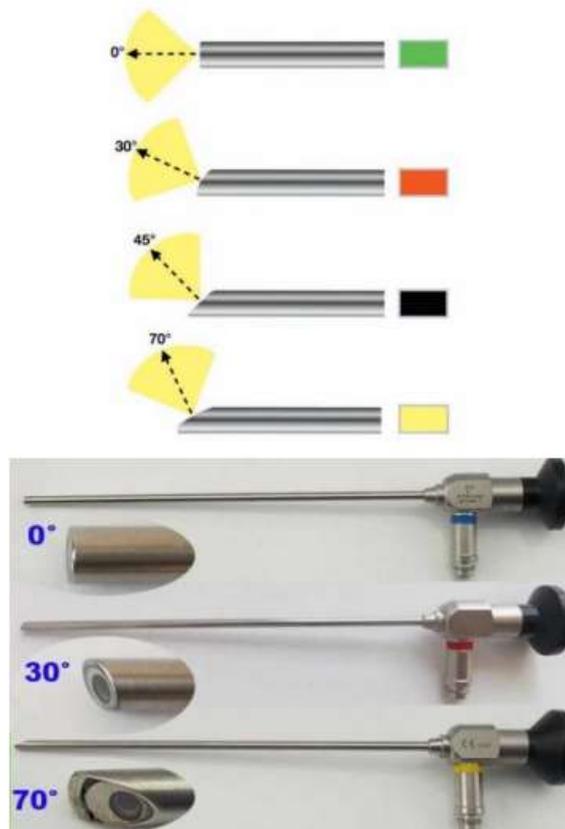
- ▲ 0° ou vision directe (bague verte) ;
- ▲ 30° (bague rouge) ;
- ▲ 45° (bague noire) ;
- ▲ 70° (bague jaune).

L'optique 0° est considérée comme étant la plus « physiologique » car elle permet une vision directe, sans distorsion. Elle est aussi la plus facile à manier.

L'optique 30° est plus polyvalente que celle de 0°, elle permet une vision à 30 degrés en haut.

Il existe une courbe d'apprentissage pour les optiques angulées (30°, 45°, et 70°) ; plus l'angulation est élevée plus l'apprentissage est long.

L'optique se doit d'être reliée à un câble de lumière, une caméra ainsi qu'à une colonne vidéo.



OPTIQUES DE L'ENDOSCOPE A DIFFERENTS ANGLES DE VISION[46]

### **C. Les câbles de lumières :**

Le câble de lumière doit être adapté à l'optique utilisée. Un calibre trop grand va délivrer plus de chaleur et risque d'abîmer l'optique. Ainsi, le diamètre du câble doit être inférieur ou égal au diamètre de l'endoscope.

Son rangement doit être soigneux en évitant tout risque de sa plicature afin de préserver les fibres optiques et prévenir leur bris.

### **D. Source de lumière :**

Il existe deux types de sources de lumière : le Xénon et le LED (Light Emitting Diode). La puissance utilisée peut varier entre 150 et 300 Watts, une puissance de 150 watts est suffisante en règle générale mais pour réaliser un enregistrement, il est nécessaire de recourir à une puissance plus élevée afin de conserver une meilleure qualité d'image.

Le LED est une technologie récente, parmi ses avantages, on retrouve sa longue durée de vie qui est 60 fois plus longue que celle du xénon dont les ampoules devraient être changées toutes les 300 à 500 heures. Le LED nécessite donc moins de maintenance, il consomme également un tiers d'énergie en moins.



*SOURCE DE LUMIERE DU SERVICE ORL CHU HASSAN II FES*

E. Les instruments chirurgicaux :



**Matériel de chirurgie endoscopique endonasale.**

(Image du bloc opératoire ORL CHU Hassan II Fès)

**1. Matériel d'aspiration**

Il s'agit d'aspirateurs boutonnés non traumatiques, qui aident également à palper les surfaces. Ils peuvent être droits ou courbes en S, leurs diamètres sont de 3mm ou 4mm.

On retrouve également d'autres types, notamment les aspirateurs en L ou les aspirateurs malléables...etc.

En plus de l'aspiration, ils permettent d'autres actions spécifiques : Aspirateur décolleur de Guillens, Le crochet aspirant d'Orsel, L'aspirateur coagulant mono polaire ...

### 2. Les pinces :

- **Pince de Blakesly** : Elle permet une bonne préhension. Elles peuvent être de 3mm de diamètre ou 3.5mm de diamètre, dites 45° ou 45° longues. Il permet de retirer les fragments d'os préalablement fracturés, mais il ne faut surtout pas tenter d'arracher de l'os avec, vu le risque de brèche ethmoïdale ou orbitaire. Elle est utile pour retirer la muqueuse ou un polype ou faire une biopsie.



**Pince de Blakesly[46]**

- **Pince d'Oström Terrier** : Ou pince à mors rétrograde permet de réaliser des résections de façon rétrograde d'arrière en avant.



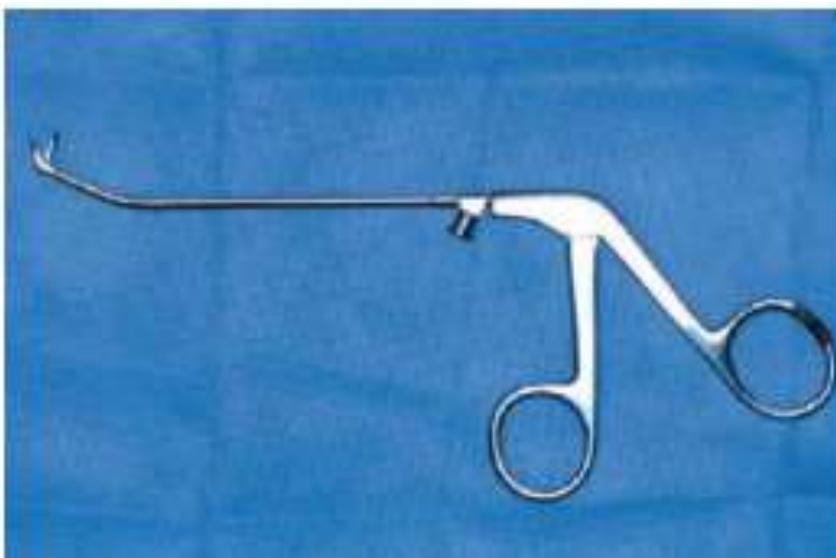
**Pince à mors rétrograde (d'Oström Terrier) [46]**

- **Pince angulée** : Pour accéder à des zones tels que le sinus frontal, on a besoin de pinces dites angulées en « cou de girafe » à 65° de Stammberger avec ouverture antéropostérieure ou latérale.



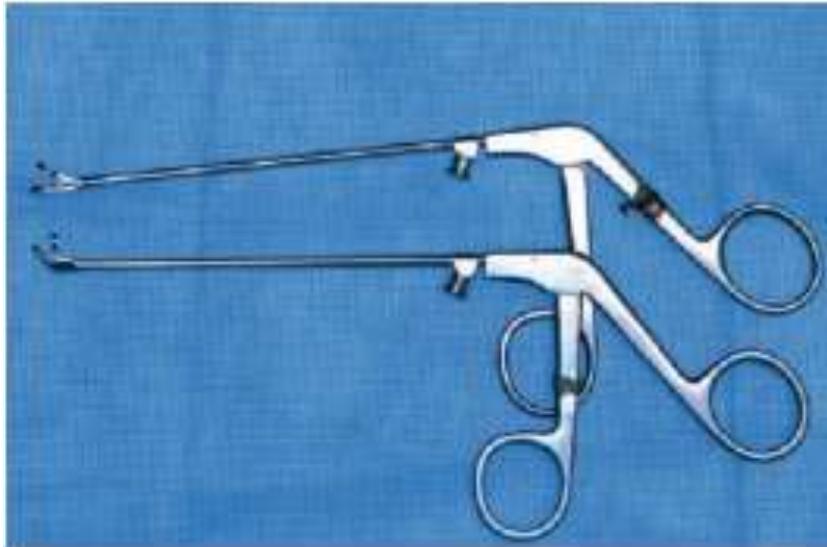
Pince angulée[46]

- **Pince à double courbure de Castelnovo** : Sa double courbure lui donne une angulation particulière qui la rend facile à manier. Efficace pour le nettoyage de l'éthmoïde antérieur et le récessus frontal.



Pince à double courbure de Castelnovo[46]

- **Pince emporte-pièce** : Peuvent être droites ou angulaires à 45°. Permettent de couper sans arracher.



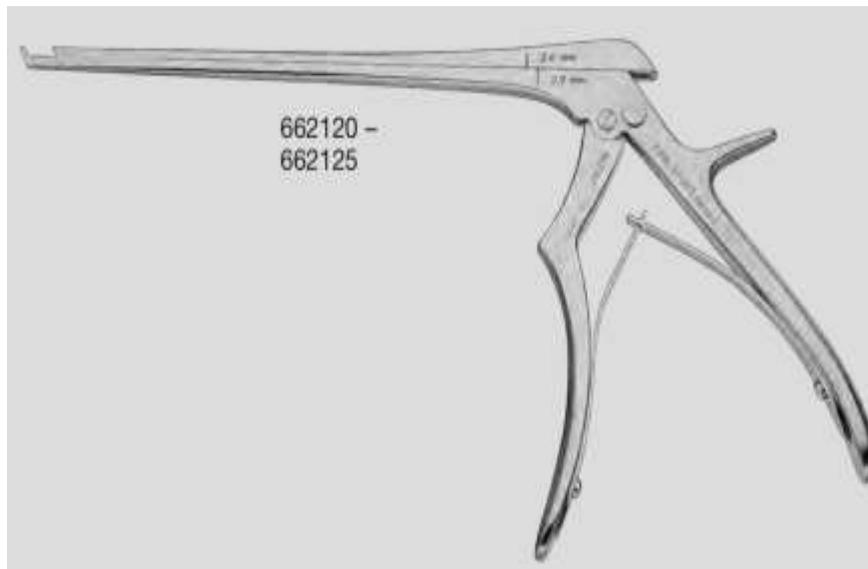
**Pièce à l'emporte-pièce[46]**

- **Pince de Luc** : Utile lors des septoplasties endoscopiques.



**Pince de Luc [46]**

- **Pince de Kerrison** : Utilisées pour couper l'os. Leurs mors sont de 2mm ou 3mm, et leur coupe est légèrement oblique et rétrograde.



**Pince de KERRISON [46]**

### 3. Les décolleurs et spatules :

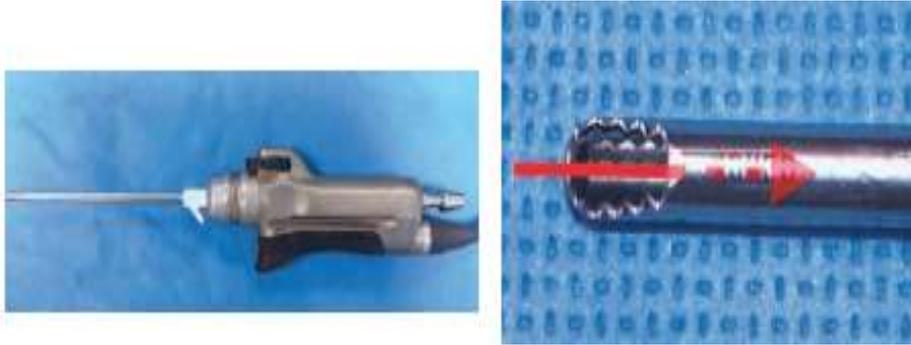
- **Décolleur double de Cottle** :



**Décolleur double de Cottle [46]**

### 4. Le microdébrideur :

Instrument aussi bien utile que dangereux, Son principe de fonctionnement est d'aspirer un tissu puis le sectionner grâce à des mors rotatifs. C'est pourquoi il faut l'éloigner des zones à risque comme le périoste orbitaire.



**Le microdébrideur [46]**

### 5. Spéculum de Kilian :

le spéculum peut être utilisé pour mettre en place les mèches de vasoconstricteur ou pour dilater les cavités nasales.



**Spéculum de Kilian[46]**

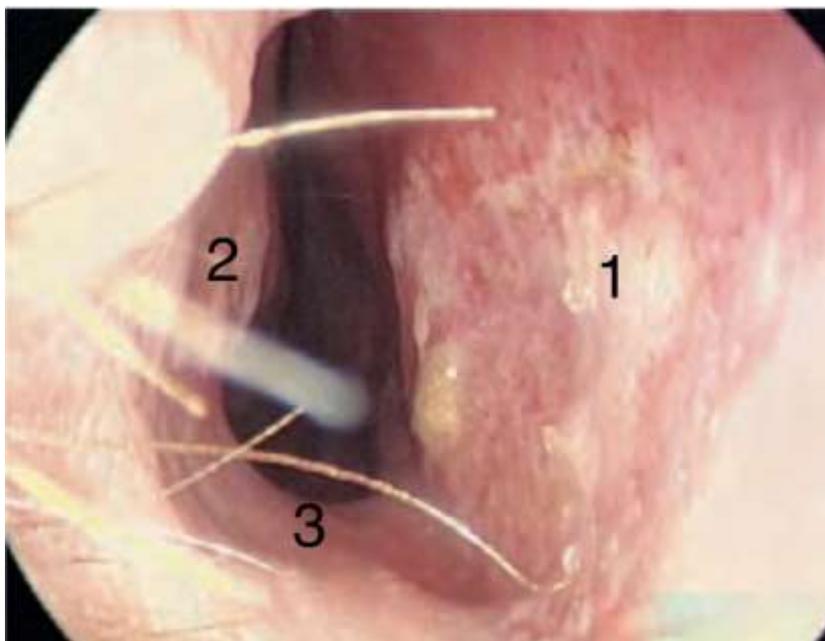
### 6. Autres :

- ✓ Les ciseaux : ciseaux de Heymann et Ciseaux de Zürich
- ✓ Les pinces coagulantes bipolaires
- ✓ Pointe coagulante mono polaire
- ✓ Pince à griffe
- ✓ Porte aiguille
- ✓ Ciseaux de Mayo
- ✓ Pince à champ

## II. ANATOMIE ENDOSCOPIQUE :

### A. Cavités nasales :

Dans un premier temps, le vestibule est visualisé, il correspond à l'entrée de la cavité nasale. C'est un canal tapissé d'un revêtement interne cutané sur lequel s'implantent les vibrisses. Par son orifice inférieur ou superficiel, la cavité nasale communique avec l'extérieur, son orifice supérieur ou profond marque le début de la cavité nasale [28]. Il correspond à la zone de jonction entre un revêtement cutané et muqueux. Il est piriforme, plus large à sa partie inférieure. La partie supérieure, effilée, de cet orifice profond constitue la valve nasale. Cette dernière est formée par le bord caudal du cartilage latéral supérieur en dehors (limen nasi), et par la partie supérieure du cartilage quadrangulaire en dedans, qui forme un angle dièdre. La partie inférieure de cet orifice est appelée région infra ou sous-valvaire.

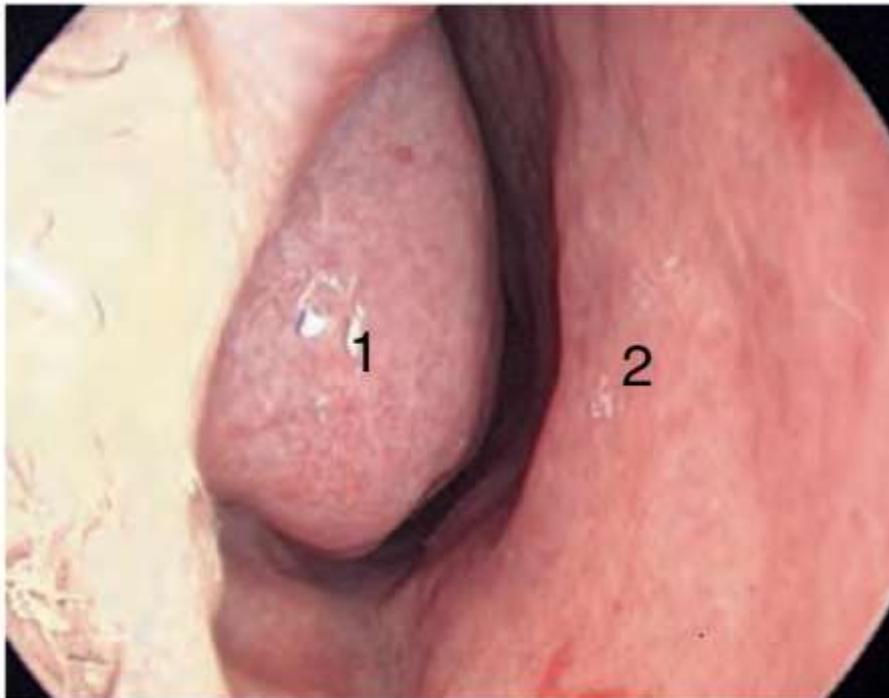


VUE ENDOSCOPIQUE DU VESTIBULE NASAL DROIT : 1-SEPTUM. 2-PAROI LATÉRALE. 3-

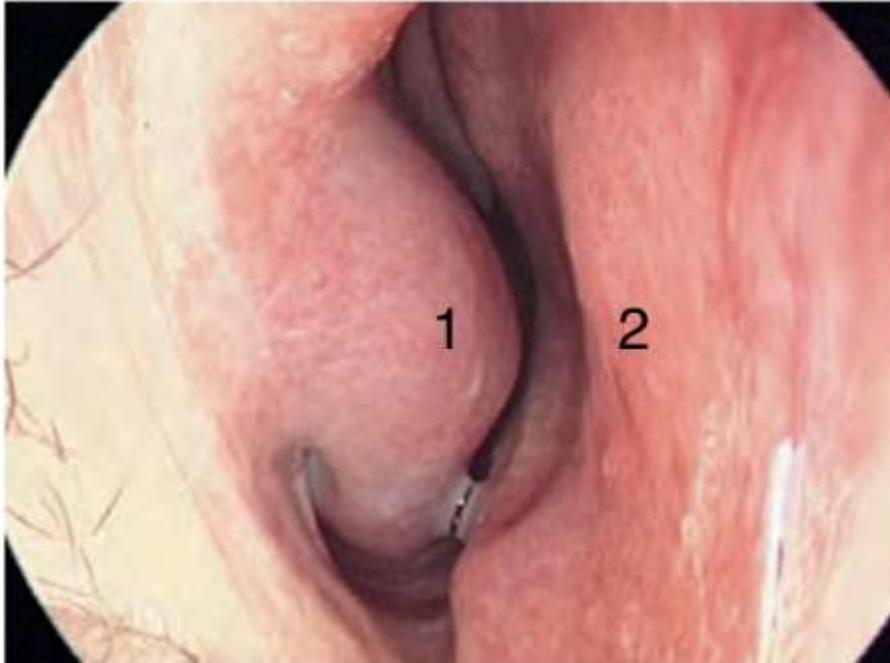
PLANCHER[SERVICE ORL HASSAN II FES]

La tête du cornet inférieur s'y projette. La région valvaire associe la valve proprement dite et la région infra-valvaire. Elle contrôle la direction des courants aériens.

