

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2010

N°

THÈSE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

DES de Radiodiagnostic et Imagerie Médicale

par

Marion CAZA

née le 13 juin 1981 à Paris XV^e (75)

Présentée et soutenue publiquement le 14 Octobre 2010

**REALISATION ET VALIDATION D'UN GUIDE DE LECTURE
DU SCANNER DU MASSIF FACIAL
DANS LE CONTEXTE TRAUMATIQUE URGENT**

Président : Monsieur le Professeur B. Dupas

Directeur de thèse : Madame le Docteur A.S. Chesneau-Delemazure

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION

II - RAPPELS

1 - Rappels épidémiologiques

2 - Rappels anatomiques

3 - Biomécanique du massif facial

4 - Les points clés de l'anatomie du massif facial

- Les processus ptérygoïdes
- La région du canthus médial ou commissure palpébrale médiale
 - Le ligament palpébral médial
 - Le canal naso-frontal
- Le canal lacrymo-nasal
- L'orbite
 - L'orbite osseuse
 - Les muscles oculomoteurs
 - Le globe oculaire
- Radioanatomie
 - Coupes axiales
 - Coupes coronales

III - CLINIQUE

IV - IMAGERIE DU MASSIF FACIAL TRAUMATIQUE

1 - Place du scanner

2 - Réalisation du scanner

3 - Reconstructions MPR

4 - Reconstruction 3D

5 - Stockage des données

6 - Détection des fractures

- **Signes indirects**
- **Signes directs**

7 - Images pièges = « fausses fractures »

V - LES FRACTURES DU MASSIF FACIAL

1 - Mécanismes

2 - Les fractures simples

- **Fractures des os propres du nez**
- **Fracture du sinus maxillaire**
- **Fracture du sinus frontal**
- **Fracture de l'orbite**

3 - Les fractures complexes

- **Cas particulier des fractures de l'orbite**

Imagerie du globe oculaire traumatique

- **Massif facial supérieur ; impact horizontal : fractures de Le Fort**
- **Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 médian : fractures centro-faciale.**
 - **Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 latéral bas: fracture du complexe zygomatoco-maxillaire**
 - **Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 latéral haut : fracture sphéno-temporo-frontales**
- **Massif facial inférieur : fracture de la mandibule**
- **Fracture du rocher**
- **Les fractures trans-sphénoïdales**
- **Associations**

VI - PARTICULARITES CHEZ L'ENFANT

1 - Généralités

2 - Selon les types de fractures

- **Fractures simples**
- **Fractures complexes**

VII - LES LESIONS ASSOCIEES

1 - Lésions intra-crâniennes

2 - Lésions du rachis cervical

3 - Dissection vasculaire traumatique

4 - Lésions des tissus mous

VIII - RECAPITULATIF

IX - LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

1 - Fractures du nez

2 - Fracture du sinus frontal

3 - Fracture de l'orbite

4 - Fracture du complexe zygomatoco-maxillaire

5 - Fracture du complexe naso-orbito-ethmoïdal

6 - Fracture de Le Fort

7 - Fracture de la mandibule

8 - Fracture du rocher

9 - Récapitulatif

X - MATERIEL ET METHODE

1 - Constitution de la population

2 - Réalisation du guide de lecture

3 - Relecture des scanners

4 - Analyse statistique

XI - RESULTATS

1 - Population

2 - Relectures

XII - DISCUSSION

1 - La population

- **Constitution de la population**
- **Répartition selon le sexe et l'âge**
- **Répartition selon le mécanisme**
- **Répartition selon le type de fracture**
- **Répartition du nombre de lésions associées**

2 - Réalisation du guide de lecture

3 - Relectures

- **Choix des radiologues relecteurs**
- **Constitution des 2 groupes de patients**
- **Relectures des radiologues juniors**
- **Comptes-rendus initiaux**

XIII - CONCLUSION

XIV - BIBLIOGRAPHIE

I - INTRODUCTION

Les fractures du massif facial sont fréquentes mais rarement isolées. Elles surviennent généralement dans un contexte de traumatisme crânio-facial voire de polytraumatisme.

Lors de la prise en charge initiale, souvent réalisée en urgence, ces patients bénéficient, au moindre doute, d'une évaluation complémentaire par tomodensitométrie afin d'éliminer des lésions rachidiennes ou intra-crâniennes pouvant mettre en jeu le pronostic vital. Le radiologue s'attachera donc en priorité, lors de l'interprétation du scanner à éliminer de telles atteintes. Les fractures du massif facial sont rarement en cause dans le pronostic vital du patient, et de ce fait, sont parfois reléguées à un second plan, notamment dans le contexte de l'urgence.

La lecture et l'interprétation d'un scanner du massif facial sont difficiles, en raison de la complexité de l'anatomie, de la multiplicité et de l'intrication des lésions et des classifications.

Deux problèmes se posent : en premier celui de la mise en évidence des fractures, chez des patients présentant souvent des lésions multiples, et celui de l'interprétation, notamment la classification du type de fracture et la mise en évidence des risques propres à chaque type.

Si certaines fractures du massif facial ont peu d'impact, d'autres seront à l'origine de séquelles esthétiques ou fonctionnelles voire de complications graves, pouvant à terme menacer la vie du patient.

C'est pour cette raison que nous avons voulu réaliser un « guide », afin de systématiser la lecture et l'interprétation du scanner, dans le contexte de l'urgence chez des patients traumatisés cranio-faciaux. Ce guide a été élaboré à partir d'une revue de la littérature et a ensuite été validé par une étude prospective comparant les résultats d'une lecture « junior » des scanners sans puis avec le guide de lecture, avec pour référence une lecture « senior spécialisé ».

Ce travail n'a pas vocation à être exhaustif, mais tente de mettre en place une stratégie de lecture et d'interprétation du scanner qui permettra de clarifier le compte-rendu du scanner en classant le traumatisme en type de fracture et de répondre aux principales questions du chirurgien, dans le cadre de l'urgence.

II - RAPPELS

1- Rappels épidémiologiques

Les traumatismes cranio-faciaux sont très fréquents. Ils représentent 34% des traumatismes dans la « North American Database of Trauma » (sur 87 174 traumatismes) (1).

Sur 9 543 traumatismes cranio-faciaux, une étude autrichienne rapporte 38% de fractures du massif facial, 50% de lésions dento-alvéolaires et 62% d'atteinte des tissus mous (2).

Cette même étude rapporte 5 grandes étiologies : les accidents de la voie publique, les activités de la vie courante, les accidents de sport, les violences et les accidents du travail. Elle montre aussi que, avant 70 ans, les traumatismes atteignent plus souvent les hommes, alors que après 70 ans les fractures sont plus fréquentes chez les femmes.

La mortalité des traumatismes cranio-faciaux est liée aux atteintes associées notamment neuro-chirurgicales. Dans une vaste étude rétrospective nord américaine, ayant analysé 2,7 millions de traumatismes, les atteintes intra-crâniennes sont associées aux traumatismes de la face dans 68% des cas, et les lésions du rachis cervical dans presque 7% des cas (3).

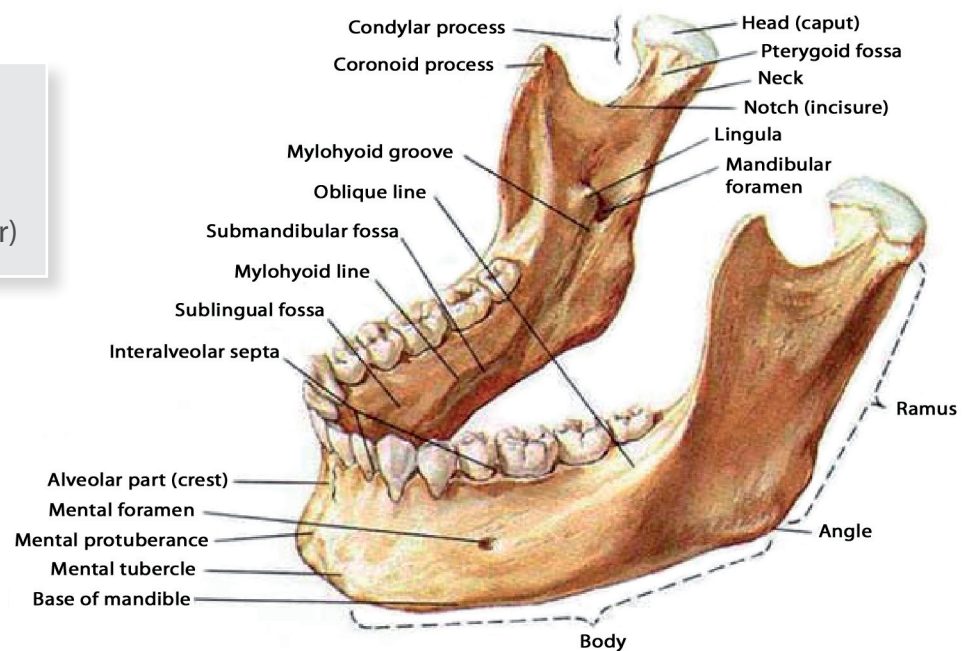
Les complications des traumatismes faciaux sont infectieuses, fonctionnelles, sensorielles et esthétiques, et seront détaillées par la suite.

2 - Rappels anatomiques

Le massif facial est composé de 14 os principaux : les 2 os maxillaires, les 2 os malaire, les 2 os palatins, les 2 os nasaux, les 2 os lacrymaux, les 2 cornets nasaux inférieurs, la mandibule, et le vomer.

Le massif facial inférieur est constitué de la mandibule (figure 1), qui elle-même comporte une portion dentée horizontale (corps) et une portion non dentée (ramus, condyle et processus coronoïde).

Figure 1 :
Vue supérieure,
antéro-latérale de
mandibule (Netter)



Le massif facial moyen est composé des os maxillaires et malaire, et de l'os nasal. Il est en relation avec l'étage antérieur de la base du crâne, ce qui explique la fréquence des lésions mixtes.

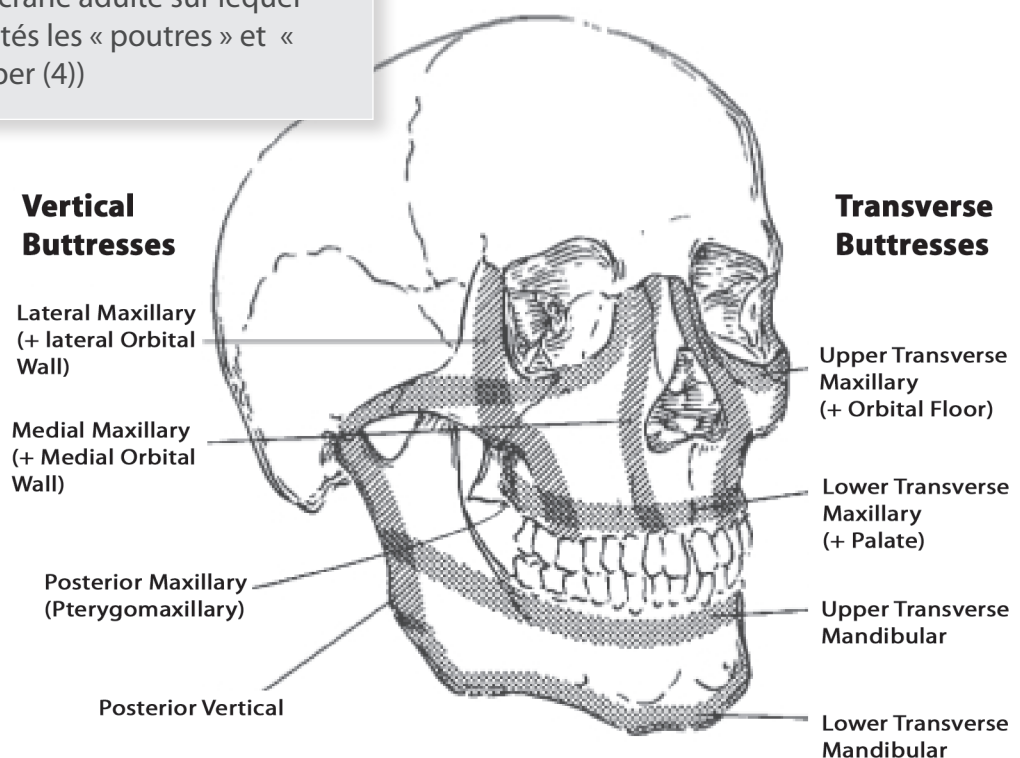
Le massif facial supérieur est cranio-facial, composé de l'os frontal, avec ses processus éthmoïdo-frontal, fronto-sphénoïdal et fronto-zygomatique.

3 - Biomécanique du massif facial

Le traitement chirurgical des fractures du massif facial déplacées consiste en un réalignement des structures rigides du squelette cranio-facial. Dans ce but, le squelette crânien a été conceptualisé en poutres et piliers. Ces structures sont des zones de meilleure résistance, qui supportent les unités fonctionnelles de la face : les muscles, les yeux, les dents... et définissent la forme du visage.

Ce concept est une aide à la prise en charge chirurgicale, dont le but sera de rétablir la continuité des poutres et des piliers.

Figure 2 :
Schéma d'un crâne adulte sur lequel sont représentés les « poutres » et « piliers » (Hopper (4))



Les poutres ont été décrites initialement par Ombredane, et ont ensuite été reprises par de nombreux auteurs (4) (figure 2) :

- La poutre transverse supérieure va de l'écaille du temporal jusqu'à la jonction naso-frontale, en passant par l'arcade zygomatique et le rebord orbitaire inférieur. Son prolongement postérieur est constitué par les planchers des orbites.
- La poutre transverse inférieure, maxillaire, s'étend le long du maxillaire, au-dessus de l'arcade alvéolo-dentaire. Son extension postérieure est constituée par le palais osseux.
- La poutre transverse mandibulaire supérieure s'étend le long de la mandibule, sous l'arcade alvéolo-dentaire.
- La poutre transverse mandibulaire inférieure s'étend le long du bord inférieur du corps mandibulaire.

Les piliers, initialement décrits par Sicher, sont au nombre de 3 paires, symétriques :

- Le pilier vertical médian ou antérieur, s'étend de l'épine nasale antérieure, puis le long de l'ouverture piriforme et du processus frontal du maxillaire, jusqu'à la jonction naso-frontale. La projection postérieure est constituée par la paroi médiale de l'orbite, et la projection antérieure par le mur nasal latéral.
- Le pilier vertical latéral débute aux molaires maxillaires postérieures, passe à travers la suture zygomatoco-maxillaire et le corps du malaire, puis continue le long du rebord latéral de l'orbite, jusqu'à la suture zygomatoco-frontale. La projection postérieure de ce pilier est la paroi latérale de l'orbite et la paroi postérieure du sinus maxillaire.
- Le pilier vertical postérieur se trouve au niveau des processus ptérygoïdes et de la jonction ptérygo-maxillaire.

Ces zones renforcées du massif facial se sont constituées en réponse aux forces de mastication, et résistent bien aux chocs verticaux (cranio-caudaux), mais sont plus vulnérables aux chocs frontaux et latéraux.

Les zones proéminentes de la face jouent ainsi le rôle de « pare-chocs » (menton, pyramide nasale, glabella et arcade zygomatique).

L'aspect et l'étendue des fractures dépendent de nombreux facteurs : direction et énergie cinétique du choc, mais aussi taille de la zone d'impact. En effet, un impact sur une zone restreinte sera à l'origine d'une fracture directe de l'os traumatisé, tandis qu'un impact sur une zone large sera responsable de fractures indirectes, de type « burst », par transmission de l'onde de choc aux structures adjacentes (5).

Par ailleurs, il existe 2 types de déplacement des foyers de fracture : le déplacement primaire, lié directement au choc, et le déplacement secondaire lié à l'action des muscles. C'est ce deuxième mécanisme qui est prépondérant pour les fractures de la mandibule, en raison de la puissance du muscle masséter (6).

4 - Les points clés de l'anatomie du massif facial

Ce sont des structures anatomiques dont l'atteinte est soit constitutive d'un certain type de fracture, soit génératrice de complications à court, moyen ou long terme.

• Les processus ptérygoïdes

Ils naissent de la face inférieure du corps et des grandes ailes du sphénoïde (figure 3).

Leur atteinte est retrouvée de façon systématique dans les fractures de Le Fort. C'est sur une coupe coronale de scanner qu'ils seront le mieux analysés (figure 4).

Figure 3 :
Vue de face de l'os sphénoïde

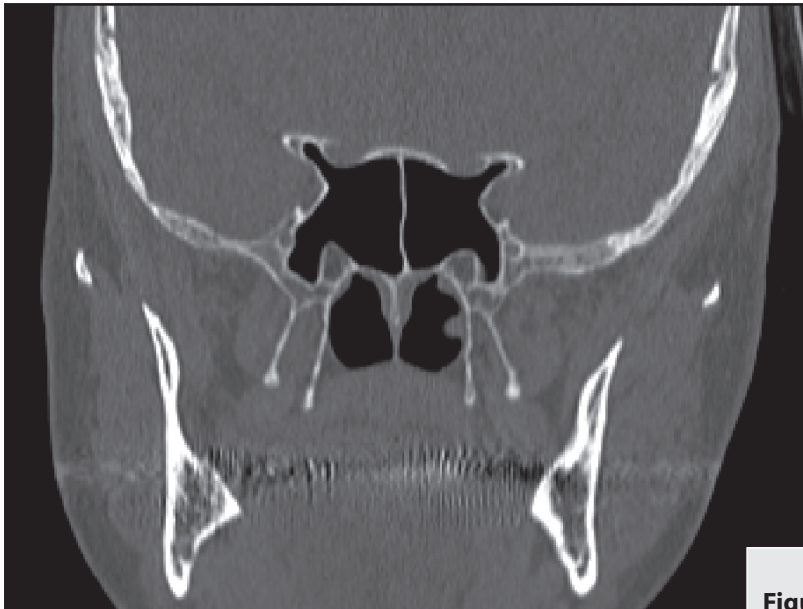
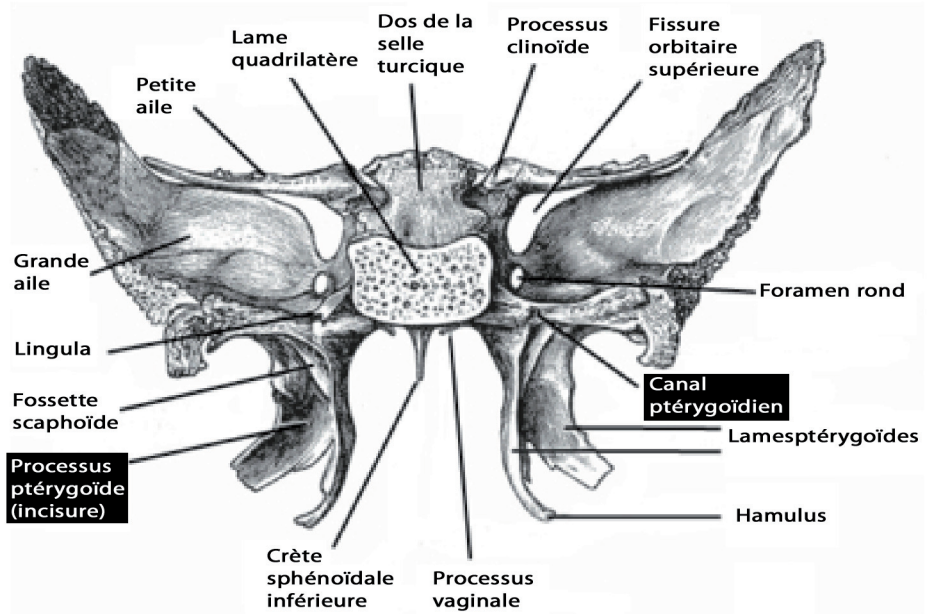


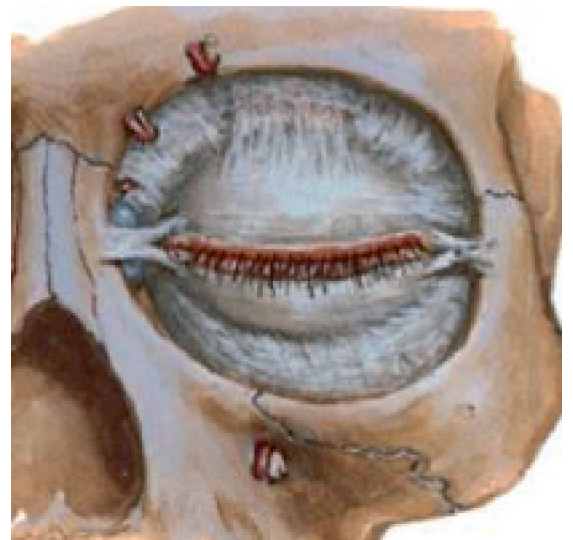
Figure 4 :
Coupe coronale passant par les processus ptérygoïdes.

• **La région du canthus médial ou commissure palpébrale médiale :**

Le ligament palpébral médial (figure 5) :

Il s'insère d'une part sur les crêtes lacrymales antérieures et postérieures et d'autre part sur le processus frontal du maxillaire. Une lésion de ce ligament sera responsable d'un télécanthus.

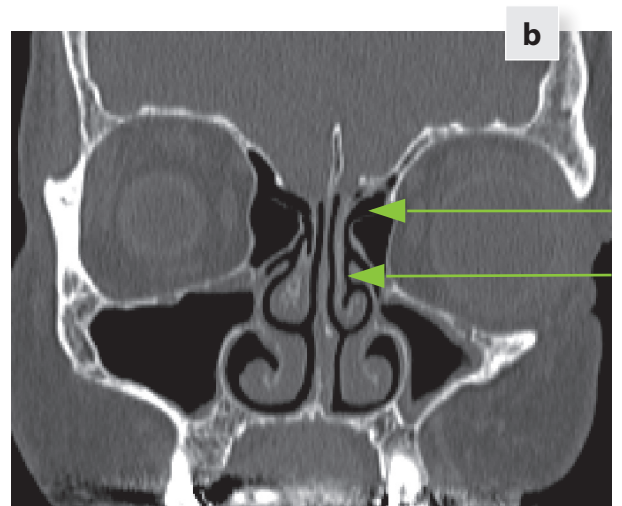
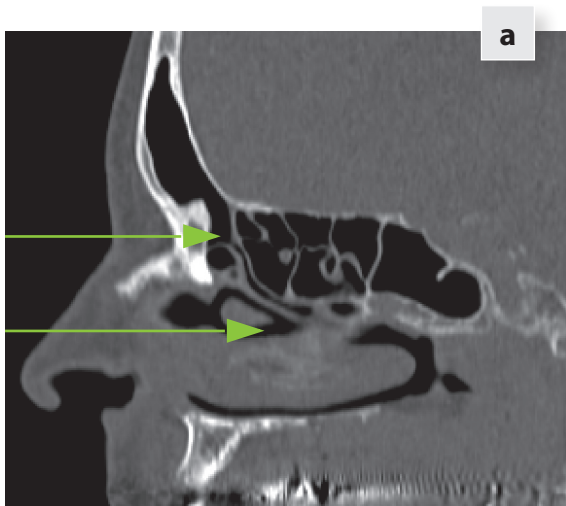
Figure 5 :
Schéma des ligaments palpébraux médial et latéral



Le canal naso-frontal (figure 6) :

Il assure le drainage des sécrétions du sinus frontal vers les fosses nasales. Mucocèles, mucopyocèles, ostéomyélite ou abcès sous ou épi duraux peuvent résulter d'une obstruction du canal naso-frontal.