La valve septo-turbinale, plus postérieure, est une unité anatomophysiologique limitée en dedans par le septum nasal et en dehors par la muqueuse du cornet inférieur. Son rôle est de réguler la résistance nasale [29].

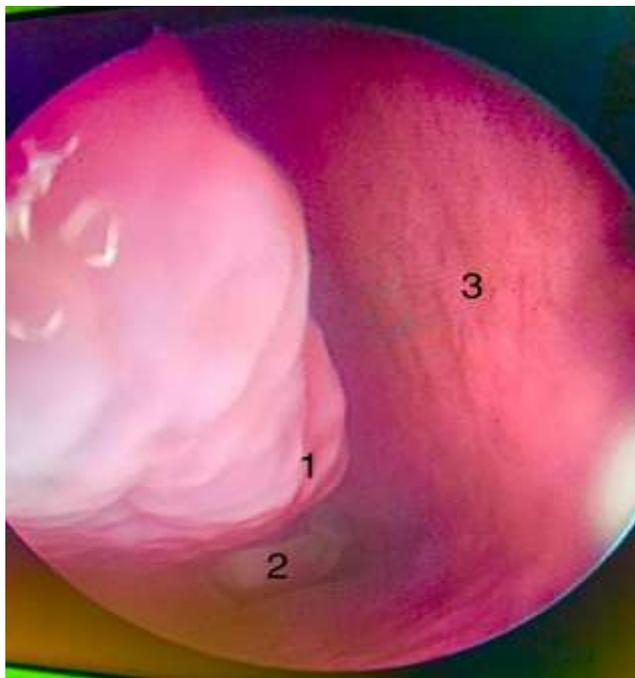


VUE ENDOSCOPIQUE DE LA FOSSE NASALE DROITE : 1 – TETE DU CORNET INF 2 – SEPTUM[47]



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LA VALVE SEPTO-TURBINALE : 1-CORNET INF. 2-  
SEPTUM[47]

Ensuite, le septum nasal est examiné. Le bord postérieur du septum marque la limite interne de la choane [23].



VUE ENDOSCOPIQUE : FOSSE NASALE DROITE : 1- CORNET INF. 2- ORIFICE CHOANAL. 3-  
SEPTUM[SERVICE ORL HASSAN II FES]

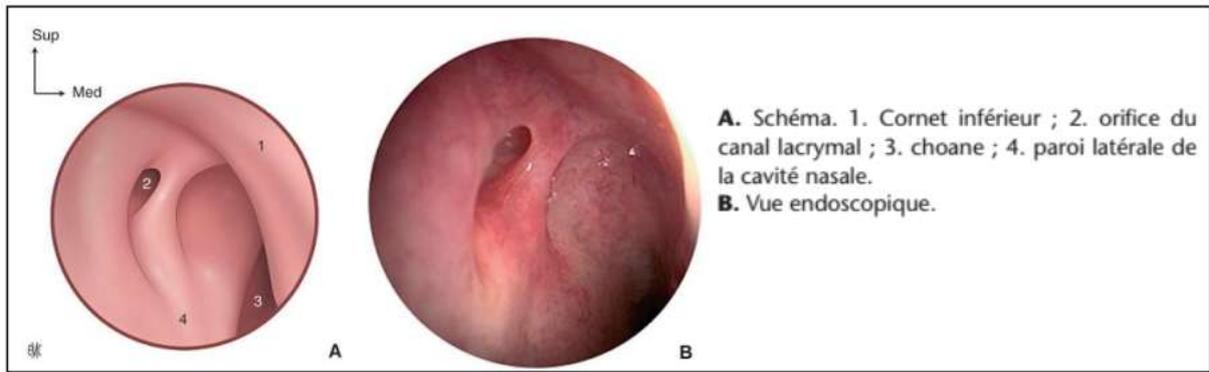
Sur la paroi latérale de la cavité nasale, les cornets et les méats sont visualisés:

- **le cornet inférieur** [23]: est le premier relief visible dès l'introduction de l'endoscope. Sa tête, renflée, se situe à environ 1 cm en arrière de l'ouverture piriforme. Sa queue, effilée et libre, représente une partie de la paroi latérale de la choane et elle se trouve à environ 10 mm de l'orifice tubaire.
- **le méat inférieur** : est situé sous le cornet inférieur dont la tête marque la limite antérieure. Il s'examine plus aisément, d'arrière en avant. L'orifice inférieur du canal lacrymal est repéré dans son quadrant antéro-supérieur, environ 1 cm en arrière de la tête du cornet inférieur [23].



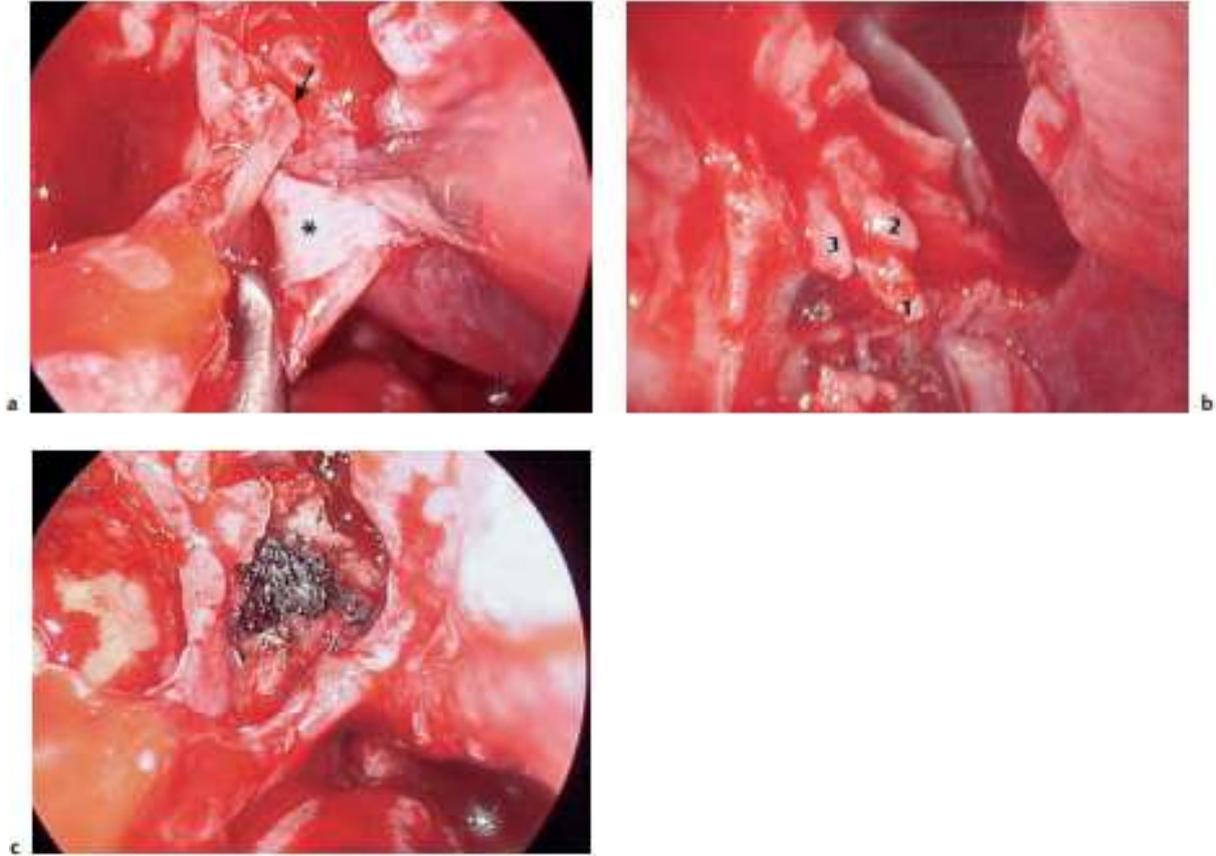
VUE ENDOSCOPIQUE : FOSSE NASALE DROITE : 1-CORNET INF. 2-MEAT INF. 3-CORNET

MOYEN. 4-SEPTUM[SERVICE ORL HASSAN II FES]

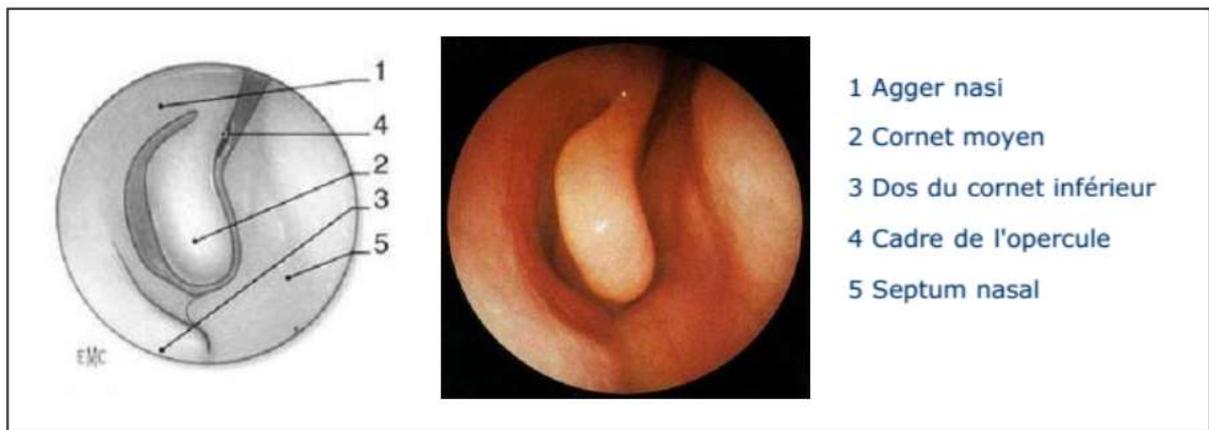


### MEAT INFÉRIEUR DROIT ET ORIFICE LACRYMO-NASAL [72]

- **le cornet moyen** : est identifié au-dessus et en arrière du cornet inférieur, il mesure 40 mm de longueur et il est concave en dedans. Sa queue forme la paroi latérale du récessus ethmoïdo-sphénoïdal. Sa tête est située dans le cadre de l'opercule formé par l'arête septale supérieure en dedans et le pli pré-turbinal de Terrier en dehors. Le pli pré-turbinal est une zone qui unit l'attache supérieure de la tête du cornet moyen au dos du cornet inférieur, il correspond au relief de l'agger nasi. En dehors de la face latérale du cornet moyen, se trouve le méat moyen dont il constitue la paroi médiale. Sa queue est un repère important puisque le trou sphéno-palatin est creusé dans la lame verticale du palatin à 1 cm en arrière de la queue du cornet moyen [23,28]. Ce trou livre passage à l'artère et la veine sphéno-palatine et du nerf naso-palatin.



**A. VUE PEROPERATOIRE DE LA CRETE ETHMOÏDALE (FLECHE) ET DE LA BRANCHE ANTERIEURE DE L'ARTERE SPHENO-PALATINE (\*). B. LES MOIGNONS DE TROIS BRANCHES COUPEES DE L'ARTERE SPHENO-PALATINE (1, 2, 3). C. UNE DIATHERMIE UNIPOLAIRE ASPIRANTE A ETE UTILISEE POUR CAUTERISER LES VAISSEAUX. [47]**



**VUE ENDOSCOPIQUE : FOSSE NASALE DROITE. CADRE DE L'OPERCULE : CORNET MOYEN**

**INVERSE[72]**

- le méat moyen : présente trois reliefs au niveau de la portion antérieure qui sont d'avant en arrière : la bosse lacrymale, le processus unciforme et la bulle ethmoïdale [23].



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LE MEAT MOYEN : 1-BOSSE LACRYMAL. 2- MEAT MOYEN. 3- CORNET MOYEN. 4- QUEUE DU CORNET INFERIEUR. 5- SEPTUM[47]

L'étoile des gouttières (rond-point bullaire selon Terrier) est une zone située à la partie supérieure de la gouttière uncibulaire (infundibulum ethmoïdal). Il est possible de détailler cette zone à l'aide d'une optique à 70°. Les trois branches de l'étoile sont formées par les becs de la bulle, du cornet moyen et de l'unciforme. Ces branches sont séparées par les gouttières suivantes : la gouttière méatique qui est antérieure, la gouttière uncibulaire qui est inféro-latérale et la gouttière rétro-bullaire qui est supéro-médiale. À l'extrémité inférieure de la gouttière uncibulaire, se trouve l'ostium maxillaire.

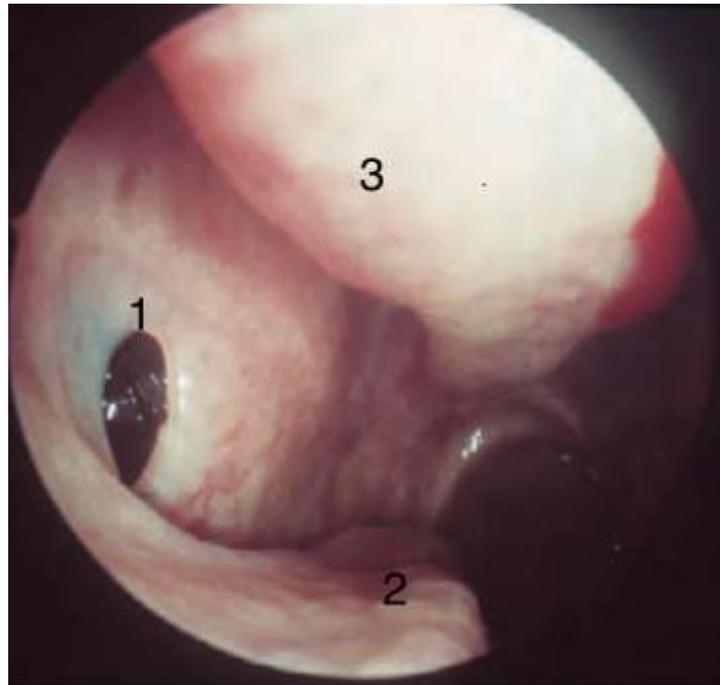


VUE ENDOSCOPIQUE DE LA FOSSE NASALE DROITE : ROND-POINT BULLAIRE OU ETOILE DES GOUTTIERES. [72]



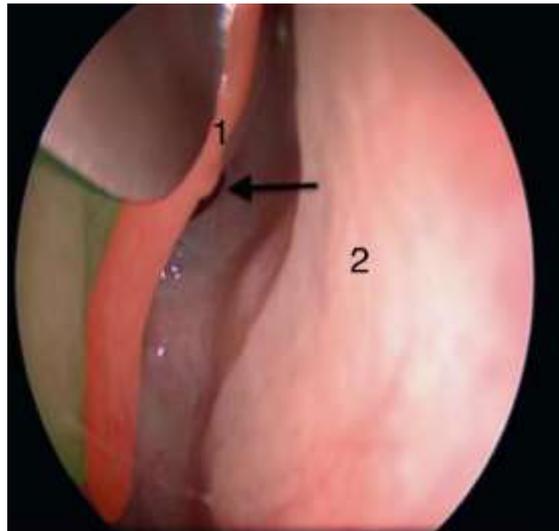
VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT L'OSTIUM DU MEAT MOYEN APRES MEDIALISATION DU CORNET MOYEN : 1 - OSTIUM. 2 - CORNET MOYEN. 3 - CORNET INFÉRIEUR [SERVICE ORL HASSAN II FES]

Le méat moyen présente dans sa portion plus postérieure une zone dépressible qui correspond à la zone des fontanelles dans laquelle on observe parfois un orifice accessoire de Giralès, et une zone plus résistante qui correspond à la lame verticale du palatin.



VUE ENDOSCOPIQUE D'UN OSTIUM ACCESSOIRE POSTERIEUR DROIT : 1-OSTIUM ACCESSOIRE. 2-  
QUEUE DU CORNET INFERIEUR. 3- CORNET MOYEN. [47]

Le cornet supérieur peut être visualisé à condition de diriger l'endoscope vers le haut. La partie postérieure de son bord libre est située quelques millimètres en dehors de l'ostium sphénoïdal. Sa paroi latérale constitue la paroi médiale du méat supérieur dans lequel peut être aperçu l'ostium des cellules ethmoïdales postérieures.



VUE ENDOSCOPIQUE DU CORNET SUPERIEUR : 1-CORNET SUPERIEUR. 2- SEPTUM. FLECHE-  
OSTIUM SPHENOÏDAL[47]

Enfin, la paroi postérieure des cavités nasales est étudiée. Sa partie supérieure correspond au récessus ethmoïdo-sphénoïdal qui est situé médialement par rapport au méat supérieur. Il est limité par le septum nasal médialement, le cornet supérieur latéralement et la partie supérieure de la choane en bas. Sa paroi postérieure est marquée par l'ouverture de l'ostium sphénoïdal.

La partie inférieure de la paroi postérieure des cavités nasales correspond aux choanes composées de l'arcade choanal supérieure et du seuil choanal inférieur. Elles forment l'orifice postérieur de la cavité nasale [23,28].



VUE ENDOSCOPIQUE : FOSSE NASALE DROITE. RECESSUS SPHENO-ETHMOÏDAL : OSTIUM DU SINUS SPHENOÏDAL. [72]



VUE ENDOSCOPIQUE : FOSSE NASALE DROITE. RECESSUS SPHENOETHMOÏDAL : SEGMENT INFÉRIEUR. [72]

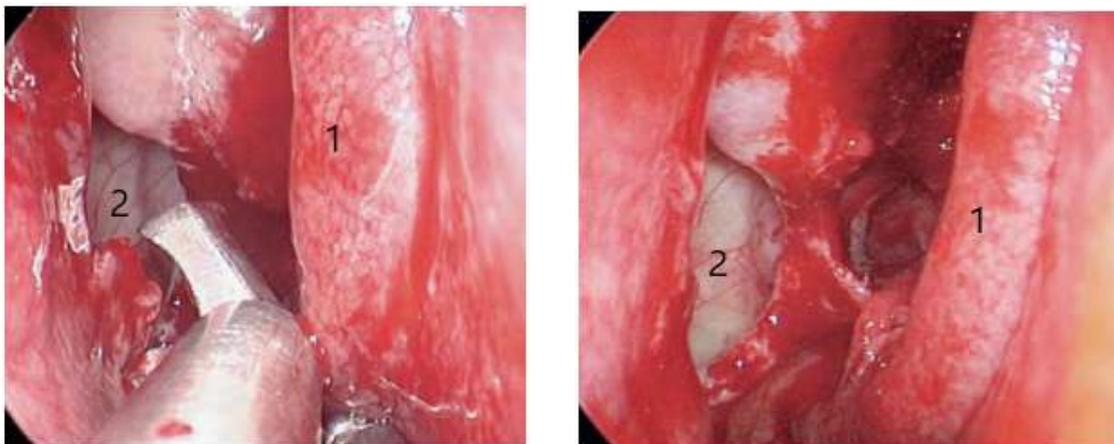
## **B. Les sinus de la face :**

### **1. Sinus maxillaire : [23, 28, 30]**

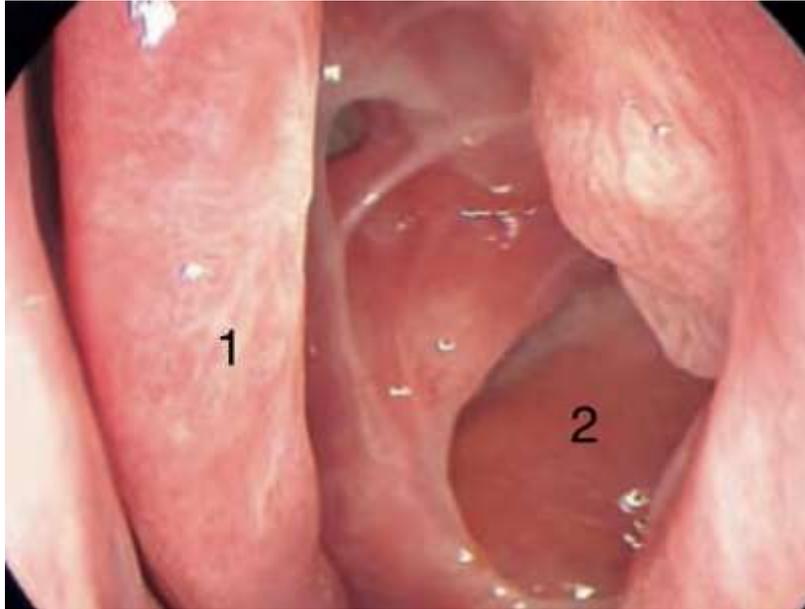
Les abords endoscopiques du sinus maxillaire peuvent se faire soit par sa face médiale (méatotomie moyenne et/ou inférieure), soit par sa face antérieure (trépanation de la fosse canine par abord vestibulaire). La cavité sinusienne maxillaire se présente comme une cavité cubique, tapissée par une muqueuse de type respiratoire. [23, 28, 30]

La paroi supérieure ou orbitaire ou toit sinusien a une forme triangulaire à sommet postérieur. Le relief du nerf infra-orbitaire forme sa limite latérale. Elle présente un prolongement latéral : le récessus zygomato-malaire ou zygomatique. La paroi interne ou ostiale est marquée par le relief du canal lacrymonasal. Elle est creusée par la fossette ovale ou fossette maxillaire. Celle-ci a la forme d'une cuvette limitée par un rebord en surplomb ou corniche, relief de l'insertion du processus unciforme.

L'ostium du sinus maxillaire s'ouvre en avant et en haut de la fossette ovale. La paroi inférieure ou plancher du sinus maxillaire présente souvent des reliefs d'aspect bosselé correspondant aux racines dentaires. Le récessus alvéolaire constitue un prolongement inféro-latéral du sinus. La paroi postéro-latérale du sinus maxillaire est courbe et sépare la cavité sinusienne de la fosse infra-temporale, elle présente des reliefs qui sont le canal du nerf alvéolaire postérieur en dehors et les canaux palatins postérieur et accessoires en dedans.



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT L'OUVERTURE ET L'ELARGISSEMENT DU  
MEAT MOYEN DROIT : 1-CORNET MOYEN. 2-SINUS MAXILLAIRE[47]



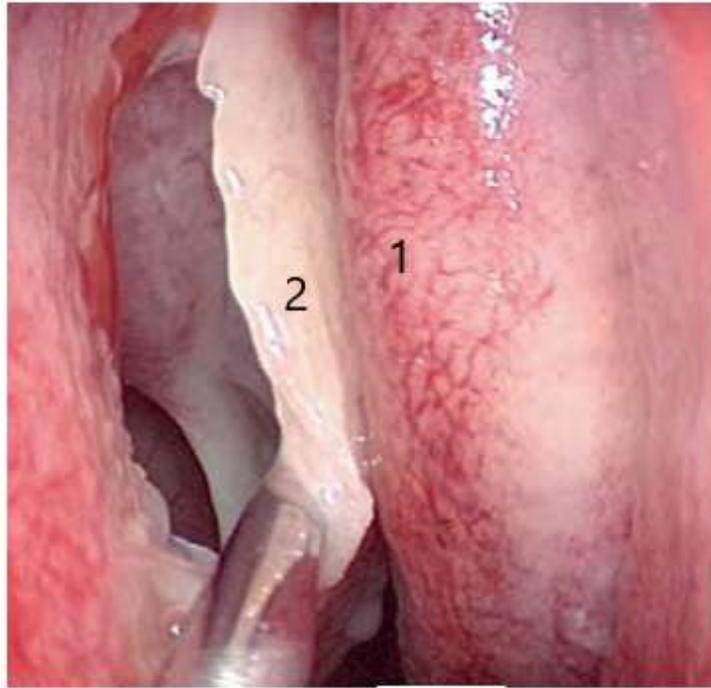
*VUE ENDOSCOPIQUE DU SINUS MAXILLAIRE GAUCHE APRES EXERESE DE SA PAROI INTERNE : 1-  
CORNET MOYEN. 2-SINUS MAXILLAIRE[47]*

### **2. Sinus éthmoïdal :**

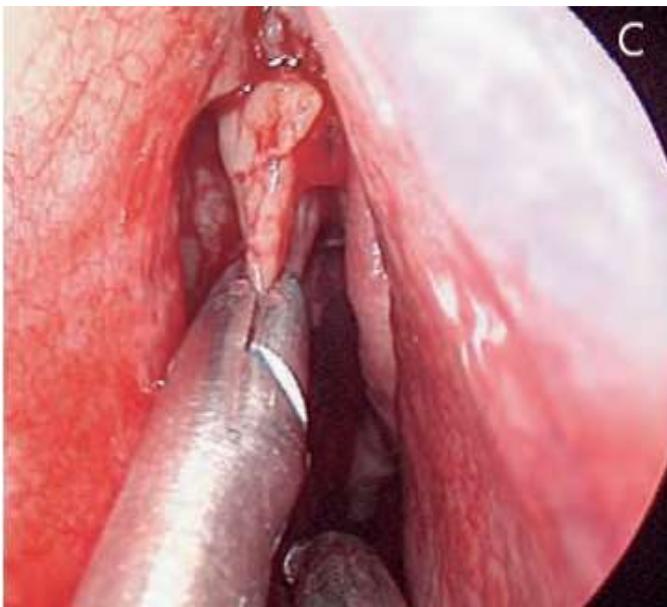
L'anatomie endoscopique de l'éthmoïde ne peut être appréciée que lors de la réalisation d'une éthmoïdectomie qui correspond à l'ouverture de l'ensemble des cellules éthmoïdales. La voie endoscopique est désormais la voie de référence pour la réalisation de ce geste. L'éthmoïdectomie totale d'avant en arrière est présentée dans ce chapitre. [23]

#### **a. Unciformectomie :**

L'unciformectomie verticale est le premier temps de l'éthmoïdectomie totale. Elle permet l'exposition des cellules pré-bullaires. L'exérèse de la partie médiale du processus unciforme révèle les cellules unciformiennes (cellules de l'aggr nasi dans la classification de Kuhn). La résection de la racine cloisonnante de l'unciforme expose les cellules méatiques. Ces cellules sont appelées cellules supra-bullaires dans la classification de Kuhn. [23,26]



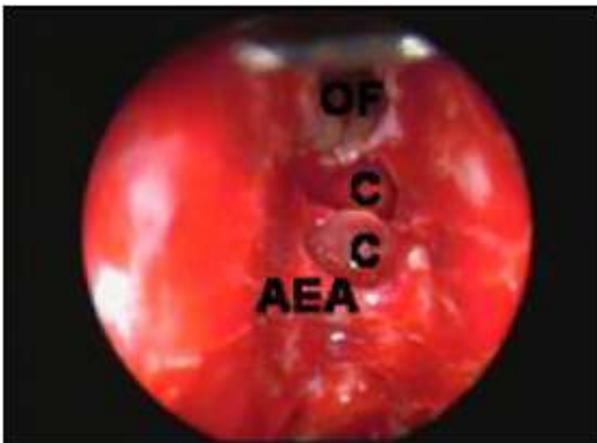
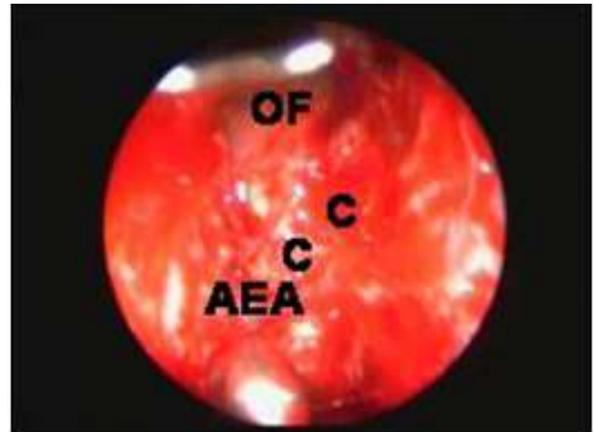
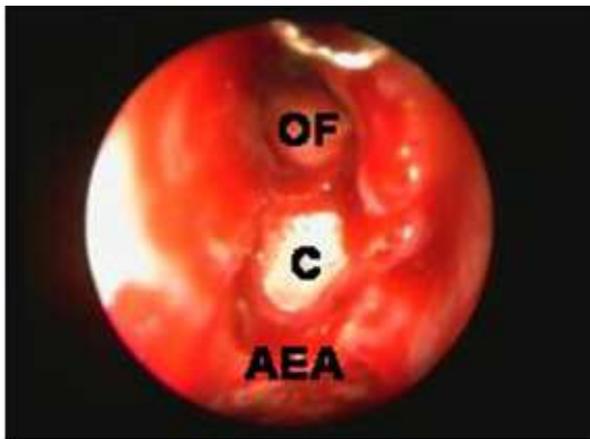
UNE UNCIFORMECTOMIE DROITE AVEC L'APOPHYSE UNCINEE MEDIALISEE POUR REVELER L'OSTIUM MAXILLAIRE NATUREL : 1-CORNET MOYEN 2- APOPHYSE UNCINEE. [47]



C- LA PINCE DE BLAKESLEY PEUT ETRE UTILISEE POUR LIBERER TOUTE ATTACHE RESTANTE. D- L'OSTIUM MAXILLAIRE NATUREL EST EXPOSE[47]

### b. Ouverture de la bulle :

L'ouverture de la paroi antérieure de la bulle donne accès au système bullaire (cellules bullaire et supra-bullaires). Le toit ethmoïdal est visualisé après l'ouverture des cellules supra-bullaires. L'artère ethmoïdale antérieure est présente au niveau du toit à la partie toute supérieure de la racine cloisonnante de la bulle. Elle est parfois déhiscente à ce niveau et peut être responsable de saignements peropératoires importants. Généralement, on note la présence d'une seule cellule éthmoïdale qui s'intercale entre l'ostium du sinus frontal et l'artère éthmoïdale antérieure avec une distance 6-15 mm.



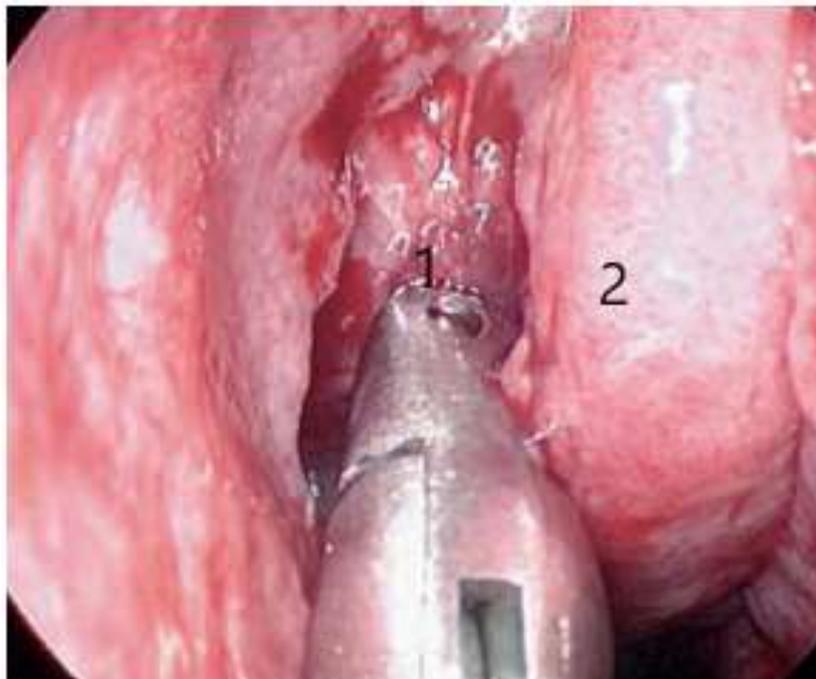
VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LES DIFFERENTES SITUATIONS DE L'ARTERE ETHMOÏDALE

ANTERIEURE PAR RAPPORT A L'OSTIUM SPHENOÏDAL : OF-OSTIUM SPHENOÏDAL. C-CELLULE

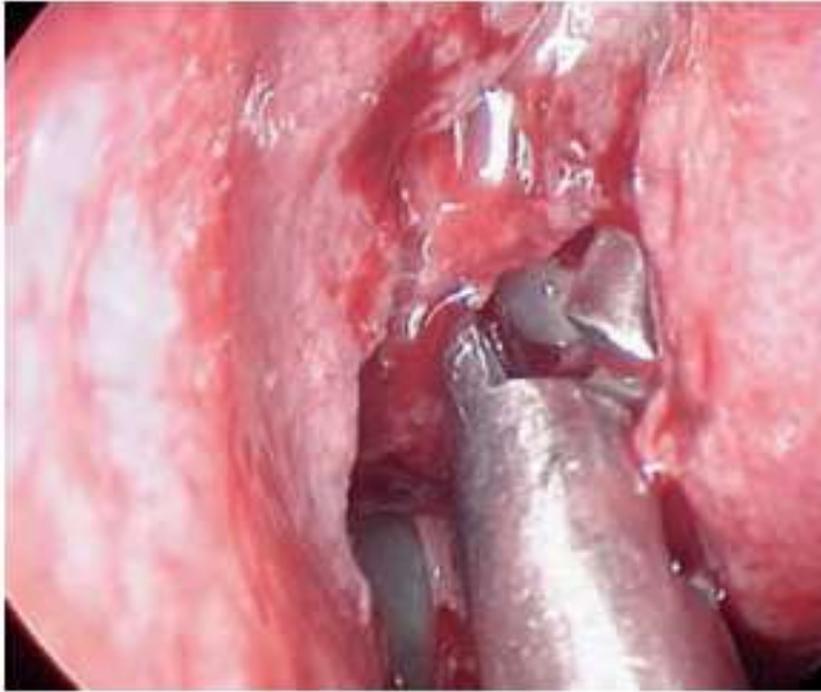
ETHMOÏDALE. AEA- ARTERE ETHMOÏDALE ANTERIEURE[73]



VUE ENDOSCOPIQUE DE L'ARTERE ETHMOÏDALE ANTERIEURE : FLECHE : AEA, CNF : CANAL NASO-FRONTAL, TE : TOIT ETHMOÏDAL[74].