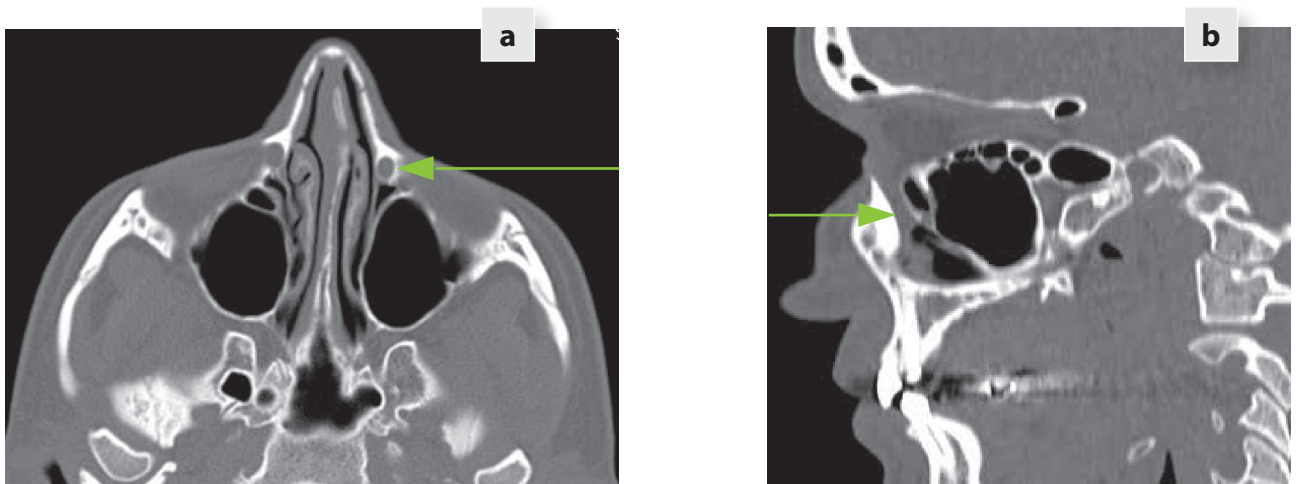
Figure 6 :
Canal naso-frontal gauche en coupes sagittale (a) et coronale (b) (flèches).



• Le canal lacrymo-nasal (figure 7) :

Assure le drainage des larmes. Il prend son origine au niveau du canthus médial et rejoint les fosses nasales. Son atteinte pourra être responsable d'un épiphora post-traumatique.

Figure 7 :
canal lacrymo-nasal en coupe axiale (a) et en coupe sagittale oblique (b) (flèches).



• L'orbite

L'orbite osseuse

Orbite droite : vue frontale et légèrement latérale



Figure 8 :
Schéma de l'orbite droite vue de face (Netter)

La cavité orbitaire est une structure complexe (figure 8). On lui décrit :

- Une paroi supérieure constituée par la portion orbito-nasale de l'os frontal et par la petite aile de l'os sphénoïde.

- Une paroi inférieure formée par le processus orbitaire de l'os palatin, la face orbitaire de l'os zygomatique et par la face orbitaire de l'os maxillaire.
- Une paroi latérale constituée par la face orbitaire de l'os zygomatique, la face orbitaire de la grande aile de l'os sphénoïde et le processus zygomatique de l'os frontal.
- Une paroi médiale comprenant la face latérale du processus frontal de l'os maxillaire située en arrière de la crête lacrymale antérieure, l'os lacrymal avec la crête lacrymale postérieure, la paroi latérale du labyrinthe de l'os ethmoïde et la partie antérieure du corps de l'os sphénoïde.

L'apex orbitaire résulte de la convergence des quatre parois orbitaires. Il est percé par le canal optique et les fissures orbitaires supérieure et inférieure, qui s'ouvrent directement dans la cavité crânienne.

Le trou optique permet le passage du nerf optique et de l'artère ophtalmique .

La fissure orbitaire supérieure permet le passage du nerf nasal et du nerf frontal qui sont les 2 premières branches du nerf ophtalmique (V1), du nerf oculomoteur (III), du nerf trochléaire (IV), du nerf abducens (VI) et des sinus veineux de drainage de l'orbite.

La fissure orbitaire inférieure, laissant passage au nerf infra-orbitaire, branche du nerf maxillaire (V2).

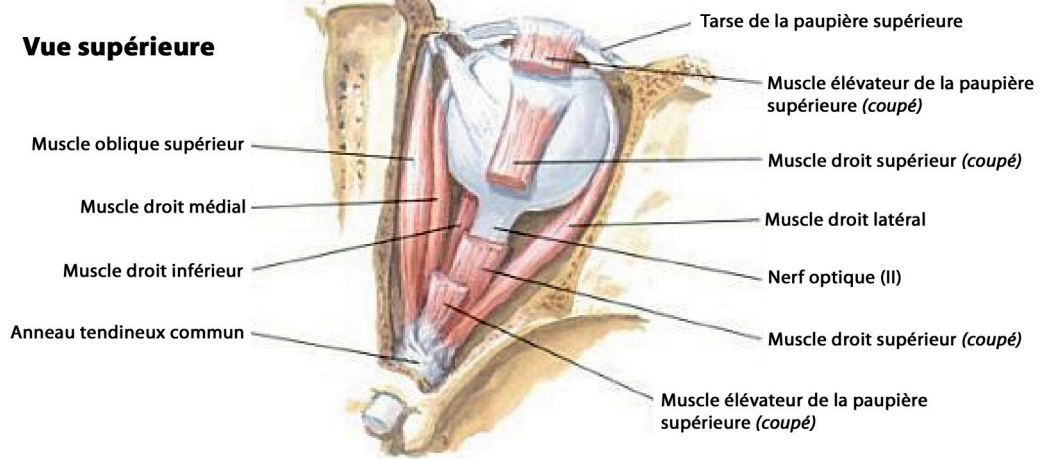
Plusieurs syndromes témoignant de différentes atteintes de l'apex orbitaire existent.

Les deux principaux sont :

- Le syndrome de la fissure orbitaire supérieure : qui associe ophtalmoplégie, ptosis (III), pupille aréactive, anesthésie du front (V1), perte de la sensibilité cornéenne, douleur orbitaire et exophthalmie, par atteinte des nerfs III, IV, V1, et VI.
- Le syndrome de l'apex orbitaire : correspond à un syndrome de la fissure orbitaire supérieure, accompagné d'une baisse d'acuité visuelle plus ou moins complète par atteinte du nerf optique (II).

Les muscles oculomoteurs

Vue supérieure



Innervation des muscles extrinsèques de l'œil : vue antérieure

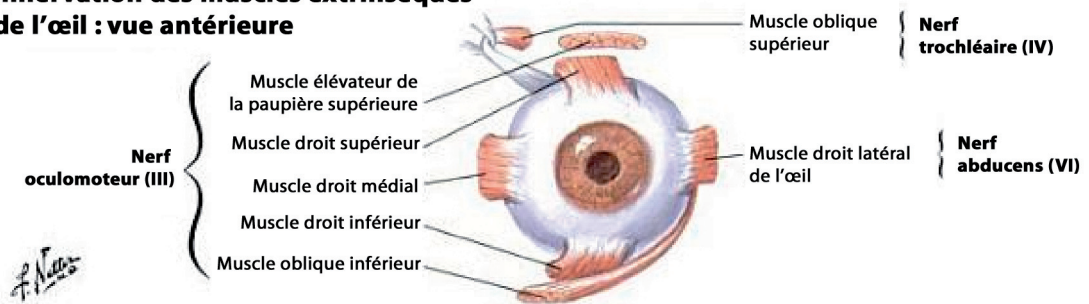


Figure 9 :

Schéma des muscles oculomoteurs, en vue supérieure et antérieure (Netter)

Le schéma ci-dessus (figure 9) illustre les insertions et trajets des muscles oculomoteurs : les quatre muscles droits et les deux muscles obliques.

Ces muscles sont visibles sur une coupe coronale de scanner, y compris les muscles obliques (figure 10).

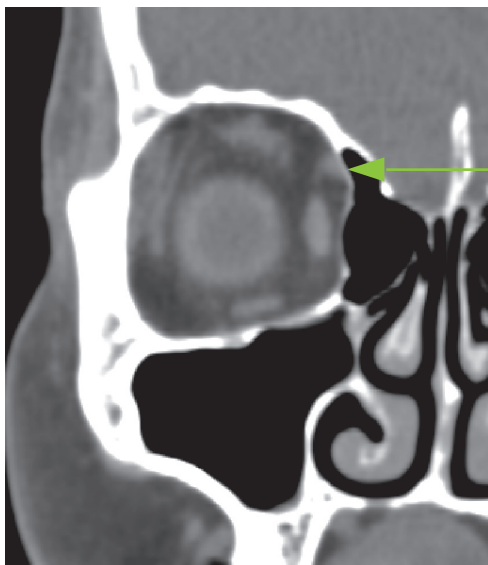


Figure 10 :

coupe coronale, en fenêtrage tissulaire passant par l'orbite droite et montrant le muscle oblique supérieur (flèche).

Le globe oculaire :

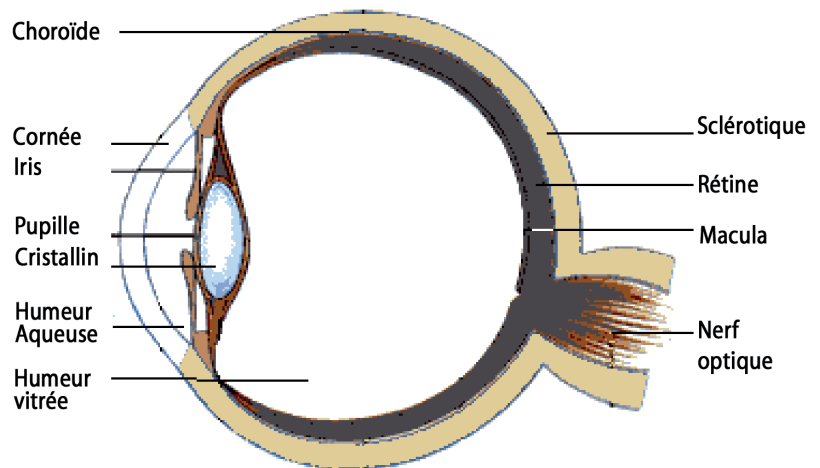
Il est situé au sein de la cavité orbitaire.

Le globe oculaire (figure 11) est divisé en 2 grandes parties :

- La chambre antérieure, qui se compose de la cornée en avant et du cristallin en arrière.
- La chambre postérieure : Il s'agit de la cavité vitrénne, tapissée par la rétine et la choroïde.

La papille, zone d'origine du nerf optique, se situe à l'extrémité postérieure de la chambre postérieure.

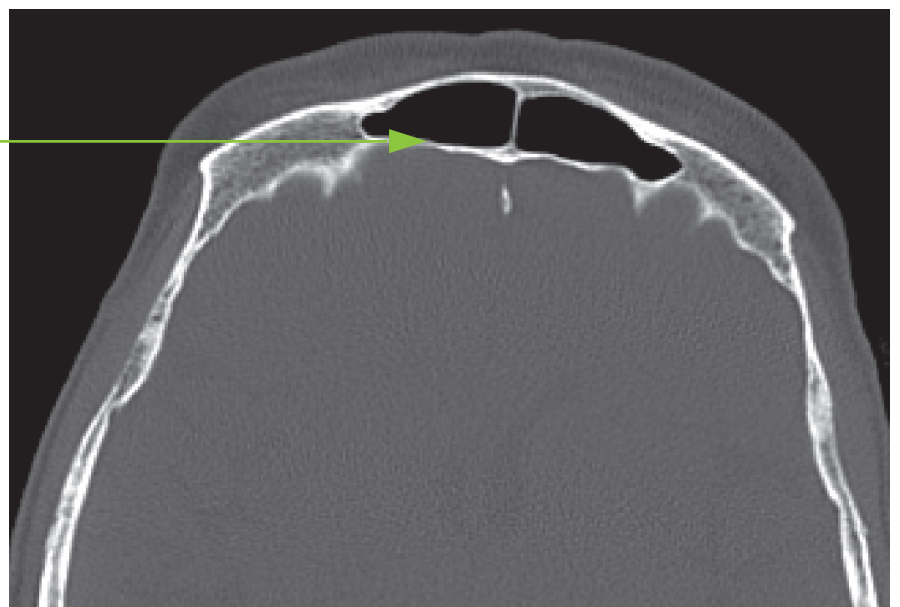
Figure 11 :
Schéma d'une coupe sagittale de globe oculaire

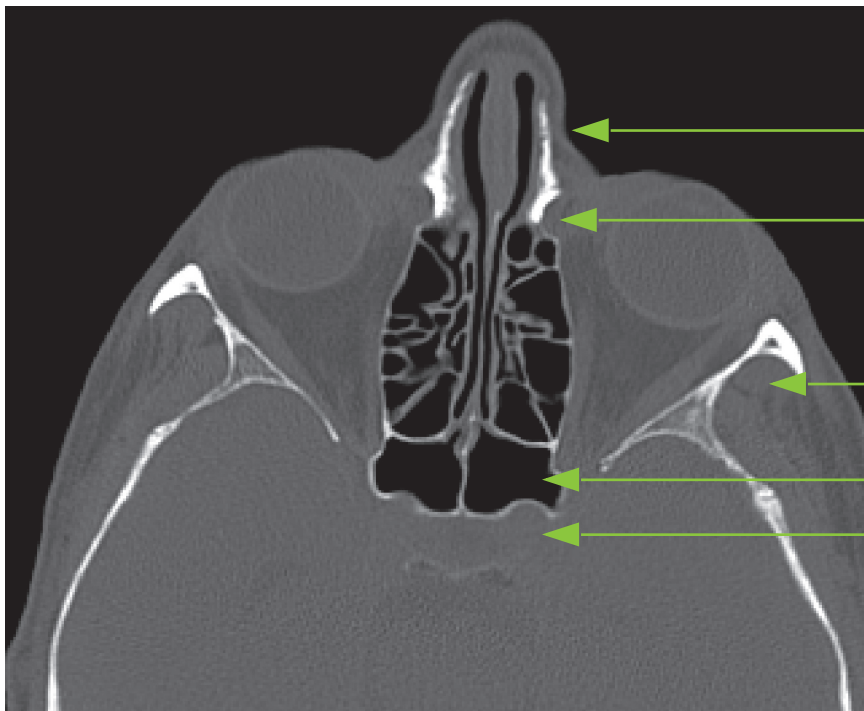


• Radioanatomie

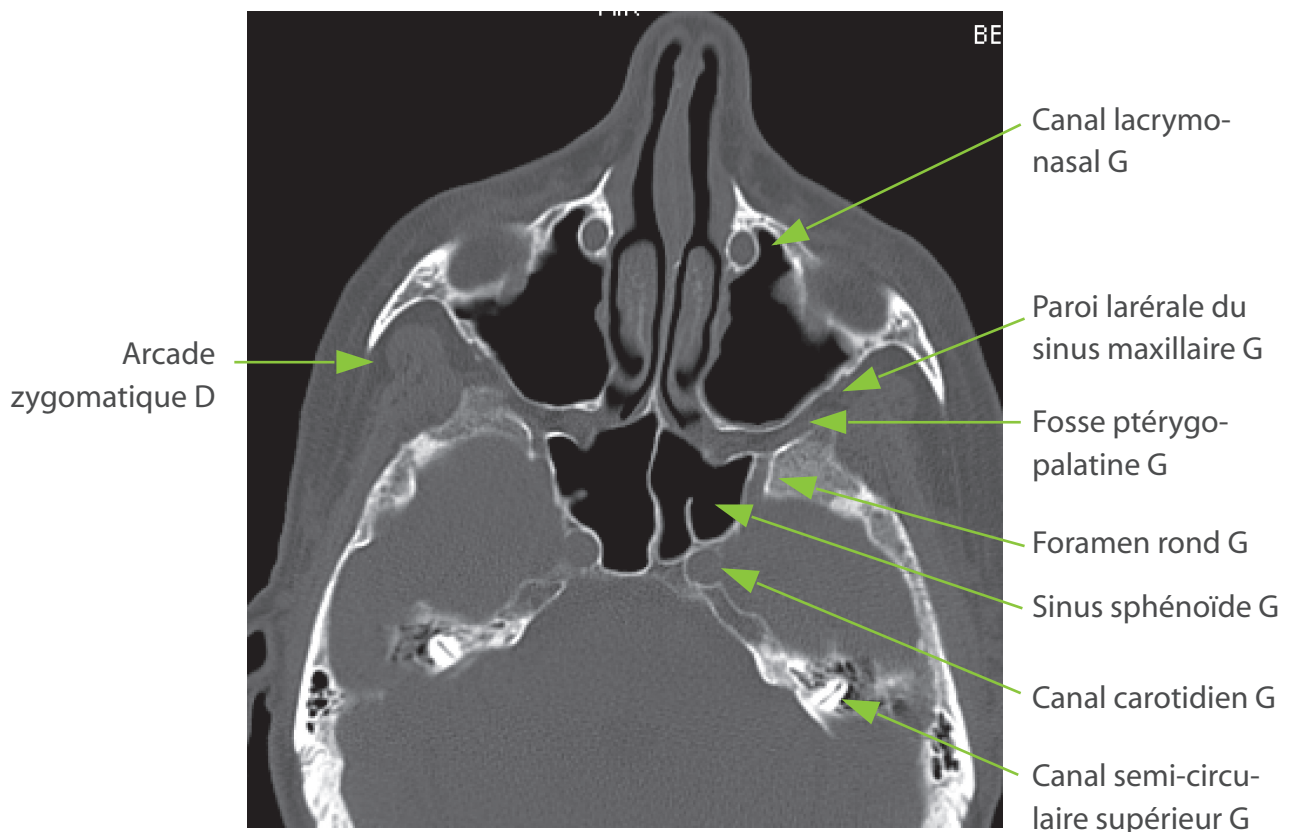
Coupes axiales

Paroi postérieure
du sinus frontal



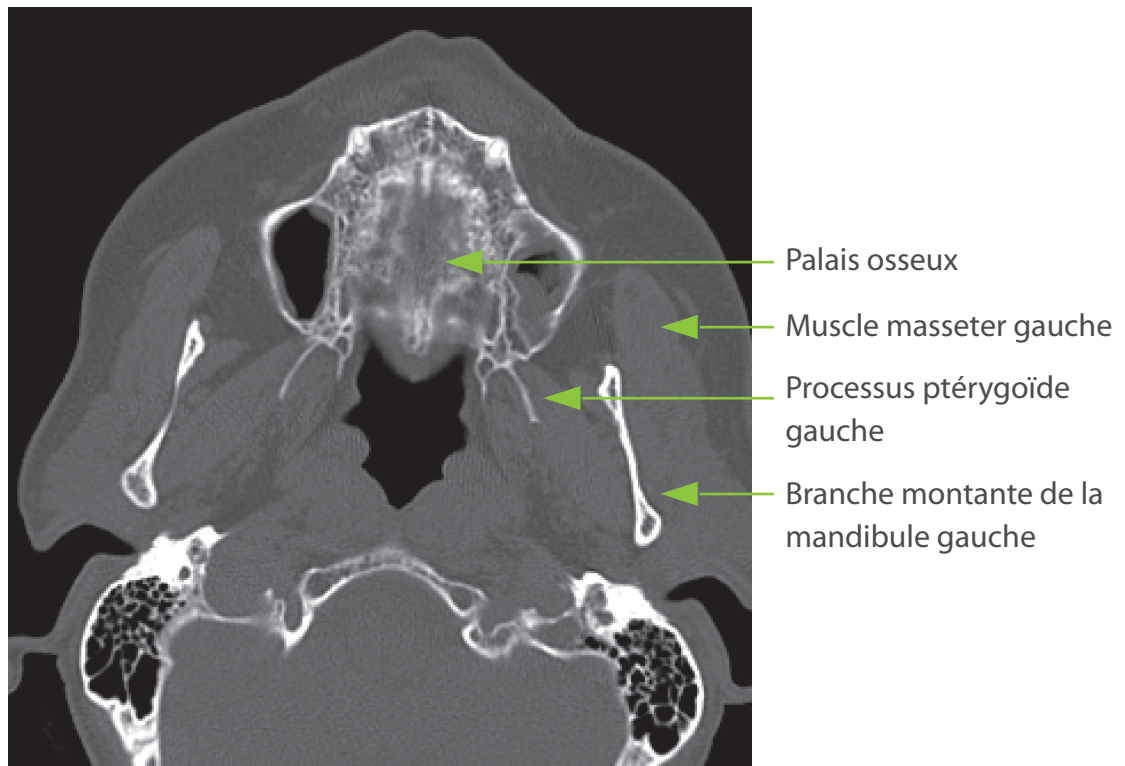
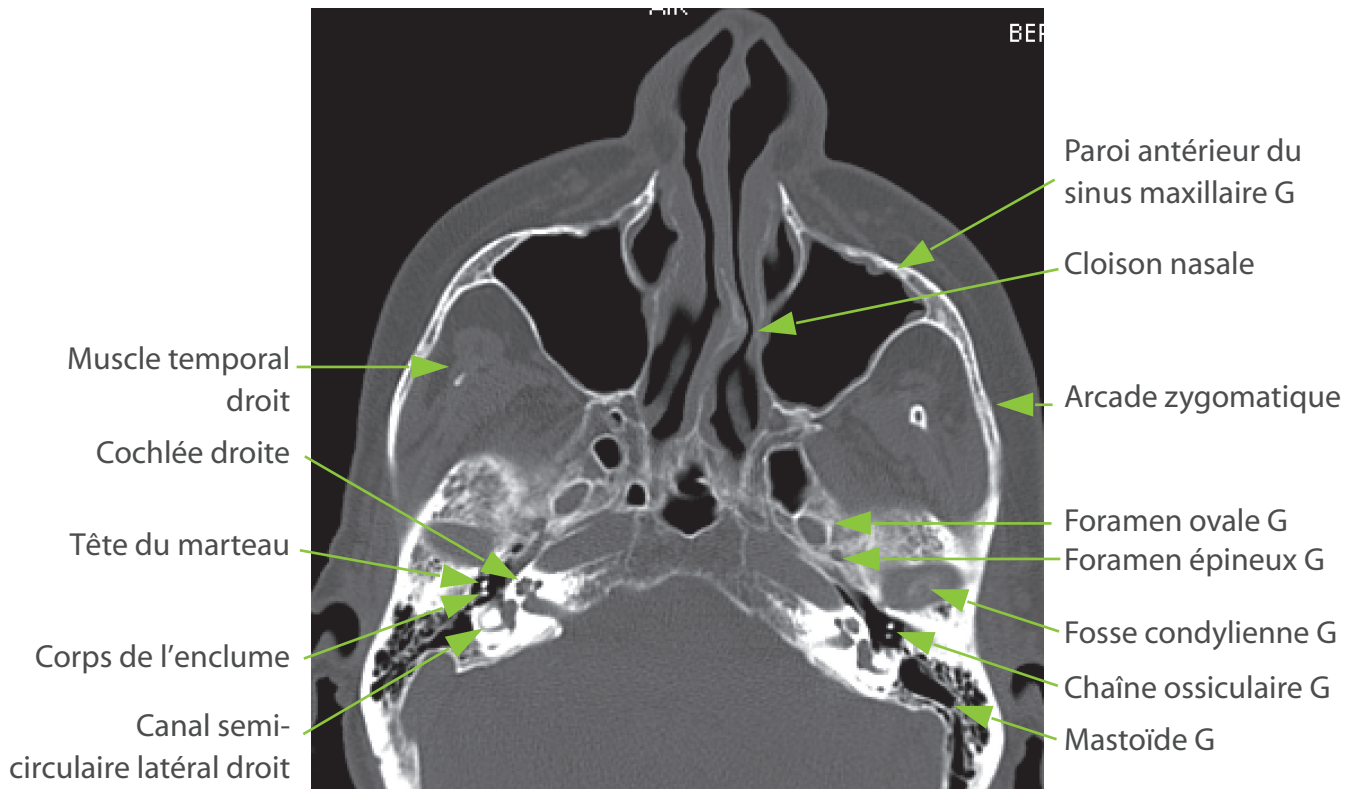