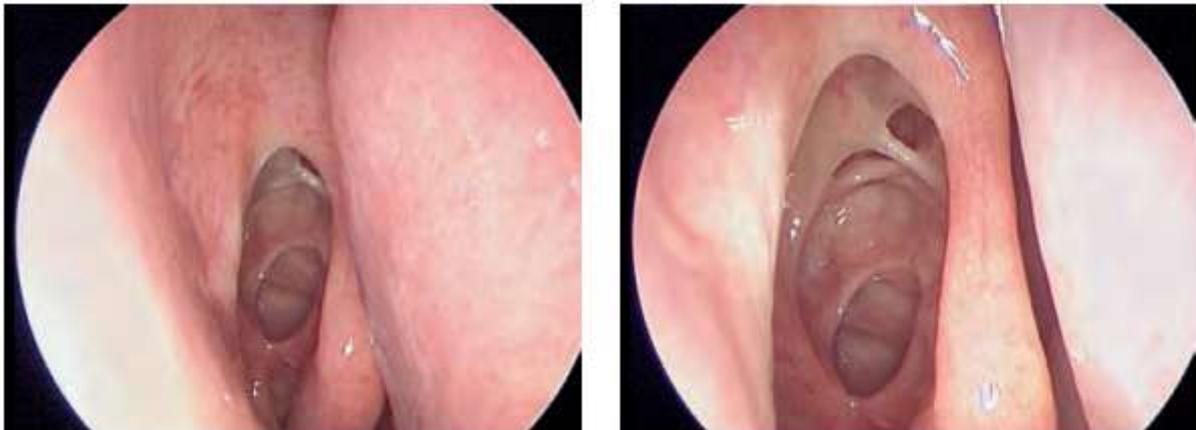


VUE ENDOSCOPIQUE DE LA BULLE ETHMOÏDALE : 1- BULLE. 2-CORNET MOYEN. (DES PINCES DROITES DE BLAKESLEY SONT UTILISEES POUR PENETRER DANS LA BULLE, EN VEILLANT A NE PAS L'INCLINER LATERALEMENT VERS L'ORBITE). [47]



*LES PINCES SONT OUVERTES AVANT D'ÊTRE RETIRÉES AFIN D'EXPOSER L'INTÉRIEUR DE LA BULLE.*

[47]



*L'ASPECT POSTOPÉRATOIRE D'UNE ETHMOÏDECTOMIE ANTERIEURE PARTIELLE POUR UNE MALADIE*

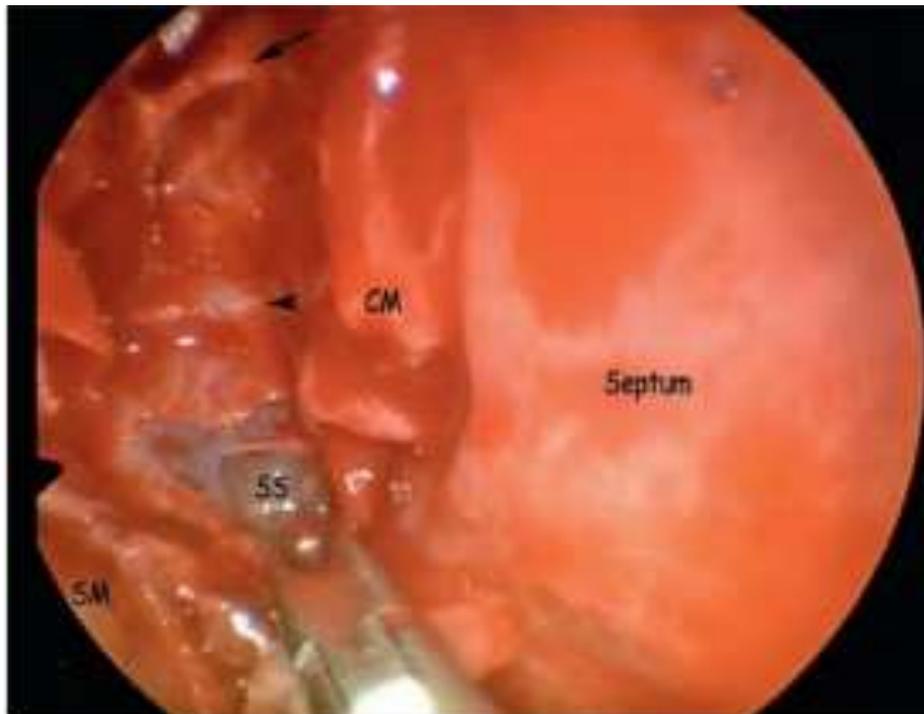
*INFLAMMATOIRE LIMITEE, MAIS SANS REPOSE MEDICALE. [47]*

### c. Ouverture de la racine coisonnante du cornet moyen :

Ce geste donne accès à l'ethmoïde postérieur. Cette région est plus large que l'ethmoïde antérieur. La dernière cellule ethmoïdale postérieure se trouve à l'aplomb de la paroi postérieure du sinus maxillaire. Il s'agit d'un repère essentiel afin d'éviter d'entrer latéralement dans le sinus sphénoïde. L'artère ethmoïdale postérieure chemine sur le toit ethmoïdal juste en avant et au-dessus de la jonction sphéno-ethmoidale. Elle est en général peu visible, et son diamètre significativement inférieur à celui de l'AEA. Cette dernière chemine parallèlement sur le toit mais en avant de la postérieure. Elle est en règle plus visible que l'antérieure, en particulier avec une optique à 30°, et se situe juste en dessous de la jonction ethmoïdo-frontale, anatomiquement un peu en arrière de la partie postéro-inférieure du canal naso-frontal. C'est dans la chirurgie de l'ethmoïde antérieur, et du canal naso-frontal qu'elle est la plus exposée. Une évaluation sur pièces anatomiques a permis de décrire une distance moyenne entre l'AEA et le récessus frontal de 11 mm en moyenne (moyenne 6 à 15 mm) [74]. Sa position est cependant réputée assez variable ce qui complique son repérage peropératoire : la présence d'une pneumatization importante, en particulier de larges cellules supra-orbitaires, serait prédictive d'une position plus basse de quelques millimètres de la base du crâne.



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LE DEBUT D'OUVERTURE DES CELLULES ETHMOÏDALES  
POSTERIEURES[47]



VUE ENDOSCOPIQUE AU COURS D'UNE ETHMOIDECTORNIE DES ARTERES ETHMOÏDALES. FLECHE:  
AEA, TETE DE FLECHE : AEP SM : SINUS MAXILLAIRE, 55 : SINUS SPHENOÏDAL,  
CM ; CORNER MOYEN[74].

### **3. Sinus frontal :**

L'abord endoscopique du sinus frontal peut se faire soit par voie endonasale, par voie ethmoïdale, soit par voie externe en abordant sa face antérieure. [23,28]

#### **a. Abord endoscopique du sinus frontal par voie endonasale :**

Le premier temps chirurgical consiste en une ethmoïdectomie antérieure, qui permet de repérer le toit ethmoïdo-frontal, les orifices méatiques et unciformiens séparés par la racine cloisonnante du processus unciforme. En effet, l'ablation complète de toutes les cloisons de l'étoile des gouttières (processus unciforme et sa racine cloisonnante, bec de la bulle et sa corne médiale) élargit l'orifice de drainage du sinus frontal. [23]

L'introduction de l'endoscope dans le canal ainsi élargi permet de voir :

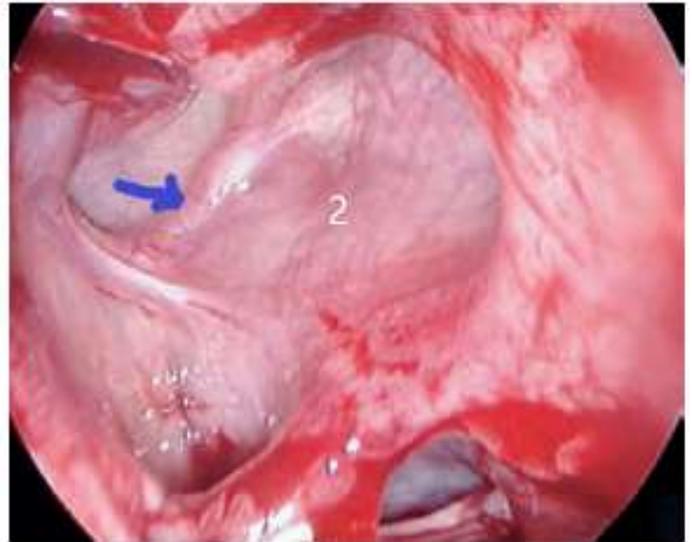
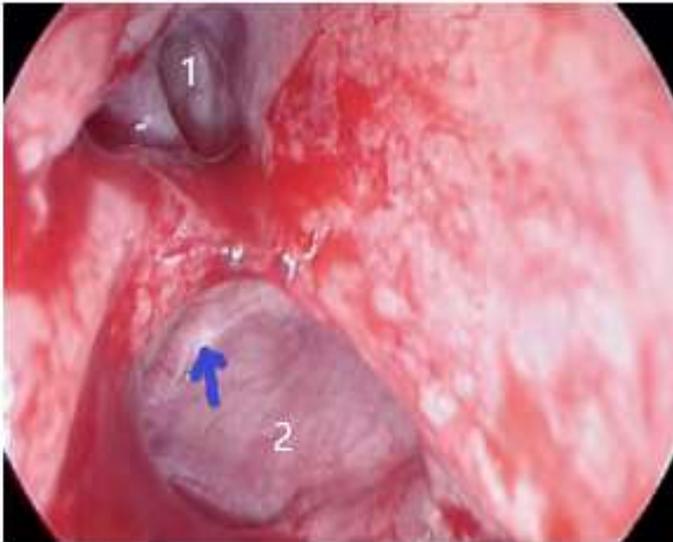
- ▲ La paroi postérieure du sinus frontal dont la courbure en haut et en avant débute en avant du relief de l'artère ethmoïdale antérieure.
- ▲ La paroi antérieure du sinus frontal à la jonction du processus frontal du maxillaire et de l'os frontal. [28]

#### **b. Abord du sinus frontal par voie externe :**

Plusieurs incisions et modalités de réalisation du volet osseux sont possibles pour aborder le sinus frontal par voie externe. L'endoscopie du sinus frontal permet de visualiser à la partie inféro-interne, en position déclive, la partie haute de l'orifice nasal du sinus frontal. Ce dernier se présente sous la forme d'un entonnoir. Les parois postérieure, inférieure et interne sont également visualisées. [31,32]



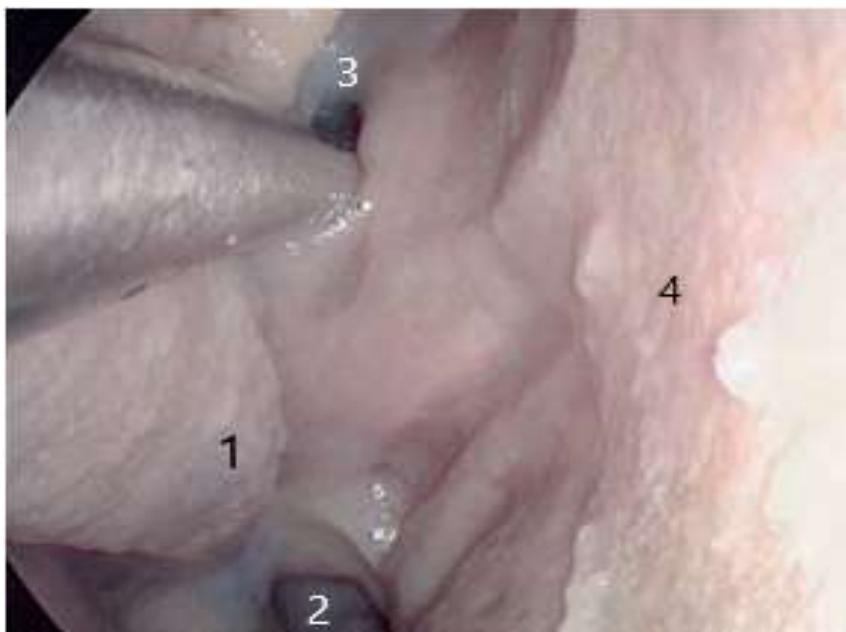
UNE CURETTE EST UTILISEE POUR ENLEVER LE TOIT DU DEUXIEME NIVEAU DE CELLULES ETHMOÏDALES ANTERIEURES, CE QUI PERMET DE CREER UN LARGE DRAINAGE POUR LE SINUS FRONTAL. [47]



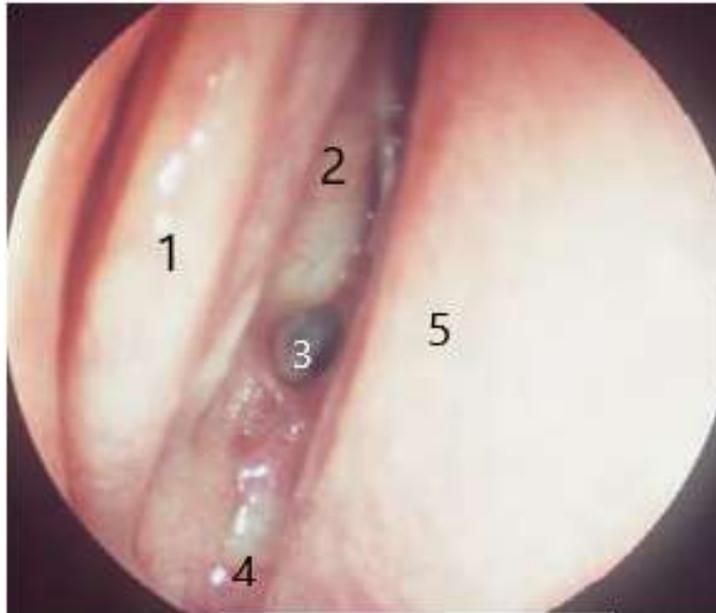
VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT L'ENTREE DU SINUS FRONTAL : 1-ENTREE DU SINUS FRONTAL. 2-CELLULES ETHMOÏDALES SUPRA-ORBITAIRES. FLECHE-ARTERE ETHMOÏDALE ANTERIEURE[47]

### 4. Sinus sphénoïdal :

L'endoscopie du sinus sphénoïdal est effectuée après la réalisation d'une sphénoïdotomie, c'est-à-dire l'ouverture de sa paroi antérieure. Dans ce chapitre, est présentée la sphénoïdotomie par voie transnasale, par abord du récessus ethmoïdo-sphénoïdal. Les trois repères anatomiques qui balisent l'aire de la sphénoïdotomie sont le cornet moyen, la cloison nasale et la choane. Afin d'avoir une bonne visualisation du récessus ethmoïdo-sphénoïdal, l'optique est placée en dedans de la racine cloisonnante du cornet moyen. En cas de volumineux cornet moyen, la queue de celui-ci peut être réséquée pour faciliter l'exposition. Ensuite, l'ostium du sinus sphénoïdal qui est situé en regard de la queue du cornet nasal supérieur est identifié. Il est habituel de dire que la partie postéro-inférieure de la queue du cornet supérieur se situe au-dessus et en dedans de l'ostium sphénoïdal.

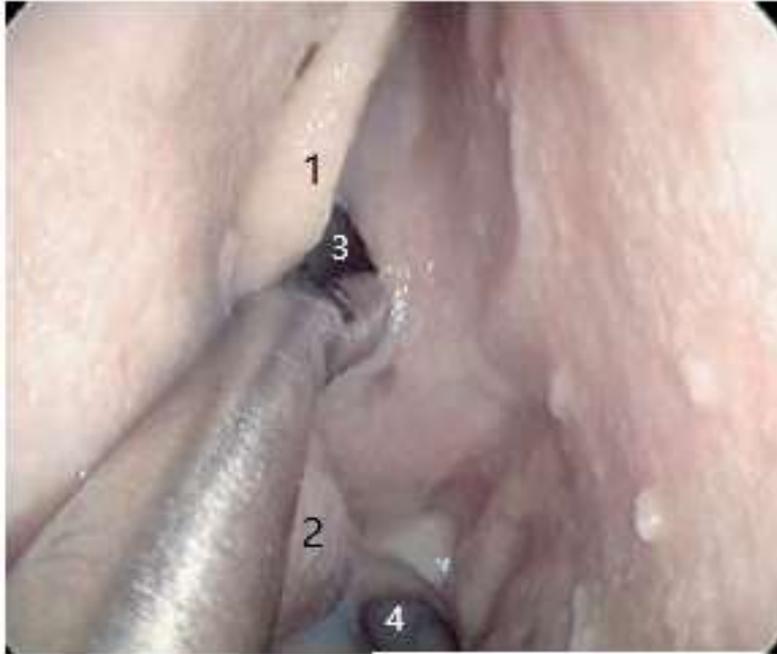


VUE ENDOSCOPIQUE APRES LA LATERALISATION DU CORNET MOYEN MONTRANT LA LOCALISATION DU SINUS SPHENOÏDAL : LE SINUS SPHENOÏDE EST SITUE PRES DE LA LIGNE MEDIANE, 1 CM AU-DESSUS DE LA CHOANE POSTERIEURE, LA OU L'OS EST MINCE. 1 QUEUE DU CORNET MOYEN. 2-CHOANE. 3-OSTIUM SPHENOÏDAL. 4-SEPTUM NASAL. [47]

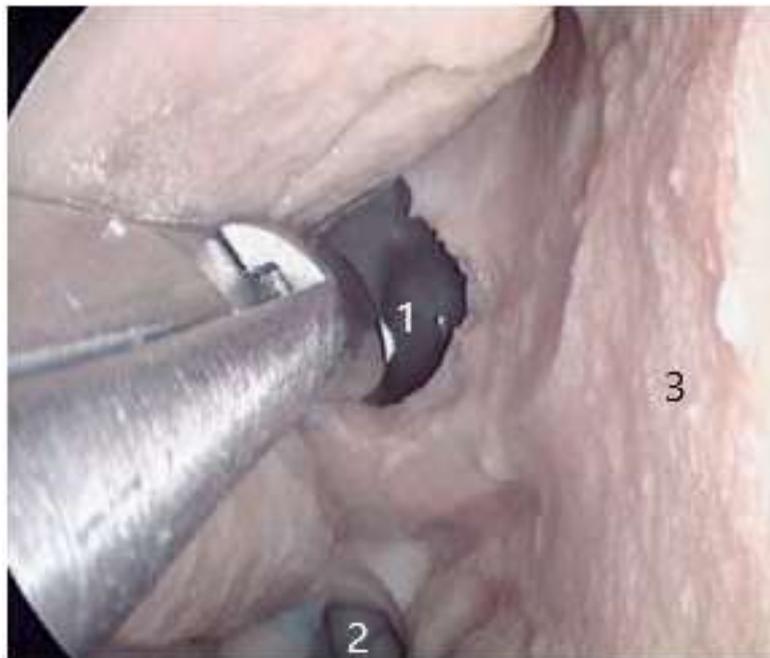


VUE ENDOSCOPIQUE DE LA FOSSE NASALE DROITE MONTRANT L'OSTIUM SPHENOÏDAL APRES LATERALISATION DU CORNET MOYEN : 1-CORNET MOYEN. 2- CORNET SUP. 3-OSTIUM SPHENOÏDAL. 4-CHOANE. 5- SEPTUM. [47]

La sphénoïdectomie est ensuite réalisée en introduisant partiellement l'extrémité d'une pince droite, mors fermés dans l'ostium. Après 3 à 4 mm de progression, cette pince est ouverte en lui imprimant un lent mouvement de rotation. L'orifice ainsi élargi permet l'introduction d'une pince de Citelli afin d'agrandir l'ouverture en dedans et en bas.