- Os propres du nez
- Canal lacrymo-nasal gauche
- Paroi latérale de l'orbite G
- Sinus sphénoïde G
- Canal carotidien gauche

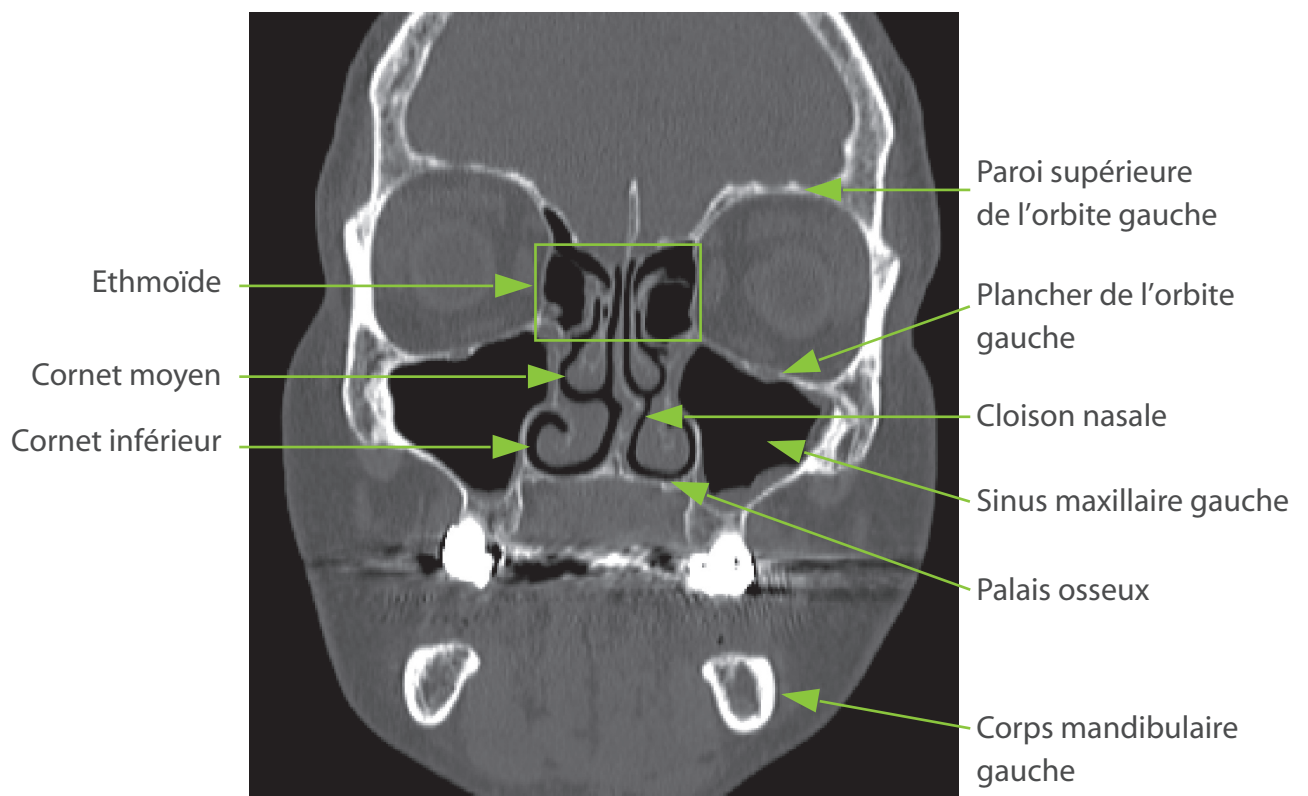
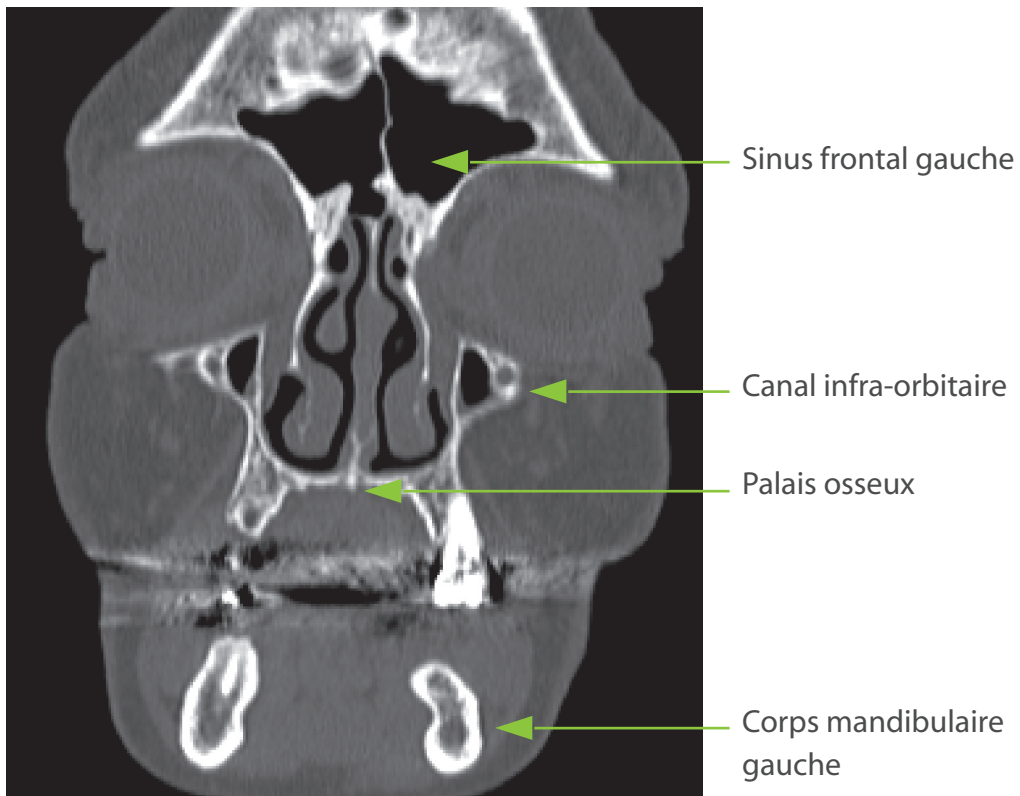