LA PINCE DE BLAKESLEY EST OUVERTE AVANT D'ÊTRE RETIRÉE POUR AIDER À OUVRIR L'OSTIUM SPHENOÏDAL : 1-CORNET SUP. 2-CORNET MOYEN. 3-OSTIUM SPHENOÏDAL. 4-CHOANE. [47]



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT L'ÉLARGISSEMENT DE L'ORIFICE SPHENOÏDAL: 1-SINUS SPHENOÏDAL. 2-CHOANE. 3- SEPTUM. [47]

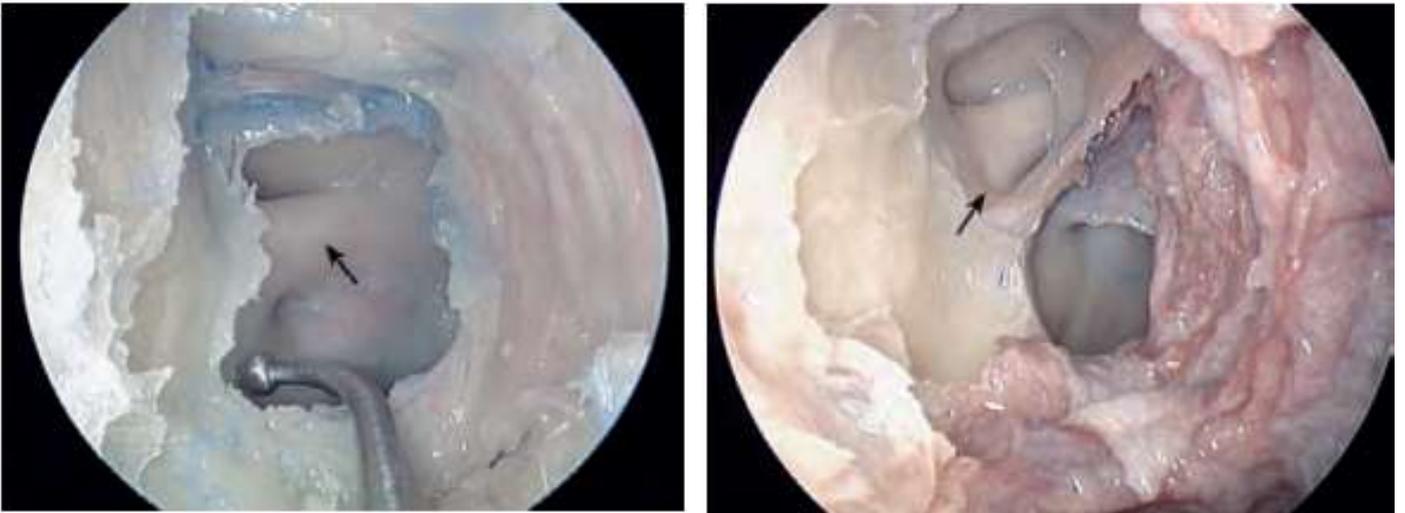


VUE ENDOSCOPIQUE D'UNE SPHENOÏDOTOMIE TYPE I [47]

Une fois la paroi antérieure ouverte, la sinusoscopie sphénoïdale peut avoir lieu. Elle permet d'identifier :

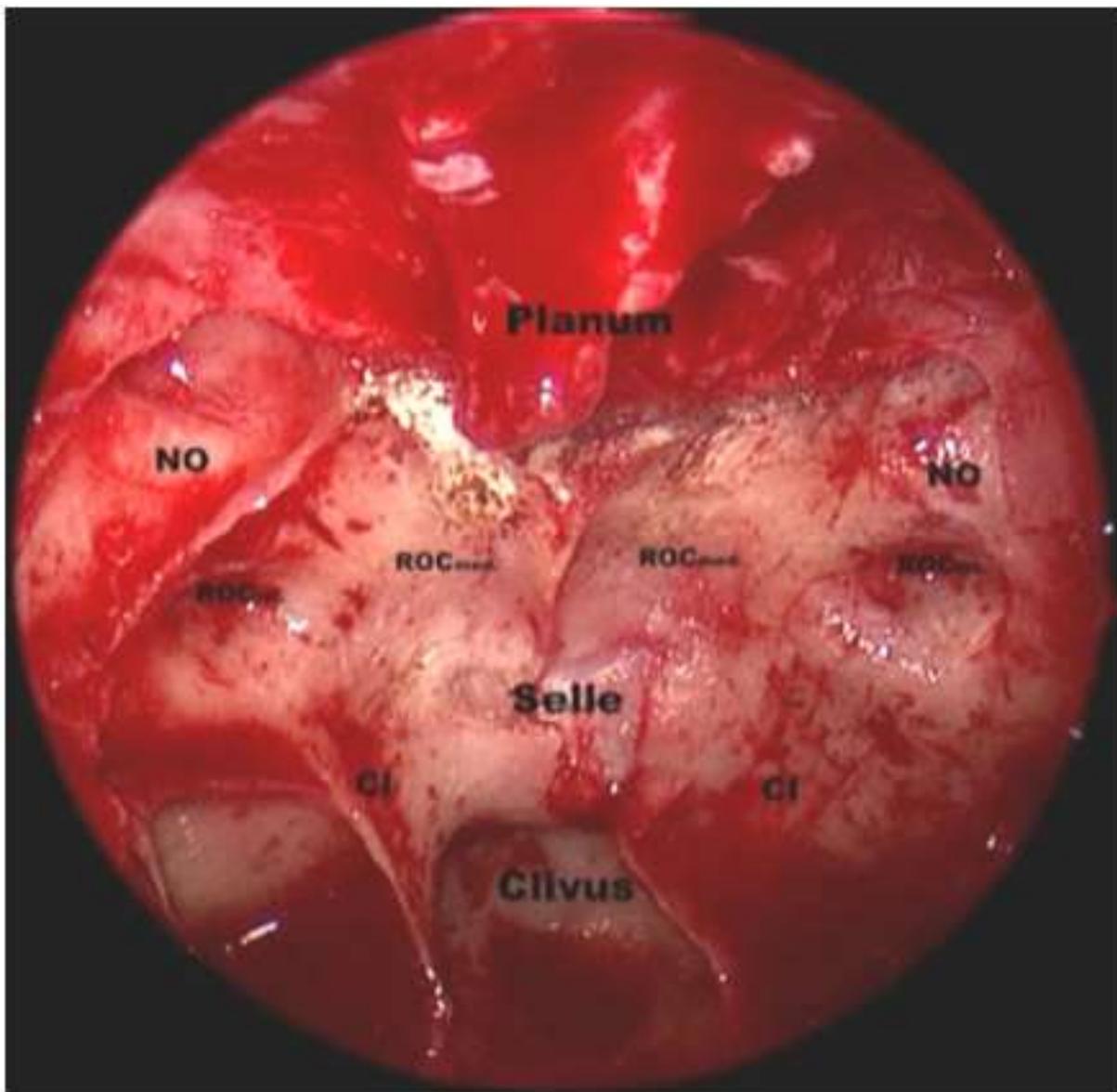
- ↗ Le toit du sinus sphénoïdal qui est le plus souvent en continuité avec le toit ethmoïdal. La partie postérieure et médiale du toit sphénoïdal présente un bombement correspondant au relief de la selle turcique.
- ↗ la paroi latérale du sinus sphénoïdal présente deux reliefs importants:
  - ✓ le relief du nerf optique, en haut, qui peut être dans certains cas dénudé ou procident. Le canal optique est situé dans l'angle postéro-supérieur entre les parois latérale, postérieure et supérieure et croise horizontalement le canal carotidien de dehors en dedans.

- ✓ le relief de l'artère carotide interne, au niveau de la jonction des parois postérieure et latérale. Ce relief est variable et peut se présenter comme un bombement focal de la paroi ou dessiner le trajet intra-caverneux complet de l'artère.
- ▲ la paroi médiale correspond à la cloison inter-sinusale.
- ▲ la paroi inférieure du sinus.



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LE RELIEF DU NERF OPTIQUE (FLECHE) AU NIVEAU DE LA PAROI

LATERALE DU SINUS SPHENOIDAL[47]



L'OUVERTURE LARGE DU SINUS SPHENOIDAL PERMET D'EXPOSER LA SELLE TURCIQUE LIMITEE EN ARRIERE PAR LE CLIVUS, LATERALEMENT LES DEUX ARTERES CAROTIDES INTERNES (CI) SEPARÉES DES NERFS OPTIQUES (NO) PAR LES RECESSI OPTICOCAROTIDIENS MEDIAUX (ROCMED) ET EXTERNES (ROCEXT). L'OUVERTURE DES CELLULES ETHMOIDALES EXPOSE LE PLANUM ET L'ETAGE ANTERIEUR. [58]

# IMPLICATIONS CHIRURGICALES

### **I. Principes généraux en chirurgie endonasale :**

La chirurgie endoscopique des sinus est aujourd'hui considérée comme l'intervention de choix dans le traitement des pathologies nasosinusiennes notamment les sinusites infectieuses ou inflammatoires chroniques. Les objectifs principaux de cette chirurgie sont d'améliorer la ventilation sinusienne et de restaurer le drainage muco-ciliaire, tout en préservant au maximum les structures importantes dont la muqueuse nasosinusienne saine. Ce concept est connu sous le nom de chirurgie fonctionnelle endoscopique sinusienne (FESS pour Functional Endoscopic Sinus Surgery), décrit pour la première fois par Kennedy en 1985 [48].

Ce concept, basé sur la préservation des tissus, a ensuite évolué vers une chirurgie endoscopique fonctionnelle étendue (Extend Endoscopic Sinus Surgery = EESS) ciblant les régions atteintes nasales ou sinusiennes et même les structures voisines comme l'orbite ou la base du crâne, permettant le traitement de pathologies inflammatoires sinusiennes plus étendues mais aussi les tumeurs.

La réalisation de telles chirurgies nécessite une connaissance approfondie de l'anatomie endonasale et des techniques chirurgicales. La réussite de la chirurgie endonasale implique aussi un matériel adapté.

### **II. Installation opératoire en chirurgie endonasale [49]:**

Tout d'abord, la position opératoire dépend de la préférence du chirurgien. Généralement, l'opérateur principal se positionne sur la droite du patient s'il est droitier, et sur la gauche du patient s'il est gaucher. Le patient est en décubitus dorsal, sa tête en position neutre permettant au chirurgien

de travailler dans un plan parallèle au plan de la base du crâne et de limiter les brèches. Le champ opératoire doit être positionné de telle sorte que le front, les yeux, le nez et la lèvre supérieure du patient soient visualisés. Les yeux sont protégés par un collant stérile transparent permettant de détecter l'apparition précoce d'un chémosis ou d'une exophtalmie en cas de blessure ou d'hématome orbitaire. Les yeux peuvent également être palpés lors de l'ethmoïdectomie et de la sinusotomie frontale à la recherche d'une augmentation de la pression intraoculaire (PIO). La palpation nasale est quant à elle, utile lors du fraisage du plancher sinusien frontal et du bec frontal, pour protéger les parties molles de la racine du nez.

Deux options sont possibles pour le chirurgien : la position assise avec nécessité d'un appui-bras pour limiter la fatigue et favoriser des gestes plus précis, ou la position debout. L'aide opératoire se situe en face, de l'autre côté du patient. Le moniteur de la caméra HD est positionné à la tête du patient, de sorte que toute l'équipe chirurgicale puisse le visualiser en même temps. L'équipe anesthésique peut se positionner préférentiellement au pied du patient, à distance de l'équipe chirurgicale.

Les réglages de l'image doivent être effectués via l'endoscope et la caméra : le réglage de la netteté du champ de vision, la réalisation de la balance des blancs et la mise en place d'une vision panoramique avec une profondeur de champs importante sur le moniteur est un prérequis indispensable.

La prise en main de l'endoscope et de la caméra HD s'effectue avec la main non dominante, c'est-à-dire la main la plus proche de la tête du patient. Il peut être maintenu entre le pouce, l'index et le majeur, permettant une plus

grande liberté de mouvement, l'auriculaire pouvant éviter la bascule de l'endoscope. Les autres instruments sont tenus par la main dominante.

Pendant la chirurgie, l'endoscope doit être introduit précautionneusement parallèlement au plancher. Il repose sur le dôme nasal ce qui permet de relever la narine et d'élargir ainsi l'espace pour l'insertion des autres instruments. Ceux-ci sont ensuite introduits sous contrôle endoscopique, en longeant le bord inférieur de l'endoscope dans le vestibule nasal, permettant un contrôle visuel de leur portion distale et la prévention des blessures involontaires de la muqueuse nasale. Lors de changement d'instruments, la position de l'endoscope doit être inchangée, évitant des mouvements inutiles dans le vestibule nasal et limitant les plaies muqueuses [49].

L'image HD de l'endoscope sur le moniteur vidéo doit toujours avoir une orientation verticale standard, quelque-soit l'orientation et l'angulation de l'endoscope (notamment autre que 0°). Par exemple, au cours de l'utilisation d'un endoscope 30°, 45° ou 70° pour accéder au fond du sinus maxillaire en faisant une rotation de la tête de caméra, la position standard à 12 heures est marquée par une encoche triangulaire noire sur l'image circulaire du moniteur, permettant de réajuster la position une fois nécessaire. Cela permet de maintenir une cohérence et une fiabilité dans l'orientation anatomique durant la chirurgie.

En effet, le danger lors de l'utilisation des endoscopes angulés est que l'image semble toujours plus supérieure qu'on ne le pense. Il est donc très important que l'opérateur maintienne la position de l'endoscope bien parallèle

au plancher nasal et qu'il maintienne sa position corporelle en regard de la tête du patient [49].

Les endoscopes rigides utilisés en chirurgie endonasale de l'adulte ont un diamètre de 4 millimètres. Il dispose d'un système de lentille grand angle offrant un champ de vision quasiment deux fois plus important qu'à l'œil nu. Le choix des angulations de l'endoscope dépend des habitudes et des préférences de chaque chirurgien. Classiquement, l'utilisation d'un endoscope 0° est plus simple car il permet une vue directe. L'utilisation des endoscopes angulés 30°, 45° et 70° permet néanmoins l'accès et la visualisation de région non accessible à une vision directe, comme le sinus frontal. Il nécessite cependant une certaine expérience chirurgicale.

### **III. Préparation chirurgicale et anesthésique et limitation du saignement en chirurgie endonasale [50]:**

Le saignement peropératoire est le seul facteur de risque indépendant de reprise chirurgicale en chirurgie endonasale. L'ensemble des mesures dans la préparation anesthésique et chirurgicale en chirurgie endonasale ont pour but de diminuer ce saignement peropératoire. En effet, cela permet une meilleure visualisation peropératoire permettant une augmentation de la précision des gestes, une réduction des risques et du temps opératoire. Cela permet également de minimiser les processus de cicatrisation post-opératoire (sténose, granulations...) et d'obtenir une moindre spoliation sanguine.

D'autres mesures peuvent être associées, en plus d'une dissection endonasale atraumatique, pour limiter le risque de saignement :

- ▲ Le méchage par des topiques vasoconstricteurs adrénalinés (0,1 % voire 0,05 % chez les patients à risque ou chez les enfants). Le méchage est à préférer aux infiltrations car il permet un moindre passage sanguin, limitant le risque de complications. La cocaïne et l'adrénaline sont également très efficaces.
- ▲ L'utilisation de l'acide tranexamique (exacyl®) systémique et/ou local permettant une diminution du saignement de 30 à 40% : une injection systémique d'un gramme est suffisante et une application locale de 100 milligrammes après la chirurgie.
- ▲ Le choix d'une anesthésie adaptée notamment le tiva (total intravenous anesthesia avec du propofol et du remifentanyl) est légèrement préférée.
- ▲ La réduction de la pression ventilatoire positive.
- ▲ Un traitement préalable par des corticoïdes systémiques : environ 30 à 50 milligrammes de prednisolone délivrés 5 à 7 jours avant l'intervention lors de rhinosinusite chronique avec polype sont utilisés notamment en Amérique du Nord.
- ▲ La mise en place d'une position de Trendelenburg inversée, avec une inclinaison de 20 à 30° est recommandée.
- ▲ L'application d'un packing n'est pas indispensable.
- ▲ Le relais ou l'arrêt des traitements anticoagulants dans la période préopératoire.

## **IV. Les principales techniques chirurgicales :**

### **1. Méatotomie moyenne :**

Représente de geste le plus réalisé en chirurgie endoscopique. Il existe deux techniques pour le réaliser, d'arrière en avant et d'avant en arrière [49].

Les indications de la méatotomie moyenne sont les suivantes : les sinusites maxillaires aiguës bloquées, les sinusites maxillaires chroniques fongiques non invasives, les sinusites maxillaires chroniques d'origine dentaire ou sur conflit ostioméatal, la chirurgie de lésions bénignes (polype de Killian, papillome inversé, mucocèle) ou du syndrome de sinus silencieux et enfin l'abord de l'artère sphéno-palatine, au sinus frontal et aux cellules ethmoïdales antérieures.

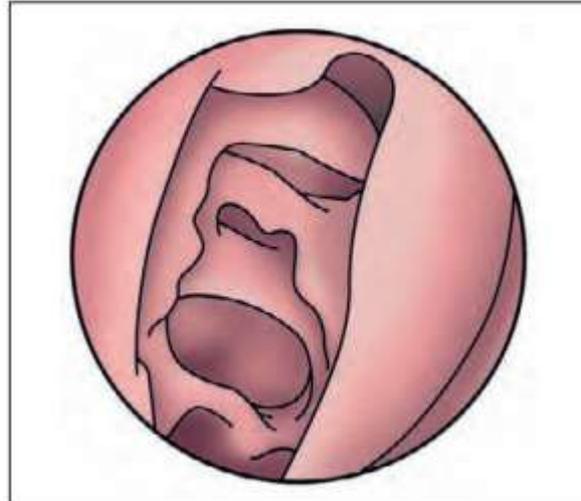


**VUE ENDOSCOPIQUE D'UNE MEATOTOMIE MOYENNE DROITE D'AVANT EN ARRIERE[47]**

### **2. Ethmoïdectomie antérieure :**

L'ethmoïdectomie antérieure permet l'ouverture et la résection de la bulle ethmoïdale et des cellules supra-bullaires ; elle facilite également drainage de l'ethmoïde antérieur. Elle est souvent associée à une unciformectomie et une méatotomie moyenne notamment lorsque celle-ci doit être large [49].

Les indications d'ethmoïdectomie antérieure sont les suivantes : les rhinosinusites ethmoïdales chroniques dont les polyposes nasosinusiennes et la chirurgie de lésions bénignes (polype de Killian, Papillome inversé, mucocèle) et aussi permettre l'accès au sinus frontal.



VUE ENDOSCOPIQUE D'UNE ETHMOIDECTOMIE ANTERIEURE DROITE[47]

### **3. Evidement ethmoïdal complet :**

Indiqué dans la polypose diffuse, invalidante, résistant au traitement médical, pansinusite infectieuse, exérèse tumorale. On procède dans les deux cas à l'ouverture de l'ethmoïde partiellement ou totalement au niveau des cavités nasales réalisant ainsi la nasalisation de ce dernier [49].

### **4. Sinusotomie frontale par voie endoscopique selon Draf :**

Il existe trois types de sinusotomies frontales selon Wolfgang Draf : les Draf I, II (a et b) et III. La chirurgie du sinus frontal reste jusqu'à ce jour la plus difficile à réaliser vu la complexité de l'anatomie de ce dernier et de ses variations anatomiques [51].

Elle trouve sa place devant plusieurs pathologies notamment, les sinusites frontales chroniques ou aiguës compliquées, les mucocèles ethmoïdales, les

papillomes inversés du sinus frontal, et également lors d'un abord de l'étage antérieur par voie endoscopique.