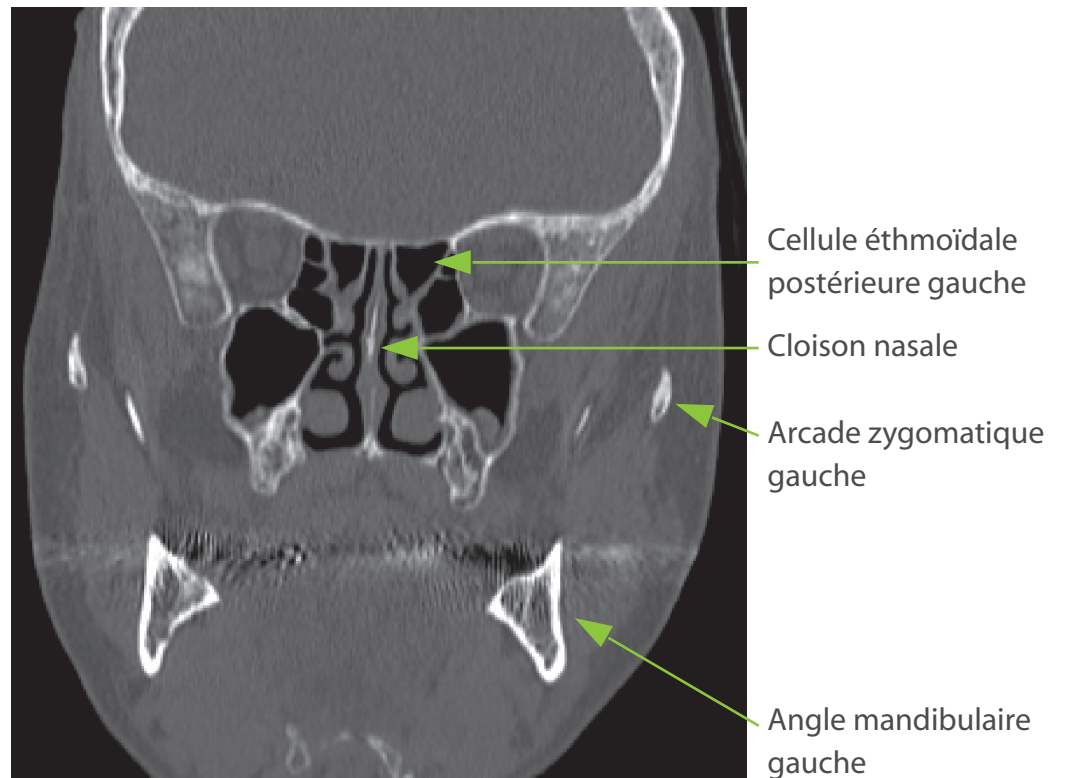
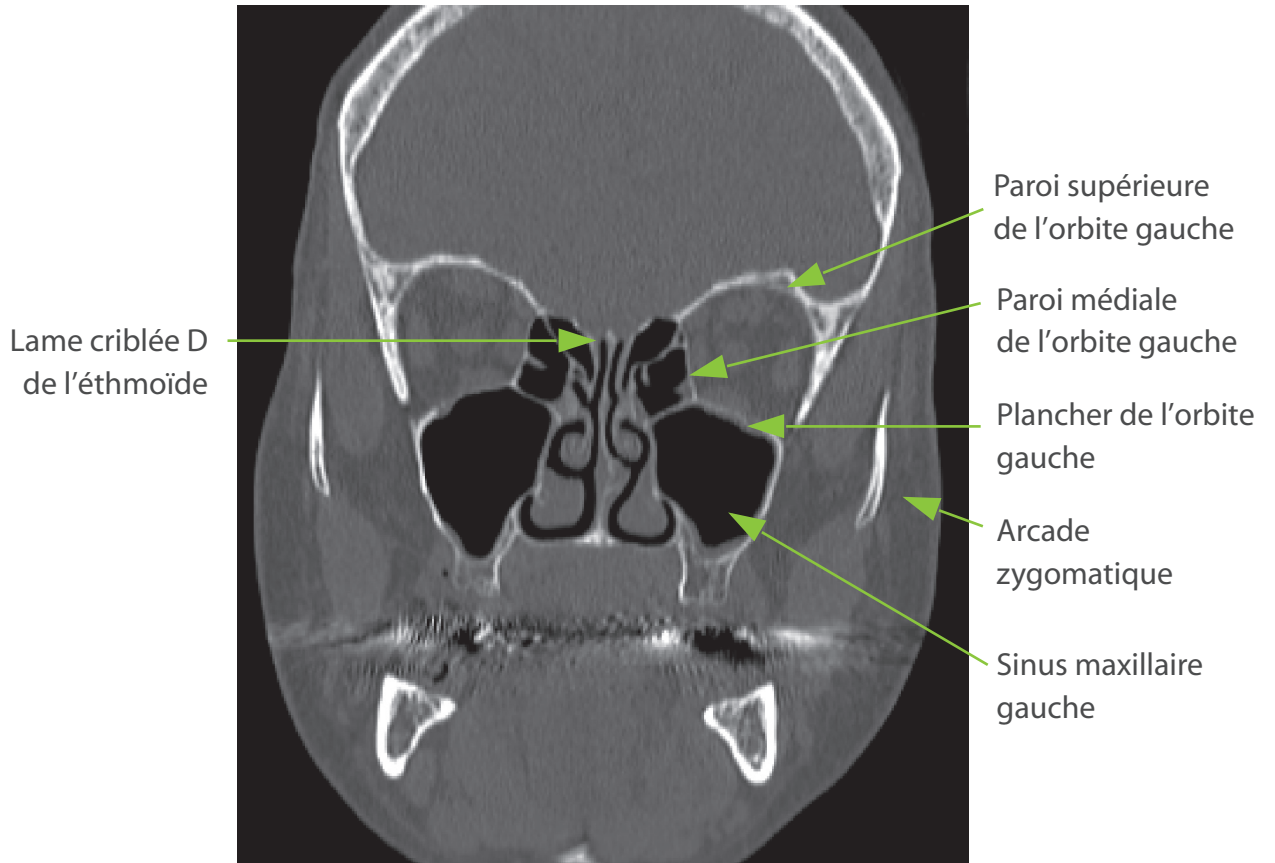
Arcade zygomatique D

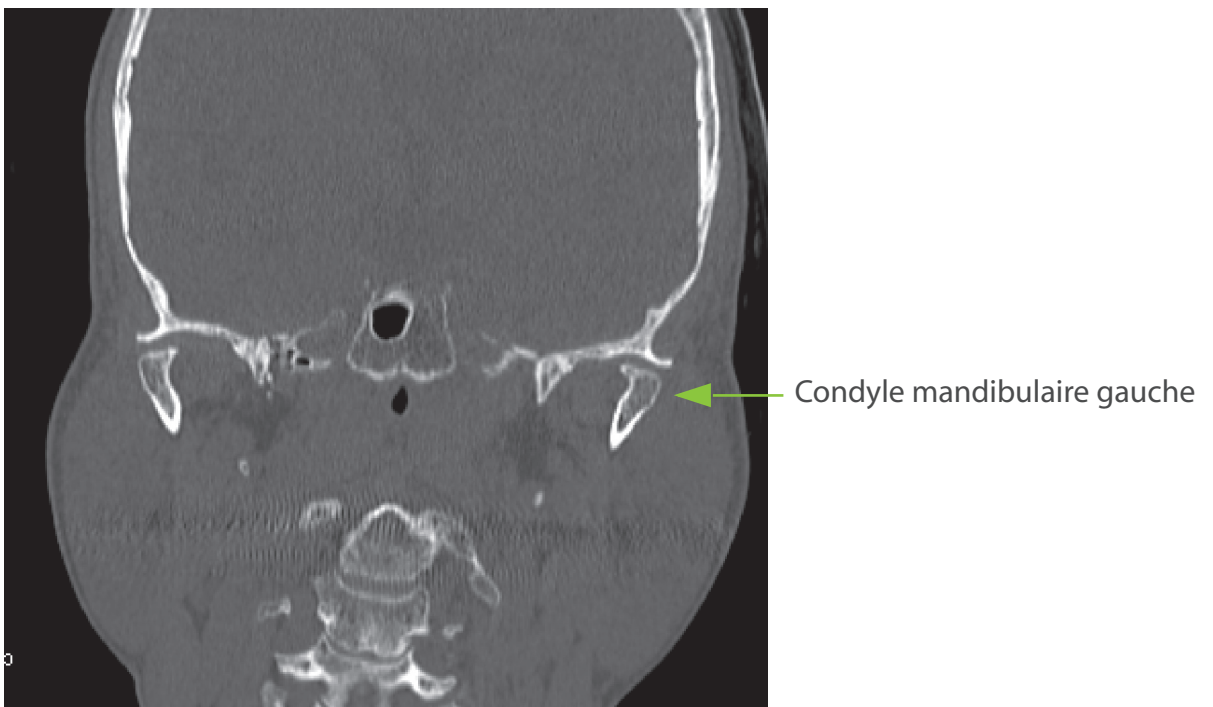
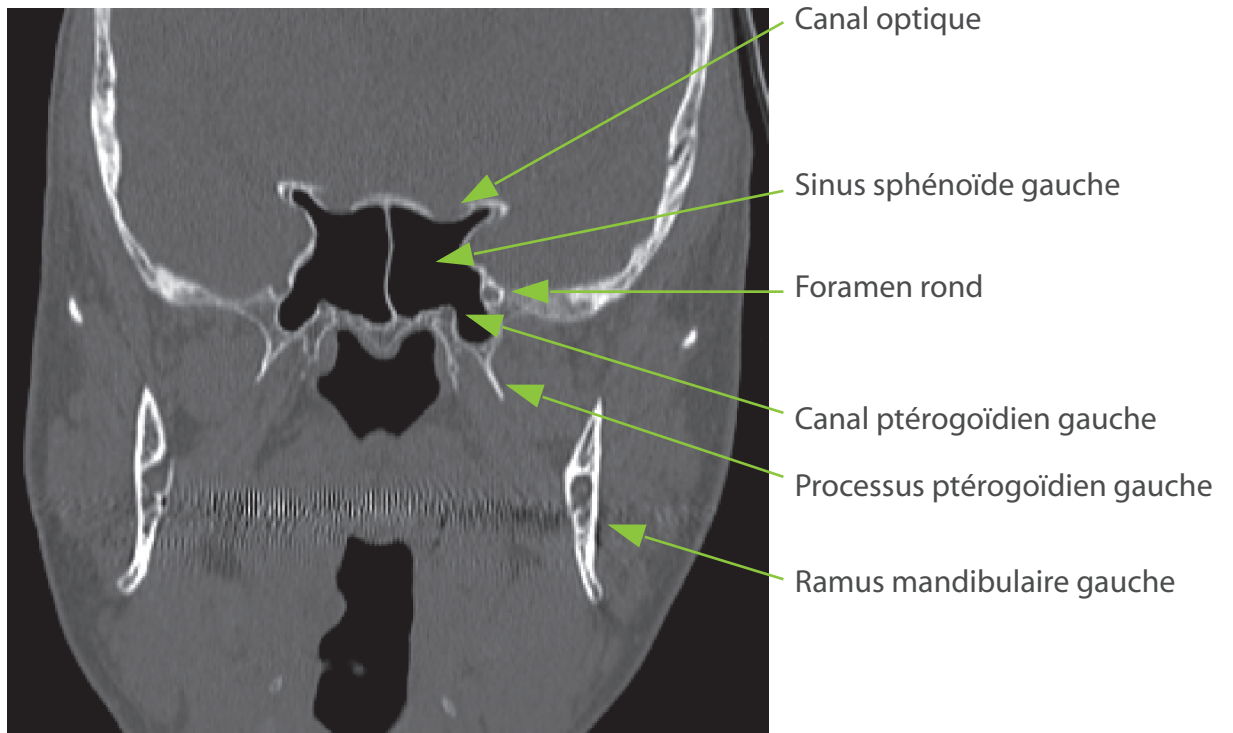
- Canal lacrymo-nasal G
- Paroi larérale du sinus maxillaire G
- Fosse ptérygo-palatine G
- Foramen rond G
- Sinus sphénoïde G
- Canal carotidien G
- Canal semi-circulaire supérieur G



Coupes coronales







III - CLINIQUE

Certains signes cliniques sont spécifiques d'un type de fracture et doivent donc être connus :

- Malocclusion signe d'une fracture ptérygoïdienne
- Limitation de l'ouverture buccale, signe d'une fracture de la mandibule ou de l'arcade zygomatique
- Baisse d'acuité visuelle, paralysie oculomotrice, dysesthésie dans le territoire du nerf maxillaire (V2), diplopie en faveur d'une atteinte orbitaire
- Télécanthus orientant vers une fracture du complexe naso-orbito-ethmoïdien
- Modification de la projection de la pommette faisant suspecter une fracture de l'arcade zygomatique
- Otorragie, paralysie faciale, vertiges, orientant vers une atteinte du rocher

VI - IMAGERIE DU MASSIF FACIAL TRAUMATIQUE

Il persiste des indications de réalisation de clichés radiographiques standards, dans le cas de traumatismes isolés du massif facial. Les clichés d'orthopantomogramme conservent également un intérêt dans le cadre d'une fracture de la mandibule ou de traumatisme alvéolo-dentaire associés.

Mais pour les patients traumatisés cranio-faciaux, qui constituent la population de cette étude, c'est le scanner qui sera réalisé, afin de rechercher des lésions intra-crâniennes et rachidiennes.

1 - Place du scanner :

Le scanner est depuis plus de 20 ans considéré comme la modalité d'imagerie la plus performante pour l'étude du massif facial comparé aux radiographies standards et à la tomographie (7), (8). Le scanner permet de détecter les fractures, de décrire les différents fragments et leurs déplacements, ainsi que l'atteinte associée des tissus mous et des globes oculaires (9). Il est également l'imagerie de référence pour l'indication et la planification du traitement chirurgical (10) (11).