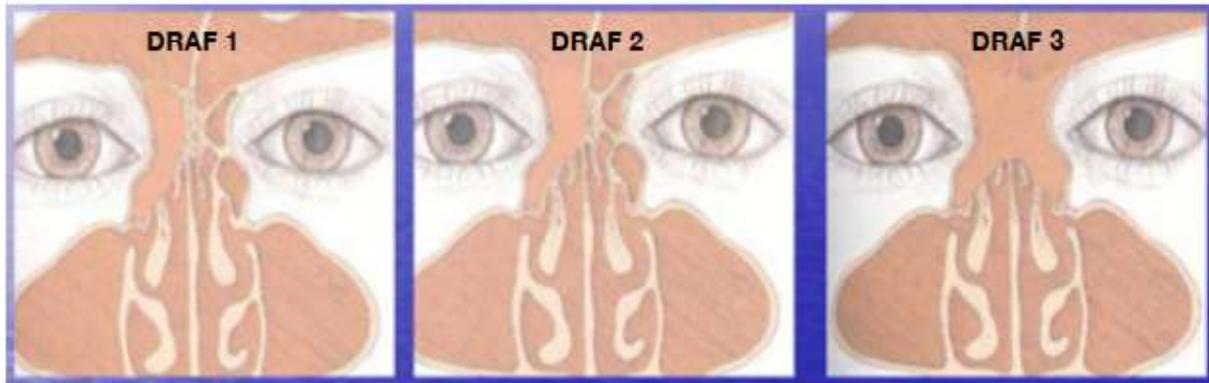


Image montrant les trois types de DRAF

**a. Draf de type I : [51]**

Le Draf de type I consiste en une ethmoïdectomie antérieure avec un élargissement de la région basse du récessus frontal permettant une amélioration de la perméabilité des voies de drainage du sinus frontal sans toucher à l'ostium ni à l'infundibulum frontal et en préservant la muqueuse de la région.

Ses indications sont :

- ▲ dans les cas de sinusite frontale aiguë avec échec d'une ethmoïdectomie antérieure seule, ou lors de complications endocrâniennes ou orbitaires ;
- ▲ dans le cas des sinusites frontales chroniques, lorsque la pathologie frontale est mineure, chez des patients sans facteur de risque de mauvais pronostic (asthme, polypose, triade de Vidal) ;
- ▲ dans les cas de reprise chirurgicale, après échec du drainage frontal par ethmoïdectomie antérieure seule. Cependant, une

chirurgie plus large comme des chirurgies de Draf de type IIB ou III sont souvent préférées.

### **b. Draf de type IIA :**

Le Draf de type IIA est en un drainage étendu du sinus frontal, consistant en une ethmoïdectomie antérieure associée à une ouverture du sinus frontal entre la lame papyracée latéralement et la lame basale du cornet moyen médialement [51,52].

Ses indications sont les suivantes : sinusite frontale aigüe compliquée, mucocèle ou muco-pyocèle frontale médiale, tumeur bénigne du sinus frontal (papillome inversé...).

Il faut préciser que la muqueuse du récessus frontal doit être de bonne qualité et que l'orifice de drainage du sinus frontal doit être assez large (minimum 5 sur 7 millimètres). Si cette taille n'est pas suffisante, un Draf de type IIB est nécessaire pour élargir plus largement la voie de drainage.

### **c. Draf de type IIB : [53]**

Le Draf de type IIB est aussi un drainage étendu du sinus frontal, consistant en une ethmoïdectomie antérieure associée à une ouverture du sinus frontal entre la lame papyracée latéralement et le septum nasal médialement. Un fraisage est indispensable permettant d'élargir la sinusotomie en avant au niveau du bec naso-frontal.

Les indications sont celle du Draf de type IIA : sinusite frontale aigüe compliquée, mucocèle ou muco-pyocèle frontale médiale, tumeur bénigne du sinus frontal (papillome inversé). Lorsque l'orifice de drainage semble trop petit en regard de la pathologie sous-jacente, une extension du drainage dans

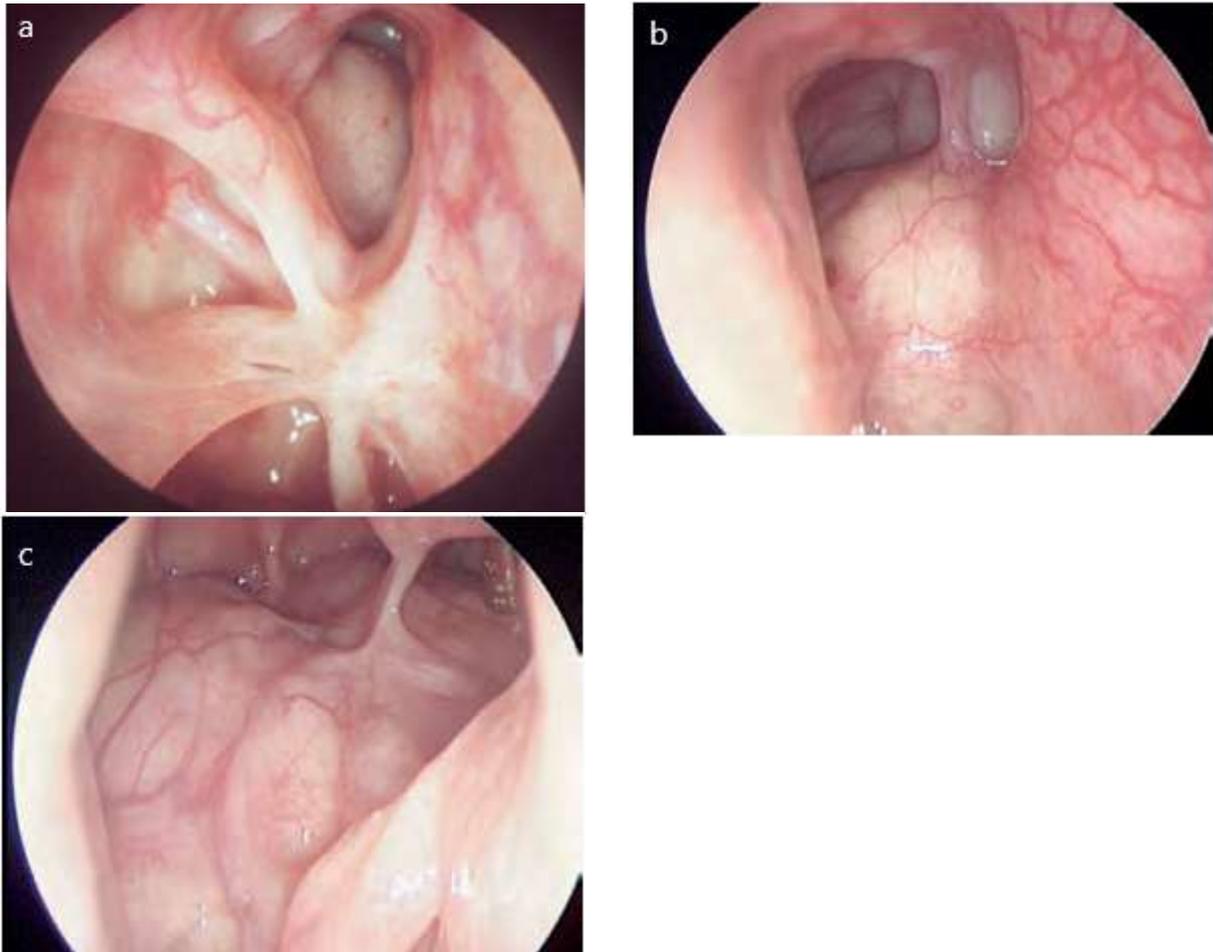
le cadre d'un Draf de type IIB est réalisée. Sa taille limite pour agrandir le récessus frontal est estimée à 5 x 7 mm.

### **d. Draf de type III ou drainage frontal médian :**

Le Draf de type III permet une ouverture complète des deux sinus frontaux dans l'ethmoïde et la cavité nasale. L'objectif est de réaliser une résection large de toutes les structures rétrécissant le récessus frontal. Il est défini par le fraisage du plancher du sinus frontal, du septum nasal et du septum inter-frontal en regard, de l'épine nasale de l'os frontal (ENOF) ou BNF, du processus frontal du maxillaire (PFM) ainsi que par la résection de la partie antérieure du cornet moyen.

Il est maintenant souvent préconisé de mettre sur les surfaces osseuses laissées à nues des lambeaux muqueux libres ou pédiculés permettant de limiter la cicatrisation fibro-muqueuse et la néo-ostéogénèse responsable d'une sténose secondaire

Les indications de drainage endonasal de Draf de type III sont nombreuses. Parmi celles-ci figurent les reprises après échec de sinusotomie frontale sur sinusites frontales chroniques. Il peut aussi s'agir de chirurgies premières chez des patients avec des facteurs de risques importants (mucoviscidose, dyskinésie ciliaire primitive, syndrome de Widal et de Kartagener) ou dont la pathologie sinusienne sous-jacente est majeure (dont les polyposes naso-sinusiennes sévères). La chirurgie de type Draf III permet également l'exérèse de lésions sinusiennes bénignes (papillome inversé, ostéome) et malignes, ainsi que de mucocèles dont l'extension médiale dans le sinus frontal ne dépasse pas le plan de la lame papyracée [53,54,55,56].



VUE ENDOSCOPIQUE MONTRANT LA SINUSOTOMIE FRONTALE TYPE I (A), TYPE II (B), TYPE III (C)

[47]

## 5. Sphenoidotomie :

C'est l'ouverture du sinus sphénoïdal à partir de sa paroi antérieure. Cette technique est utilisée dans la sphénoïdite chronique infectieuse, la balle fongique, les tumeurs et la voie d'abord hypophysaire.



L'ASPECT ENDOSCOPIQUE APRES UNE SPENOÏDOTOMIE[47]

### **6. Septoplastie endoscopique : [57]**

La septoplastie endoscopique trouve son indication surtout devant les déviations septales moyennes et postérieures responsables d'une obstruction nasale ou représentant un obstacle lors d'un abord d'une chirurgie nasosinusienne notamment au cours d'une méatotomie, ethmoïdectomie, ou dacryocystorhistomie...

Dans la littérature, il n'existe pas de technique standardisée de septoplastie endoscopique. Chaque auteur décrit brièvement sa procédure chirurgicale, on retrouve ainsi une grande diversité de techniques.

La septoplastie endoscopique comprend 12 étapes : l'endoscopie diagnostique, l'infiltration sous-périchondrale, l'incision muqueuse à gauche, le décollement sous-périchondral gauche, l'incision cartilagineuse (un demi centimètre en arrière de l'incision muqueuse), le décollement sous-périchondral droit, la résection cartilagineuse antérieure, l'abord septal osseux

postérieur, la prise en charge du pied de cloison, l'endoscopie de contrôle, la fermeture et la mise en place d'attelles [57].

### **7. La turbinectomie inférieure :**

La turbinectomie inférieure est indiquée pour le traitement des obstructions nasales secondaires à une hypertrophie turbinale provoquée par une rhinite allergique après échec du traitement médical.

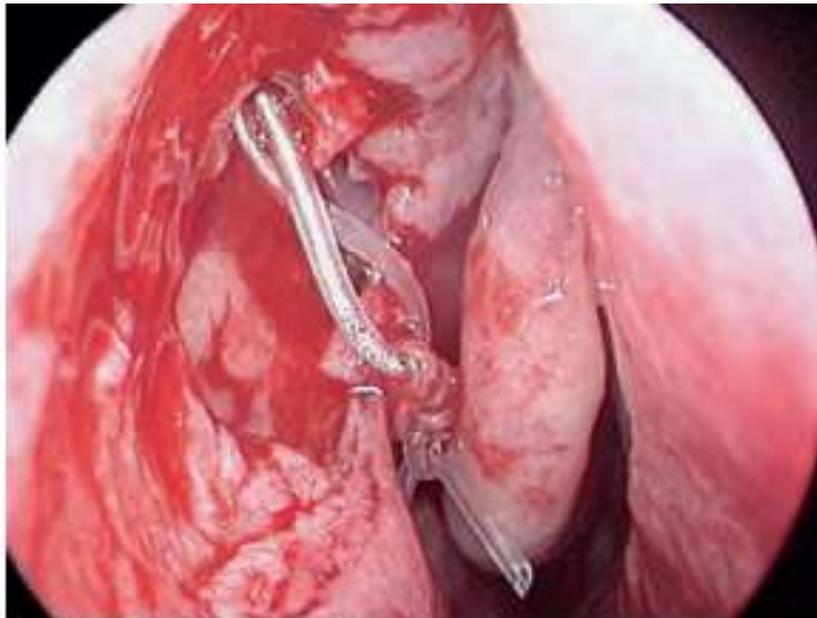


**VUE PER-OPERATOIRE ENDONASALE DES 2 NIVEAUX DE SECTION : PREFEREZ LE NIVEAU LE PLUS**

**BAS.**[59]

### **8. La dacryocystorhinostomie endoscopique :**

Elle a pour but d'aboucher dans la fosse nasale, la voie lacrymale en avant du méat moyen, pour les obstructions du canal lacrymo-nasal et certains obstacles en amont [47].



**LA MISE EN PLACE D'UNE SONDE BICANALICULAIRE APRES UNE DCR PAR VOIE ENDONASALE[47]**

### **9. Chirurgie de l'atrésie choanale :**

L'intervention consiste en l'ouverture postérieure des fosses nasales dans le cavum, lors d'imperforation congénitales, qui peut être fatale par asphyxie si elle est bilatérale.

### **10. Chirurgie de l'étage antérieur de la base du crâne :**

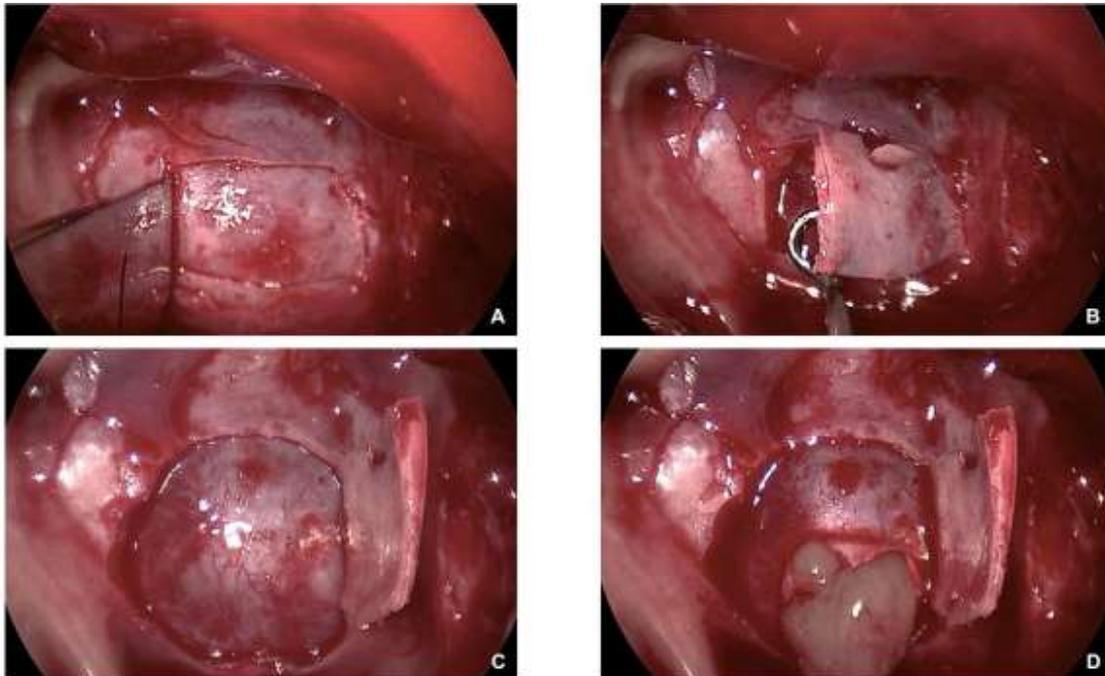
Le concept de l'endoscopie endonasale de la base du crane se caractérise essentiellement par son caractère mini-invasif puisqu'utilisant les filières naturelles que constituent les fosses nasales, et profite de l'apport considérable de l'endoscopie qui permet une amélioration significative de la visualisation du foyer opératoire au plus près de la lésion cible [58].

Les progrès matériels et techniques ont permis d'élargir les indications de la chirurgie endonasale sous guidage endoscopique. Trois indications sont devenues courantes pour leurs abords par voie endoscopique nasale:

- ▲ La rhinorrhée cérébro-spinale qui traduit un défaut laissant couler du liquide céphalo rachidien; les localisations les plus fréquentes

siègent dans la région ethmoïdale antérieure ou à l'insertion supérieure de la lame des cornets. Toutefois, toutes les localisations sont possibles.

- ▲ La chirurgie des méningocèles qui peuvent contenir ou non du tissu cérébral. L'intervention consiste en la réduction de la hernie et la fermeture de la brèche méningée pour éviter la survenue d'infections.
- ▲ L'adenome hypophysaire.



**PHASE SELLAIRE A L'ETAPE DE LA RESECTION ADENOMATEUSE : A : OSTEOTOMIE EMPORTANT LE PLANCHER SELLAIRE. B : OUVERTURE DE LA SELLE TURCIQUE. C : EXPOSITION DE LA DURE-MERE. D : RESECTION DE L'ADENOME[58].**

**COMPLICATIONS DE LA CHIRURGIE**  
**ENDOSCOPIQUE RHINOSINUSIENNE**  
**[60]**

La chirurgie endoscopique par voie endonasale est l'intervention la plus pratiquée dans la pathologie rhinosinusienne. Les complications sont rares, mais potentiellement graves en raison des rapports anatomiques étroits des sinus et des fosses nasales avec l'orbite, l'endocrâne et les carotides [60].

Ses complications doivent être connues et prévenues par une préparation minutieuse de l'intervention dans son indication comme dans sa réalisation et son suivi. Les complications peropératoire souvent bénigne peuvent être parfois dramatiques.

Leur prévention passe par un apprentissage progressif des différentes interventions, une information claire et loyale vis-à-vis du patient et une réalisation minutieuse des techniques opératoires.

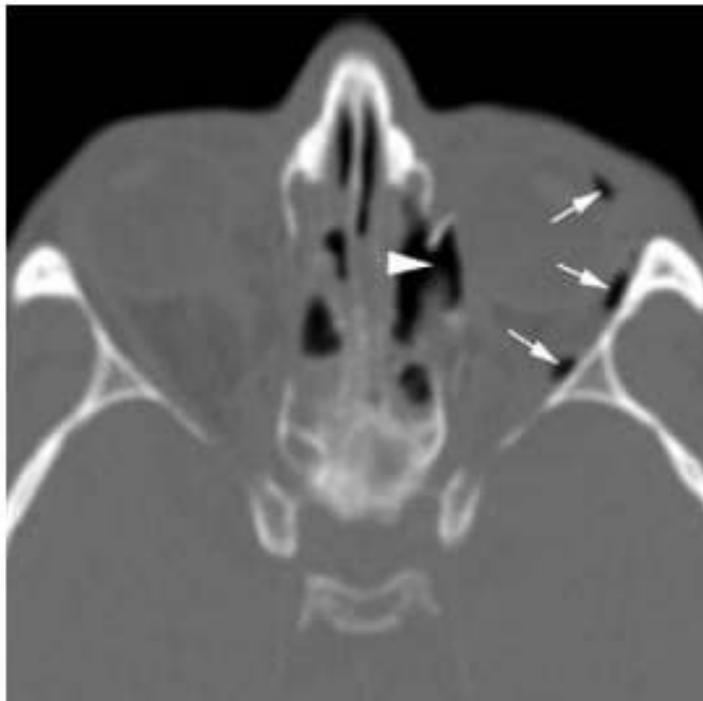
### **I. Complications orbitaires :**

#### **1. Effraction de la paroi orbitaire :**

C'est le mécanisme le plus courant des complications orbitaires [61]. L'effraction se fait le plus souvent au niveau de la lame orbitaire. La lame orbitaire sépare l'orbite et son contenu des sinus ethmoïdaux. Elle compose la portion principale de la paroi interne de l'orbite en association avec, d'avant en arrière, le processus frontal du maxillaire et l'os lacrymal. La périorbite est le dernier rempart protégeant l'orbite des sinus de la face. C'est un tissu épais et fibreux adhérant aux sutures osseuses où il fusionne avec le périoste. Sa réflexion au niveau du tarse est appelée septum orbitaire. Les effractions sont favorisées par une déhiscence congénitale ou post-traumatique de la lame orbitaire, ou encore par les variations anatomiques du processus unciné. Lorsqu'elle est présente, la pneumo-orbite affirme l'effraction osseuse.

Deux cas de figure se présentent :

- ▲ En cas d'effraction mineure de la périorbite, sans véritable pénétration, la symptomatologie régresse le plus souvent sans aucune exploration ni intervention complémentaire [62]. Dans ce cas, l'utilisation de produits à base d'huile minérale doit être proscrite en intranasal. En effet, si des fragments de produit passent par la brèche jusque dans l'orbite, une réaction à corps étrangers ou paraffinome se développe.
- ▲ Dans les fausses routes orbitaires massives, les conséquences sont souvent désastreuses. L'arrêt de l'intervention s'impose alors avec un examen ophtalmologique au décours complété d'un scanner orbitaire.



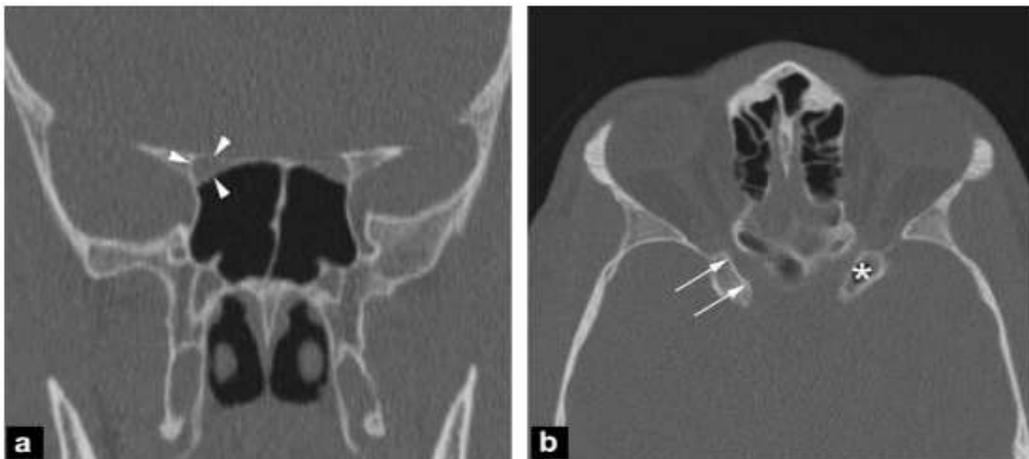
**TDM AXIALE FENETRE OSSEUSE. LA PRESENCE D'AIR DANS L'ORBITE OU PNEUMORBITE (FLECHES) SIGNE UNE COMMUNICATION AVEC UNE CAVITE AEREE. L'EFFRACTION DE LA LAME ORBITAIRE (TETES DE FLECHE) EST LA CAUSE LA PLUS COMMUNE. [60]**



EMPHYSEME PERIORBITAIRE GAUCHE POSTOPERATOIRE. [47]

## 2. Blessure du nerf optique :

C'est la plus dramatique des complications orbitaires [63,64]. Elle est rarissime mais très grave car si le nerf est lésé, les chances de récupération sont quasi inexistantes. Elle doit être évitée par l'analyse de la tomodensitométrie préopératoire qui peut révéler une variante anatomique dangereuse et par une progression minutieuse dans la région ethmoïdale postérieure qui doit être immédiatement interrompue en cas de doute sur la localisation des instruments.



CANAL OPTIQUE, TDM EN FENETRE OSSEUSE : A : COUPE CORONALE, LE CANAL OPTIQUE EST SITUE ENTRE LA RACINE SUPERIEURE ET INFERIEURE DE LA CLINOÏDE ANTERIEURE (TETES DE FLECHE) B : COUPE AXIALE, CANAL OPTIQUE (FLECHES), CLINOÏDE ANTERIEURE PNEUMATISEE (\*).[60]

### 3. Hématome intra-orbitaire :

L'hématome orbitaire est causé par une effraction de la paroi orbitaire à travers la lame orbitaire avec ou sans atteinte de la périorbite [65]. L'hématome est rétrobulbaire et est le plus souvent la conséquence d'une lésion veineuse qu'artérielle. Les hématomes d'origine veineuse sont à faible pression et sont souvent spontanément régressifs sous surveillance. Les hématomes d'origine artérielle apparaissent plus rapidement et sont responsables d'une hyperpression intra-orbitaire élevée. La baisse d'acuité visuelle est due à l'augmentation de pression intra-orbitaire qui compromet l'apport vasculaire au nerf optique très sensible à l'ischémie.

L'hématome rétrobulbaire est alors marqué par une exophtalmie, une anisocorie et une baisse de l'acuité visuelle consécutive à la compression de l'hématome sur le nerf optique et son apport artériel.

Un hématome d'origine artérielle sans effraction orbitaire est possible en cas de lésion de l'artère ethmoïdale antérieure ou postérieure dans les fosses nasales avec rétraction du segment proximal dans l'orbite par le canal de l'artère éthmoïdale correspondant. Le saignement n'est pas visualisé directement par le chirurgien. La pression augmente rapidement dans l'orbite et comprime l'apport vasculaire et le nerf optique. Le délai pour la décompression orbitaire est très court. Le traitement en urgence consiste à drainer l'hématome et à libérer les attaches antérieures par canthotomie et cantholyse latérale.



UN PATIENT QUI VIENT DE SUBIR UNE CANTHOTOMIE LATÉRALE ET UNE CANTHOLYSE INFÉRIEURE  
POUR UNE HÉMORRAGIE RÉTRO-ORBITAIRE[47]

#### 4. Baisse d'acuité visuelle et cécité : [63,64]

La cécité est la complication dramatique de cette chirurgie. La première cause est l'hématome intra-orbitaire que nous avons vu précédemment. La diminution de l'apport sanguin au nerf optique par un hématome est tolérée pendant une heure à une heure et demie quand elle est de nature veineuse et environ une demi-heure quand elle est d'origine artérielle.

Le massage oculaire pour répartir l'hématome dans l'ensemble de la cavité orbitaire est discuté. La surveillance répétée du patient est indispensable avec décompression d'orbite par voie externe en cas d'aggravation des troubles.

La deuxième cause est l'effraction orbitaire avec lésion directe par les instruments du nerf optique ou de l'artère ophtalmique. La puissance des nouveaux instruments, si utile dans les cavités sinusiennes, peut s'avérer très destructrice dans l'orbite avant même que le chirurgien ne se rende compte de la fausse route. Le siège courant de la fausse route est la lame orbitaire avec dilacération du muscle droit interne et progression à l'intérieur du cône

orbitaire jusqu'au nerf optique. La lésion directe du nerf optique ou de l'artère ophtalmique est responsable de cécités définitives.

La troisième cause est la blessure directe du nerf optique dans le canal optique au cours de la chirurgie du sphénoïde. L'hyperpneumatisation du sphénoïde et la procidence et déhiscence du nerf optique, une cellule d'Onodi favorisent ces lésions du nerf optique. Parfois le mécanisme n'est pas un traumatisme direct, mais la conséquence d'un trait de fracture irradié entraînant un hématome dans le canal optique. Les facteurs favorisants sont dans ce cas la coque osseuse du canal qui peut être très fine et une cloison inter-sphénoïdale implantée sur le canal optique.



**TDM AXIALE EN FENETRE OSSEUSE. CANAUX OSSEUX DES ARTERES ETHMOÏDALES ANTERIEURE**

**(EA) ET POSTERIEURE (EP) AU SEIN DE L'ETHMOÏDE. [60]**

### 5. Diplopie : [66]

La diplopie est la résultante de l'atteinte du muscle droit interne ou de l'oblique supérieur qui sont les muscles les plus exposés aux complications de la chirurgie endonasale. Le droit interne est directement au contact de la paroi interne de l'orbite et chemine à la portion moyenne de la lame orbitaire. Le muscle grand oblique est plus haut situé dans l'orbite, mais peut être lésé en cas d'effraction haute ou de trajet oblique très ascendant. Les sections sont partielles ou complètes. Le résultat de la réparation musculaire est souvent décevant. L'anesthésie locale orbitaire peut entraîner des troubles visuels temporaires à titre de diplopie ou d'anisocorie.

### II. Brèche de l'étage antérieur :

Les fistules de la base du crâne peuvent se produire au cours de toutes les techniques d'ethmoïdectomie, les abords du sinus frontal et plus rarement les sphénotomies. Celle-ci se produit essentiellement à la jonction entre la paroi postérieure du sinus frontal et le toit de l'ethmoïde. Si elle a été méconnue en peropératoire, c'est l'apparition au réveil de céphalées violentes ou encore d'une rhinorrhée cérébrospinale qui doit attirer l'attention. La gravité de cette complication souligne l'importance d'une analyse préopératoire minutieuse du scanner en coupes coronales à la recherche d'une anomalie de hauteur du toit de l'ethmoïde ou d'une déhiscence spontanée. La pneumocéphalie traduit la déhiscence osseuse et dure-mérienne et est un signe indirect de brèche important à rechercher. Le patient étant en décubitus, l'air sera à rechercher en frontal. La fausse route fait courir un risque de fuite de LCS, de méningite, de contusion parenchymateuse, et surtout d'hémorragie

méningée par lésion des artères cérébrales antérieures. Le traitement des fuites de LCS sera traité de la même façon que les formes spontanées ou traumatiques [67].



TDM CORONALE FENETRE OSSEUSE. LA PRESENCE D'AIR DANS LE CRANE OU PNEUMOCEPHALIE (FLECHE) SIGNE UNE COMMUNICATION AVEC UNE CAVITE AEREE. L'EFFRACTION DE L'ETAGE ANTERIEUR (TETE DE FLECHE) EST LA CAUSE LA PLUS COURANTE DANS LES COMPLICATIONS DE LA CHIRURGIE. [60]

### III. Lésions cérébrales et des vaisseaux cérébraux :

L'artère cérébrale antérieure est très proche de l'étage antérieur. Une fausse route peut entraîner une lésion anévrysmale avec hémorragie sous-arachnoïdienne [68,69]. Un spasme artériel est également possible. Le spasme est la complication classique de l'hémorragie sous-arachnoïdienne et son traitement est d'abord médical et éventuellement endovasculaire. Il peut être responsable de lésion ischémique. Le traitement des anévrysmes est urgent pour éviter le resaignement. Il est neurochirurgical ou endovasculaire. Les lésions vasculaires sont mises en évidence par les techniques d'angiographie

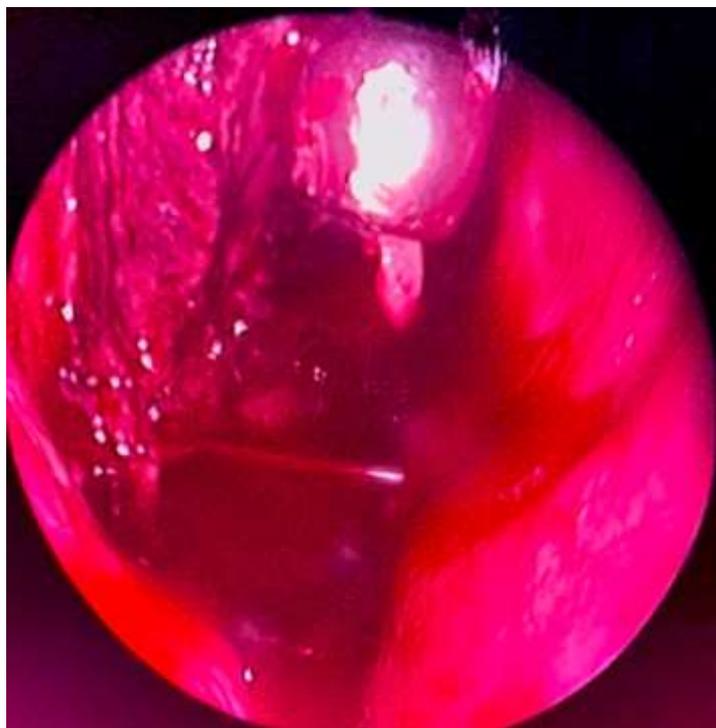
scannographique, IRM ou conventionnelle. À un stade de plus, on peut observer une pénétration intra-parenchymateuse des instruments. Les conséquences en sont une contusion hémorragique, un hématome ou une cavité porencéphalique. Le diagnostic est posé en urgence grâce au scanner qui montre une hyperdensité spontanée des espaces sous arachnoïdiens en cas d'hémorragie sous-arachnoïdienne ou une lésion parenchymateuse sous forme d'hyperdensité entourée d'hypodensité d'œdème en cas de contusion hémorragique et d'hématome. Une cavité porencéphalique contenant du LCS ou de l'air est observée si une aspiration intempestive intra-parenchymateuse est pratiquée. Les séquelles cérébrales parenchymateuses traumatiques sont parfois responsables à distance de troubles des fonctions supérieures ou de crises d'épilepsie.

### **IV. Épistaxis :**

L'hémorragie est une des complications les plus courantes de la chirurgie des sinus. Comme nous l'avons déjà vu, la préparation du patient est importante pour minimiser cette complication, que ce soit l'anesthésie, le maintien de la pression sanguine à des valeurs normales et les vasoconstricteurs locaux. Toute hémorragie incontrôlée favorise la survenue d'autre complication en masquant les repères anatomiques normaux.

En peropératoire, le saignement peut être diffus ou localisé. Diffus, il traduit un saignement d'origine muqueux par manque de préparation du patient. Un tamponnement de la cavité opératoire avec du sérum adrénaliné stoppe le saignement dans la majorité des cas. Localisé, il traduit une plaie artérielle. Il peut s'agir de l'atteinte de l'artère sphénoalatine ou de l'une de ses branches, ou bien des artères ethmoïdales antérieure ou postérieure. La

plupart des saignements sont contrôlés en peropératoire par hémostase à la pince bipolaire ou en postopératoire par des techniques de méchage et de tamponnement antérieur ou postérieur. En cas de persistance du saignement, la ligature des artères ethmoïdales ou l'embolisation d'hémostase est proposée. Devant un saignement massif et répété, une plaie de la carotide interne doit être évoquée si l'intervention a porté sur la région ethmoïdale postérieure et sphénoïdale [70].



**IMAGE ENDOSCOPIQUE MONTRANT UNE LESION D'UNE BRANCHE DE L'ARTERE SPHENOPALATINE AVEC SAIGNEMENT TRES ABONDANT (IMAGE DU SERVICE ORL CHU DE FES)**

L'hyperpneumatisation du sphénoïde, la procidence et la déhiscence du canal carotidien, une cloison sphénoïdale s'insérant sur le canal carotidien ou une cellule d'Onodi sont des facteurs prédisposant à ces complications.

Les conséquences des lésions du canal carotidien sont la plaie simple de la carotide interne, la dissection, les anévrismes traumatiques et les fistules carotido-caverneuses. Les dissections peuvent conduire à des lésions

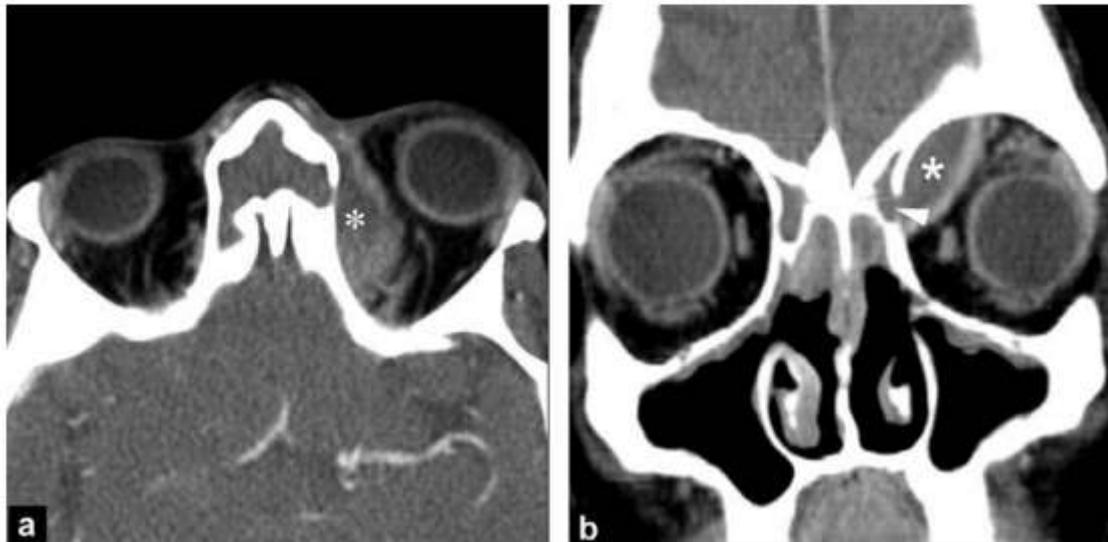
ischémiques cérébrales par thrombose complète, sténose de la lumière ou embolie à partir de l'hématome de paroi. Les anévrismes traumatiques sont cause d'épistaxis qui peuvent être foudroyantes. Les fistules entraînent une symptomatologie bien connue d'exophtalmie pulsatile. Le traitement en urgence des lésions anévrismales rompues consiste en un traitement endovasculaire. La technique la plus ancienne est le clampage carotidien par ballonnet après test de bonne tolérance à l'occlusion. Plus récente, la pose de stent couvert permet de conserver la perméabilité de la carotide interne.