Les techniques s'améliorant, les scanners sont de plus en plus performants, rapides, capables d'acquérir les images d'un encéphale et d'un rachis cervical en quelques secondes, sans tenir compte du positionnement du patient. Ce qui en permet l'utilisation pour l'exploration des patients poly-traumatisés, et traumatisés cervicaux.

Plusieurs études ont démontré l'intérêt du scanner « encéphalique » de routine, non injecté, pour la détection et l'analyse des fractures du massif facial. Ces études retrouvent une bonne spécificité ainsi qu'une bonne valeur prédictive négative du scanner (12) (13) (14). Il ne sera donc pas nécessaire de réaliser un second scanner dédié au massif facial, sauf dans le cadre d'une symptomatologie évocatrice de lésion du rocher (paralysie faciale, hypoacousie, surdité, vertiges), sans anomalie visible sur le scanner initial.

2 - Réalisation du scanner :

Dans le cas d'un traumatisme cranio-facial, l'acquisition se fera du sommet du crâne jusqu'au fond des sinus maxillaires, afin de rechercher une atteinte intra-crânienne.

La plupart des auteurs incite à inclure la mandibule de façon systématique dans ce volume d'acquisition (15).

En cas de traumatisme violent ou de polytraumatisme, les recommandations sont d'associer de façon systématique une acquisition sur le rachis cervical, en raison de l'association fréquente des lésions rachidiennes avec les fractures du massif facial (15). L'acquisition des images est réalisée en une seule fois, du sommet du crâne jusqu'aux apex pulmonaires.

A Nantes, le scanner utilisé en période de garde est un « sensation 16 » SIEMENS. L'acquisition est hélicoïdale. Pour l'encéphale, les paramètres d'acquisition sont : 16 x 0,75 mm avec 120 Kv et 270 mAS. Pour l'encéphale et le rachis cervical, les paramètres sont : 16 x 0,75 mm avec 120 Kv et 380 mAs. Dans les 2 cas, le calcul des coupes se fait en 1mm tous les 0,8 mm, en filtre dur et moyen.

L'exploration de l'encéphale, du massif facial et du rachis cervical se fait en contraste spontané. Une injection de produit de contraste iodé pourra ensuite être réalisée en cas de suspicion de dissection d'une ou des 2 carotides dans leur portion pré-pétreuse. Concernant les fractures passant par le canal carotidien, il n'y a en revanche pas de consensus, mais une injection permettra d'éliminer une dissection de la portion intra-pétreuse de la carotide.

3 - Reconstructions MPR :

Les reconstructions MPR seront utilisées lors de la lecture des coupes natives, qui doit se faire sur des consoles dédiées. En effet, les écrans de ces consoles ont une meilleure résolution grâce à une densité de pixel augmentée (2 ou 3 millions de pixels). De plus elles permettent la visualisation dans les 3 plans, la réalisation rapide de reconstruction en double oblique, dans le plan d'une structure anatomique, et donnent souvent accès rapidement à des images en rendu volumique. Comme nous l'avons vu précédemment l'ensemble de ces données confère au scanner une très bonne sensibilité et une très bonne spécificité.

Les reconstructions MPR en coupes épaisses (1mm tous les 0,5 mm) ont également un intérêt pour la transmission de l'examen aux médecins correspondants, mais ne doivent pas servir à l'interprétation, en raison d'une perte de résolution spatiale.

Pour ces reconstructions, le plan axial est parallèle au plan du palais osseux, le plan coronal perpendiculaire à ce dernier et le plan sagittal se situe dans le plan de la cloison nasale (figure 12).



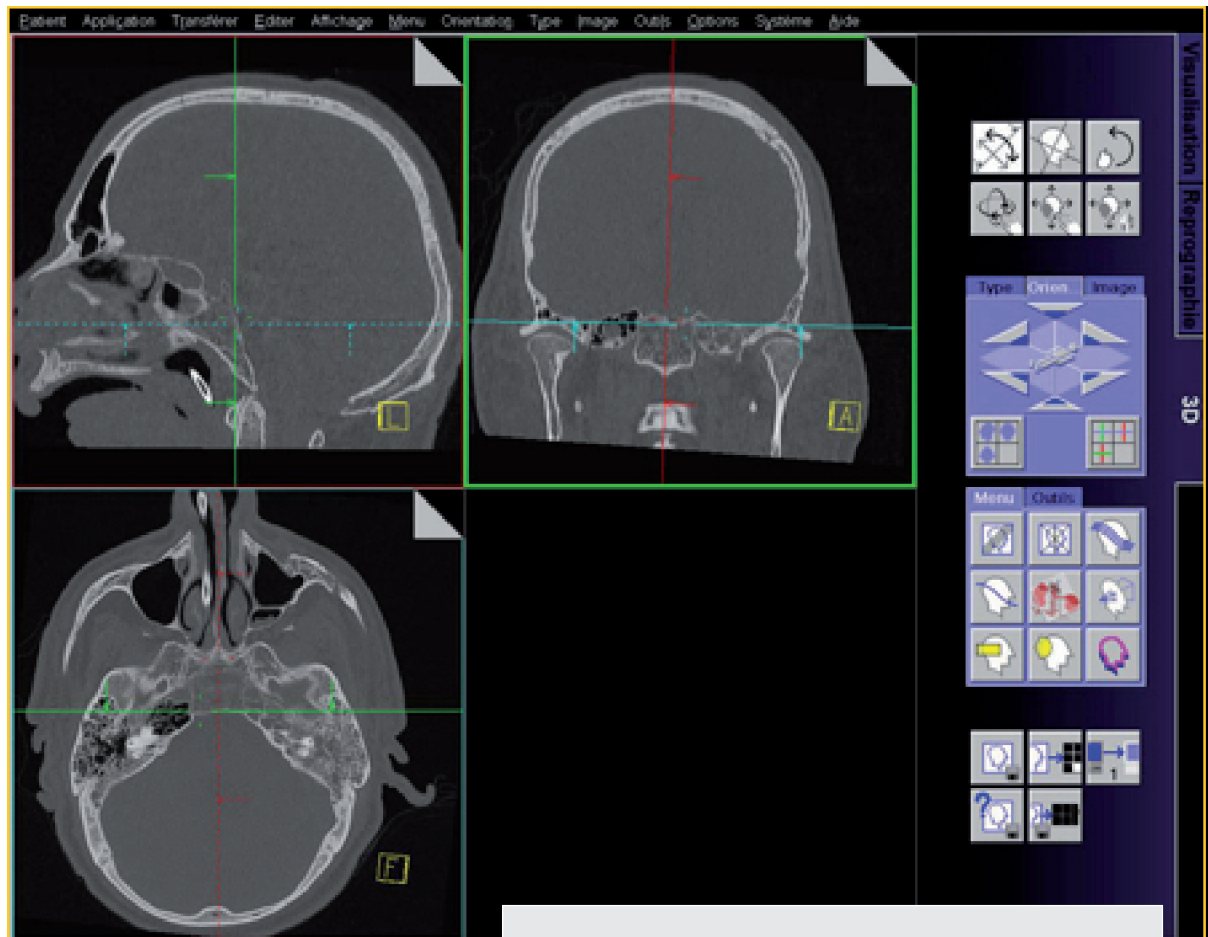


Figure 12 :
Ecran de console de lecture illustrant les axes
de reconstruction MPR

Les reconstructions MPR doivent être réalisées au minimum dans les plans axial et coronal, qui sont indispensables pour l'analyse correcte du massif facial, et en fenêtrages osseux et tissulaire.

Le plan sagittal est utile pour l'analyse des processus coronoïdes, du plancher, de l'apex orbitaire (16), et du canal naso-frontal.

Une reconstruction selon le plan du nerf optique pourra être réalisée en cas de lésion de l'apex orbitaire.

Une reconstruction curviligne le long des arcades dentaires permettra d'obtenir un rendu proche d'un panoramique dentaire.

4 - Reconstructions 3D :

Ce type de reconstruction n'est pas systématique et doit être réservé à l'analyse des fractures complexes ou déplacées, particulièrement si une chirurgie est envisagée.

Dans ce contexte, l'adjonction de reconstruction en « Volume Rendering », modalité de rendu en 3 dimensions est contributive dans 29% des cas (17). L'imagerie 3D permet d'augmenter les perfor-

mances diagnostiques du scanner. Ainsi l'association des coupes axiales natives, des reconstructions multiplanaires et d'un rendu en 3D confère au scanner une haute spécificité (99%) et une haute sensibilité (95,8%).

La visualisation en 3D permet également de faciliter la prise en charge chirurgicale (18). Elle permet une compréhension générale du traumatisme en fournissant une vue d'ensemble.

En dehors du contexte de l'urgence, le rendu en 3D permettra de calculer le volume orbitaire.

5 - Stockage des données

Les données de l'examen doivent être stockées sur un support numérique qui permettra leur transmission au prescripteur de l'examen. Ce support consiste, à Nantes en un CD-rom, et contient les images reconstruites. Les images doivent également être stockées sur un PACS (picture archiving communication system) au sein de l'établissement où elles ont été réalisées. Il est important de stocker les images natives, en coupes millimétriques, qui permettront de refaire, si besoin, de nouvelles reconstructions ou de pouvoir relire l'examen dans les meilleures conditions. Cela évite de réaliser un nouvel examen.

6 - Détection des fractures

• Signes indirects

Tuméfaction ou déformation des parties molles : les lacérations des lèvres, du nez, de la cavité buccale ainsi que les contusions péri-orbitaires et les hémorragies sous-conjonctivales sont associées de façon significative aux fractures faciales (19).

Hémosinus (figure 13) ou comblement des cellules mastoïdiennes : très bonne valeur prédictive négative, puisque l'absence d'hémosinus élimine la présence d'une fracture de la paroi de ce sinus (20). La seule réserve est qu'il existe des faux positifs, les causes principales étant la sinusite et l'otite moyenne.

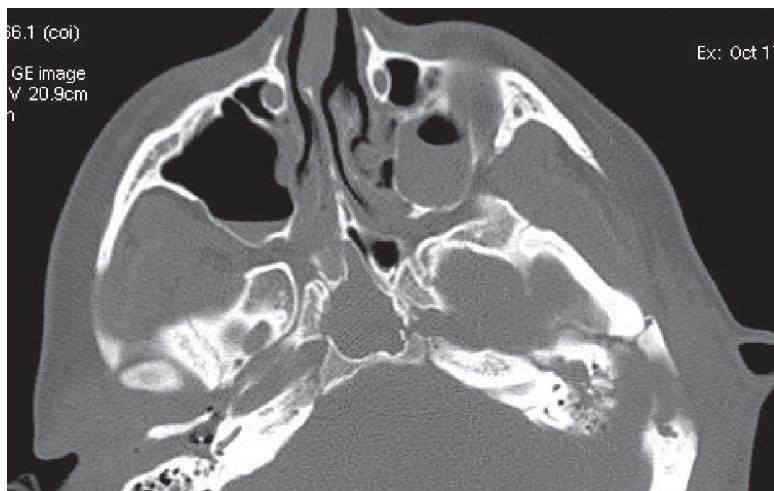


Figure 13 :
Coupe axiale montrant un hémosinus, sous la forme d'un niveau hydro-aérique dans le sinus maxillaire droit.