### **V. Complications infectieuses :**

#### **1. Orbitaires :**

Ces complications infectieuses orbitaires sont secondaires à des brèches avec contamination bactérienne. Le traitement des poussées aiguës préopératoires diminue le risque de complications infectieuses. En cas de pénétration orbitaire, si la périorbite est respectée, il se développe un abcès sous-périosté. Le scanner montre alors une collection hypodense au contour latéral convexe et bien limité.

Lorsque la périorbite est rompue, il se développe un abcès intra-orbitaire ou une cellulite orbitaire. Le scanner montre alors une collection hypodense avec prise de contraste périphérique en cas d'abcès collecté et en cas de cellulite, une opacité mal limitée infiltrant la graisse orbitaire et entraînant une exophtalmie. Une myosite est parfois associée, elle est dépistée par une augmentation de taille du muscle avec prise de contraste inflammatoire.



ABCES SOUS-PERIOSTE, FIEVRE ET DIPLOPIE A TROIS JOURS DE L'INTERVENTION : A : TDM AXIALE AVEC INJECTION EN FENETRE PARENCHYMATEUSE, FORMATION HYPODENSE (ASTERISQUE) AUX CONTOURS REGULIERS CORRESPONDANT A UN ABCES SOUS-PERIOSTE : B : TDM CORONALE AVEC INJECTION EN FENETRE PARENCHYMATEUSE, DEHISCENCE OSSEUSE (TETE DE FLECHE COMMUNIQUANT AVEC L'ABCES SOUS-PERIOSTE. PAS D'ANOMALIE DE LA GRAISSE ORBITAIRE.

[60]

## 2. Empyème, abcès cérébral et méningite :

Ici aussi, le mécanisme repose sur une pénétration de la barrière osseuse avec ensemencement bactérien. Si la dure-mère est respectée, il peut se former un empyème extradural. La dure-mère franchie, il peut se former un empyème sous-dural. Cette localisation de l'empyème est potentiellement plus grave, car la dure-mère n'est pas présente pour limiter l'extension vers les veines corticales, les sinus veineux et le parenchyme cérébral. La méningite non compliquée ne nécessite pas d'exploration radiologique [71].

## CONCLUSION

L'anatomie des cavités nasosinusiennes est complexe. Néanmoins, sa connaissance et sa maîtrise sont essentielles pour le clinicien afin de comprendre la physiopathologie des affections nasosinusiennes, mais également pour le chirurgien afin de réaliser une prise en charge chirurgicale efficace sans léser les structures nobles situées à la périphérie des sinus. L'imagerie sinusienne, essentiellement représentée par le scanner sans injection, et qui tend à être supplantée par le CBCT est un outil précieux pour étudier l'anatomie, comprendre la pathologie et planifier au mieux la prise en charge chirurgicale.

Les avantages de la chirurgie endonasale endoscopique par rapport aux abord classiques qu'ils soient par voie externe ou microscopique sont vastes, mais cela ne dispense pas du fait qu'elle présente également un risque chirurgical et des complications.

Les complications de la chirurgie des sinus sont relativement rares, mais parfois dramatiques. La prévention repose sur l'examen clinique et scanographique préopératoire. Les incidents les plus courants sont les fausses routes vers l'orbite et l'étage antérieur et les hémorragies. Ils sont le plus souvent reconnus en peropératoire et traités dans le même temps.

## RESUME

La connaissance approfondie de l'anatomie endoscopique naso-sinusienne est un prérequis indispensable à l'analyse préopératoire ainsi qu'à la compréhension des techniques chirurgicales. Sa complexité et sa variabilité interhumaine expliquent les difficultés et le challenge proposé au chirurgien rhinologiste.

Dans ce travail, nous avons souhaité, au-delà de la présentation de l'anatomie descriptive classique, faire le point sur les principales notions d'anatomie chirurgicale et sur les éléments clés de l'endoscopie du nez et des sinus. Nous avons insisté sur les nouvelles nomenclatures, notamment du système ethmoïdo-frontal, afin de permettre une plus grande adéquation avec la nomenclature utilisée dans les publications internationales. Les nombreuses illustrations présentées permettent au lecteur de se familiariser avec l'anatomie normale et attirent son attention sur les principales variantes anatomiques qui peuvent être rencontrées, dans le but d'améliorer la prise en charge des patients souffrant de troubles naso-sinusiens en fournissant des diagnostics plus précis, des plans de traitement adaptés et en contribuant au développement continu de cette discipline médicale.

L'intérêt de la chirurgie endonasale endoscopique n'est plus aujourd'hui à démontrer. Ainsi, les pathologies septales, turbinales, maxillaires et lacrymales communes à nos spécialités de la face, en bénéficient largement de nos jours. À l'instar des autres spécialités, la chirurgie endonasale endoscopique permet une approche moins délabrante visant à préserver les propriétés physiologiques de la muqueuse nasale, à limiter les complications chroniques et le préjudice esthétique des voies externes. Elle impose toutefois une bonne maîtrise anatomique afin d'éviter les

complications chirurgicales qui sont relativement rares, mais parfois dramatiques.

Par conséquent, les études anatomiques telles que celle décrite dans ce travail sont extrêmement importantes pour le développement de cette méthode d'accès.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Philipp Bozzini's "Lichtleiter, eine Erfindung zur Anschauung innerer Theile und Krankheiten", in Journal der praktischen Heilkunde, Berlin 1806.
2. Peter Paul Figdor, "Johann Georg Ilg's « Viennese model »". In: The development of endoscopy in the 19th century and the report of the original Bozzini Light Conductor from the USA to Vienna.
3. Peter Paul Figdor: The Development of Endoscopy in the 19th century. Tuttlingen, 2004, pp 129, , 83-85
4. "Segalas's Speculum." EAU European Museum of Urology, [history.uroweb.org/history-of-urology/diagnosis/looking-into-thebody/segalass-speculum/](http://history.uroweb.org/history-of-urology/diagnosis/looking-into-thebody/segalass-speculum/)
5. Peter Paul Figdor: The Development of Endoscopy in the 19th century. Tuttlingen, 2004, pp 129, s. d., 129.
6. "Desormeaux's Endoscope." EAU European Museum of Urology, [history.uroweb.org/history-of-urology/diagnosis/looking-into-thebody/desormeauxs-endoscope/](http://history.uroweb.org/history-of-urology/diagnosis/looking-into-thebody/desormeauxs-endoscope/).
7. Antonin J. Desormeaux "De l'endoscope et de ses applications au diagnostic et au traitement des affections de l'urèthre et de la vessie". Paris 1865.
8. Maximilian Nitze, "On a new illumination method of the cavities of the human body". In: Wiener Medizinische Wochenschrift 26, 1879
9. Matthias Reuter, Hans J. Reuter, Rainer Engel: History of Endoscopy, pp 159-275, s. d., 159-275

10. "Nitze's Cystoscope." EAU European Museum of Urology, [history.uroweb.org/history-of-urology/diagnosis/looking-into-thebody/nitzes-cystoscope/](http://history.uroweb.org/history-of-urology/diagnosis/looking-into-thebody/nitzes-cystoscope/).
11. Bachmann W, Legler U. Studies on the Structure and Function of the Anterior Section of the Nose by Means of Luminal Impressions. *Acta Otolaryngol* 1972;73(5):433-42.
12. Tisserant J, Wayoff M. La Valve Nasale. *Cahiers d'ORL* 1986;21(4):241-268.
13. Cole P. Rhinomanometry 1988: Practice and Trends. *Laryngoscope* 1989;99(3):311-5.
14. Cole P. Nasal and Oral Airflow Resistors. Site, Function, and Assessment. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;118(8):790-3.
15. Masing H. Pathophysiology of the Nasal Airflow. *Int rhinology* 1967;5:63-67.
16. Warren DW, Hinton VA, Pillsbury HC, 3rd, Hairfield WM. Effects of Size of the Nasal Airway on Nasal Airflow Rate. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1987;113(4):405-8.
17. Klossek J, Serrano E, Desmons C, Percodani J. Anatomie Des Cavités Nasosinusiennes. *Encycl. Méd. Chir., Oto-Rhino-Laryngologie* 1997;20-265-A-10.
18. P Bonfils, *GUIDE D'ORL* 2019
19. P Cappabianca, A Alfieri, E de Divitiis, M Tschabitscher, *Atlas of Endoscopic Anatomy for Endonasal Intracranial Surgery* 2001.
20. M. Tschabitscher and R. J. Galzio, *Endoscopic Endonasal Transsphenoidal Surgery* 2003.

21. FRANK H. NETTER, MD Atlas d'anatomie humaine, 6 édition, 2015
22. Williams M. Radio-anatomie des cavités naso-sinusiennes. In: Dubrulle F, Martin-Duverneuil N, Moulin G, editors. Imagerie en ORL. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010. p. 3-14.
23. Klossek JM, Fontanel JP, Dessi P, Serrano E. Chirurgie endonasale sous guidage endoscopique. Paris: Masson; 1991.
24. Ferrié JC, Klossek JM. L'imagerie des sinus de la face et du massif facial: stratégies d'exploration. J Radiol 2003;84:963-7.
25. Saint-Pierre F. Tomographie volumique à faisceau conique de la face. Rapport d'évaluation technologique. Haute Autorité de santé, 2009. 74p. Disponible sur [www.has-sante.fr/portail/jcms/c899075/fr/rapport-cone-beam-version-finale](http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c899075/fr/rapport-cone-beam-version-finale).
26. Sargi ZB, Casiano RR. Surgical anatomy of the paranasal sinuses. In: Rhinologic and sleep apnea surgical techniques. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2007. 10p. Format PDF. Disponible sur [www.springer.com/cda/content/./9783540340195-c1.pdf](http://www.springer.com/cda/content/./9783540340195-c1.pdf).
27. Marsot-Dupuch K, Meyer B. Les variantes anatomiques des sinus de la face. In: Marsot-Dupuch K, Portier F, editors. Les sinus de la clinique à l'image. Paris: Sauramps Médical; 2001. p. 11-226.
28. Klossek JM, Desmons C, Serrano E, Percodani J. Anatomie des cavités nasosinusiennes. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Oto-rhino-laryngologie 1997;1-0 [20-265-A-10].
29. Freche C, Fontanel JP. L'obstruction nasale. Rapport de la Société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale. Paris: Arnette; 1996.

30. Michel J, Antonini F, Varoquaux A, Moreddu E, Dessi P. Chirurgie des sinus maxillaire en dehors des traumatismes et des tumeurs. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Tête et cou, 46-140, 2013; 8(1): 1-11.
31. Jimenez-Chobillon A, Jankowski R. Chirurgie du sinus frontal (tumeur et traumatismes exclus). EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Tête et Cou, 46-160, 2005.
32. Yanagisawa E, Smith H. Normal radiographic anatomy of the paranasal sinuses. *Otolaryngol Clin North Am* 1973; 6: 429-57. Skull
33. Marsot-Dupuch K, B. M. Les variantes anatomiques de la face. In: Médical S, ed. Les sinus, de la clinique à l'image. Montpellier, 2001
34. Earwaker J. Anatomic variants in sinonasal CT. *Radiographics* 1993; 13: 381-415
35. Bolger WE, Butzin CA, Parsons DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1991; 101: 56-64
36. Bolger WE, Woodruff WW, Jr., Morehead J, Parsons DS. Maxillary sinus hypoplasia: classification and description of associated uncinata process hypoplasia. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990; 103: 759-65
37. Reicher MA, Bentson JR, Halbach VV, Lufkin R, Hepler RS. Pneumosinus dilatans of the sphenoid sinus. *AJNR Am J Neuroradiol* 1986; 7: 865-8.
38. Kennedy D, Zinreich S, Hassab M. The Internal Carotid Artery as It Relates to Endonasal Sphenoidectomy. *Am J Rhinol* 1990; 4: 7-12

39. P Lehmann, R Bouaziz, C Page, M Warin, G Saliou. Cavités sinusiennes de la face: aspect scanographique des variantes anatomiques et leur risque chirurgical 2009
40. DeLano MC, Fun FY, Zinreich SJ. Relationship of the optic nerve to the posterior paranasal sinuses: a CT anatomic study. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996;17: 669-75.
41. Hudgins PA. Complications of endoscopic sinus surgery. The role of the radiologist in prevention. *Radiol Clin North Am* 1993;31:21-32.
42. Marsot-Dupuch K, Genty E. Les variantes anatomiques des sinus de la face. *J Radiol* 2003; 84:357-367.
43. Laine FJ, Smoker WR. The ostiomeatal unit and endoscopic surgery: anatomy, variations, and imaging findings in inflammatory diseases. *AJR Am J Roentgenol* 1992;159:849-57
44. Martin Hitier, Vincent Patron, Chirurgie endoscopique endonasale. chapitre 2 " le matériel ". Elsevier Masson, édition 2021.
45. Klossek JM, Fontanel JP, Dessi P, Serrano E (eds). Chirurgie endonasale sous guidage endoscopique chapitre 5. 3ème édition. Paris, Masson, 2004
46. Klossek JM, Fontanel JP, Dessi P, Serrano E (eds). Chirurgie endonasale sous guidage endoscopique chapitre 6. 3ème édition. Paris, Masson, 2004
47. Simmen D, Jones N, Manuel of Endoscopic Sinus Surgery and its extended applications 2005.
48. Kennedy DW. Functional Endoscopic Sinus Surgery: Technique. *Arch Otolaryngol.* 1 oct 1985;111(10):643-9

49. Rainer WEBER, Werner HOSEMANN, Thomas KÜHNEL,. Hands-On Dissection Guide on ENDOSCOPIC ENDONASAL SINUS SURGERY. Endo-Press GmbH; 2017. 75 p.
50. Weber RK, Hosemann W. Comprehensive review on endonasal endoscopic sinus surgery. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2015;14:Doc5-8.
51. Pundir V, Pundir J, Georgalas C, Fokkens WJ. Role of tranexamic acid in endoscopic sinus surgery – a systematic review and meta-analysis. *Rhinology.* déc 2013;51(4):291-7.
52. Weber R, Draf W, Kratzsch B, Hosemann W, Schaefer SD. Modern concepts of frontal sinus surgery. *The Laryngoscope.* janv 2001;111(1):137-46.
53. Draf W. Endonasal Frontal Sinus Drainage Type I-III According to Draf. In: Kountakis SE, Senior BA, Draf W, éditeurs. *The Frontal Sinus.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016. p. 337-55.
54. Virgin FW, Rowe SM, Wade MB, Gaggar A, Leon KJ, Young KR, et al. Extensive surgical and comprehensive postoperative medical management for cystic fibrosis chronic rhinosinusitis. *Am J Rhinol Allergy.* févr 2012;26(1):70-5.
55. Liang J, Higgins TS, Ishman SL, Boss EF, Benke JR, Lin SY. Surgical management of chronic rhinosinusitis in cystic fibrosis: a systematic review. *Int Forum Allergy Rhinol.* Oct 2013;3(10):814-22.
56. Karligkiotis A, Pistochini A, Turri-Zanoni M, Terranova P, Volpi L, Battaglia P, et al. Endoscopic endonasal orbital transposition to expand the frontal sinus approaches. *Am J Rhinol Allergy.* déc 2015;29(6):449-56

57. Hwang PH, Mclaughlin RB, Lanza DC, Kennedy DW. Endoscopic septoplasty: Indications, technique, and results. *Otolaryngol – Head Neck Surg.* 1999;120:678–682.
58. M. Berhouma, M. Messerer, E. Jouanneau. Chirurgie endoscopique endonasale des tumeurs de la base du crane : historique, e ´tat de l’art et perspectives d’avenir 2011.
59. Weber, Rainer K., and Werner Hosemann. 2015. “Comprehensive Review on Endonasal Endoscopic Sinus Surgery.” *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery* 14 (December)
60. J.–P. Guichard, J. Franc, P. Herman. Complications from sinonasal surgery 2011.
61. Bhatti MT, Stankiewicz JA. Ophthalmic complications of endoscopic sinus surgery. *Surv Ophthalmol* 2003;48(4):389—402.
62. Dunya IM, Salman SD, Shore JW. Ophthalmic complications of endoscopic ethmoid surgery and their management. *Am J Otolaryngol* 1996;17(5):322—31.
63. Dessi P, Moulin G, Castro F, Chagnaud C, Cannoni M. Protrusion of the optic nerve into the ethmoid and sphenoid sinus: prospective study of 150 CT studies. *Neuroradiology* 1994;36(7):515—6.
64. DeLano MC, Fun FY, Zinreich SJ. Relationship of the optic nerve to the posterior paranasal sinuses: a CT anatomic study. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996;17(4):669—75.
65. Thompson RF, Gluckman JL, Kulwin D, Savoury L. Orbital hemorrhage during ethmoid sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;102(1):45—50.

66. Huang CM, Meyer DR, Patrinely JR, Soparkar CN, Dailey RA, Maus M, et al. Medial rectus muscle injuries associated with functional endoscopic sinus surgery: characterization and management. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2003;19(1):25–37.
67. Weber R, Keerl R, Draf W, Schick B, Mosler P, Saha A. Management of dural lesions occurring during endonasal sinus surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;122(7):732–6.
68. Grigorian A, Rajaraman V, Hunt CD. Traumatic intracranial aneurysms complicating anterior skull base surgery. *J Craniomaxillofac Trauma* 1998;4(4):10–4.
69. Berenholz L, Kessler A, Sarfaty S, Segal S. Subarachnoid hemorrhage: a complication of endoscopic sinus surgery using powered instrumentation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;121(5):665–7.
70. Park AH, Stankiewicz JA, Chow J, Azar–Kia B. A protocol for management of a catastrophic complication of functional endoscopic sinus surgery: internal carotid artery injury. *Am J Rhinol* 1998;12(3):153–8.
71. Saengpanich S, Kerekhanjanarong V, Chochoipanichnon L, Supiyaphun P. Nasolacrimal duct injury from microscopic sinus surgery: preliminary report. *J Med Assoc Thai* 2001;84(4):562–5.
72. Klossek JM, Fontanel JP, Dessi P, Serrano E (eds). *Chirurgie endonasale sous guidage endoscopique, chapitre 2. 3ème edition. Paris, Masson, 2004.*
73. B. Hemmaoui, C. Winkler–Parietti, R. Jankowski. *Anatomical relationship between the frontal sinus ostium and the anterior ethmoidal artery: Surgical implications 2008.*

74. Simmen D), Raghavan U Briner HR. Manestar M., Schuknecht B, Groscurch P. es al. The surgeon's view of che anterior echmoid artery, Clin Otolaryngol2006: 31-187-91
75. Ferrie J.-C, Fontanel J.-P, Delagrande A., et al. Imagerie radiologique des cavités sinusiennes et nasales. EMC, Paris (Elsevier Masson), ORL, 2007 [Article 20-422-A-10].