Emphysème des parties molles, pneumorbite (figure 14) : ont une valeur localisatrice modérée.

Pneumencéphalie : doit faire rechercher à distance une brèche ostéo-durale.

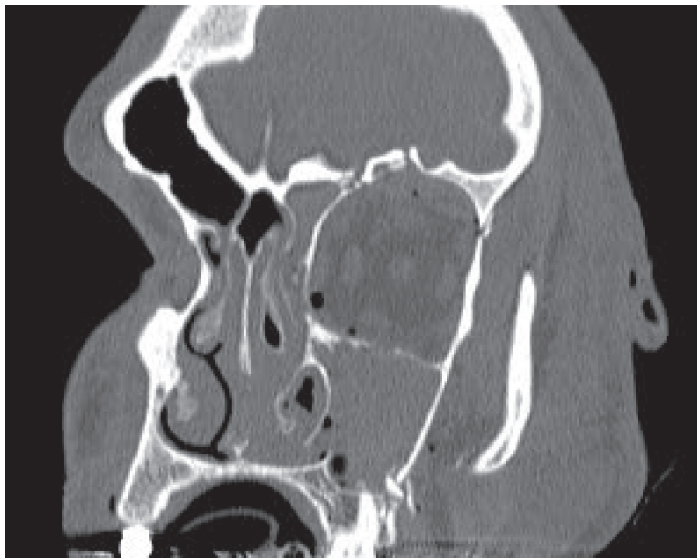


Figure 14 :

Coupe coronale, perpendiculaire au plan du nerf optique, mettant en évidence une pneumorbite.

• Signes directs

L'interruption d'une corticale osseuse est la définition habituelle d'une fracture. Mais l'angulation anormale d'une corticale osseuse ou un diastasis au niveau d'une suture sont l'équivalent d'une fracture.

Une fracture devra être décrite selon sa localisation, son caractère simple ou comminutif, et selon l'existence ou non d'un déplacement.

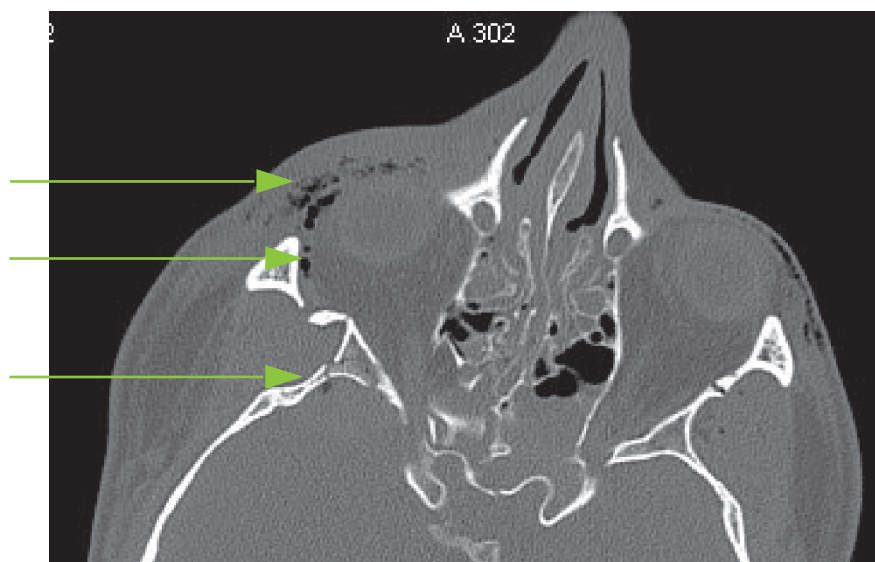


Figure 15 :

Coupe axiale de scanner, passant par les orbites et montrant une interruption de la corticale osseuse de la paroi latérale de l'orbite droite, avec angulation anormale. Noter la présence d'un emphysème sous-cutané, d'une pneumorbite, et d'une bulle de pneumocéphalie (flèches).

7 - Images pièges = « fausses fractures »

Sutures (figure 16) : elles sont nombreuses au niveau du massif facial et connaître leur topographie permet de ne pas les prendre à tort pour des fractures. Cependant, certaines fractures empruntent le trajet des sutures pour tout ou partie de leur trajet, notamment au niveau du trépied zygomatique. Comme nous l'avons vu précédemment, un élargissement ou une angulation anormaux d'une suture est une fracture. La comparaison au coté controlatéral, s'il est intact, pourra aider au diagnostic.

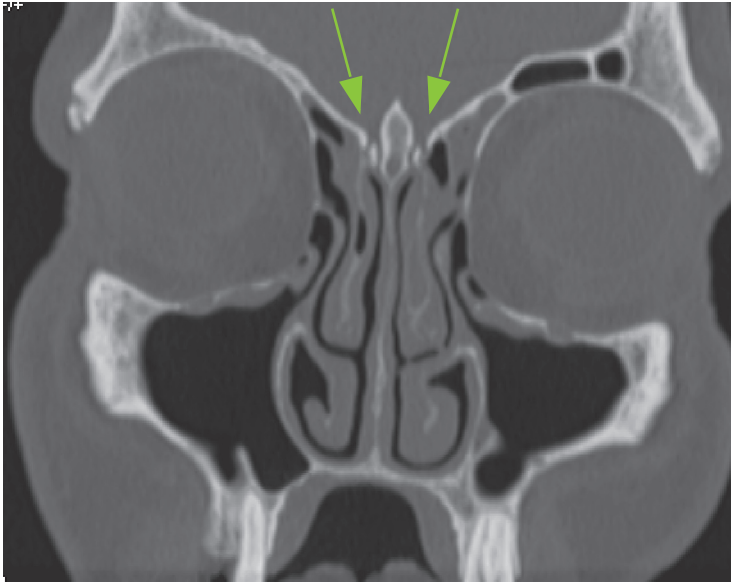


Figure 16 :

Coupe coronale de scanner en fenêtrage osseux passant par l'ethmoïde ; les flèches montrent les sutures fronto-ethmoïdales.

Canaux, foramens et fentes : elles sont symétriques. La comparaison avec le coté controlatéral permettra de rétablir le diagnostic. Il faut néanmoins rester vigilant puisque ce sont des zones fragiles, qui sont souvent concernées par les fractures.

Variantes anatomiques : notamment la déhiscence de la lame papyracée (figure 17).



Figure 17 :

Coupe axiale passant par les orbites et montrant une déhiscence de la lame papyracée droite.

V - LES FRACTURES DU MASSIF FACIAL

Le but est de recenser les fractures du massif facial les plus fréquentes, et pour chacune de mettre en lumière les données qui seront nécessaires au chirurgien, afin de planifier la prise en charge du patient.

Toujours dans l'étude de Gassner (21), 71% des fractures touchent la face moyenne, 24% atteignent la mandibule et 4% sont supra-orbitaires et fronto-basales.

Pour faciliter l'organisation de ce chapitre, les fractures simples et complexes ont été différenciées. Pour les fractures complexes, une classification a été établie en fonction du mécanisme et de la localisation du traumatisme.

Le plan suivi sera donc le suivant :

2 - Les fractures simples

- Fractures des os propres du nez
- Fracture du sinus maxillaire
- Fracture du sinus frontal
- Fracture de l'orbite

3 - Les fractures complexes

- Cas particulier des fractures de l'orbite

Imagerie du globe oculaire traumatique

- Massif facial supérieur ; impact horizontal : fractures de Le Fort
- Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 médian : fractures centro-faciale.
- Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 latéral bas : fracture du complexe zygomatoco-maxillaire
- Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 latéral haut : fracture sphéno-temporo-frontales
- Massif facial inférieur : fracture de la mandibule
- Fracture du rocher
- Les fractures trans-sphénoïdales
- Associations

1 - Mécanismes

De par sa position centrale et son anatomie particulière faite de cavités aériques, le massif facial peut être lésé par différents mécanismes :

- Le choc direct : impact sur les zones proéminentes du visage : arcades zygomatiques, menton, pyramide nasale et front.
- Le traumatisme indirect : type « blow-out » ; l'onde de choc est transmise par le contenu orbitaire au plancher de l'orbite.

- L'irradiation d'un trait de fracture provenant de la voûte ou de la base du crâne (figure 18).
- Les traumatismes pénétrant et balistique.
- Autres : traumatisme iatrogène et barotraumatisme.

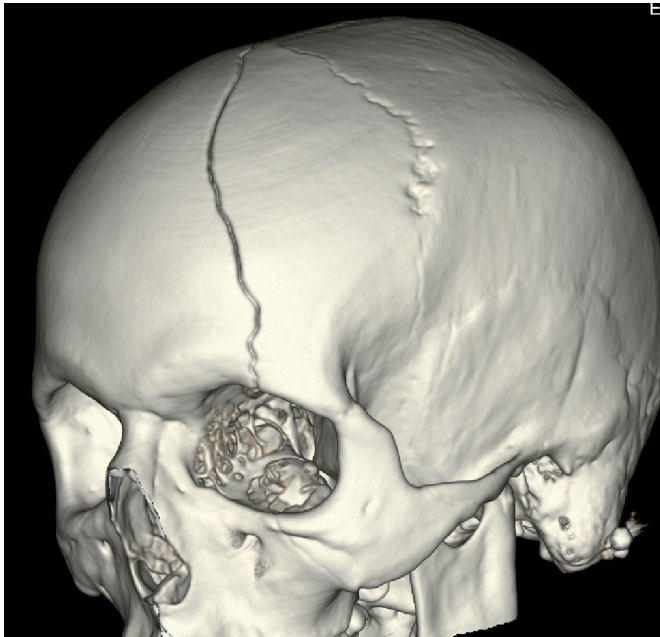


Figure 18 :
Reconstruction 3D montrant une fracture de la voûte crânienne irradiée au toit de l'orbite gauche.

2 - Les fractures simples

• Fractures des os propres du nez

Ce sont les fractures les plus fréquentes (15).

Les séquelles sont esthétiques (ensellure) et fonctionnelles, en cas d'obstruction nasale liée au déplacement des structures osseuses (5) (6).

Le scanner n'est pas nécessaire pour leur prise en charge mais lorsqu'il est réalisé pour une autre indication, il faudra alors rechercher une fracture ou un hématome de la cloison nasale, et décrire les déplacements des fragments osseux s'il sont importants (figure 19).

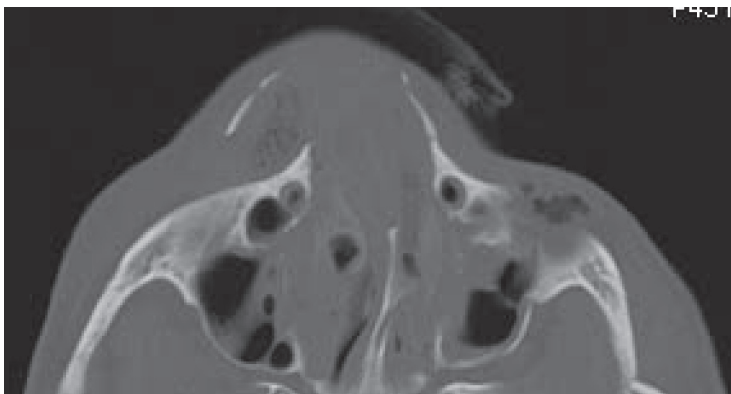


Figure 19 :
Coupe axiale de scanner en fenêtrage osseux, montrant une fracture déplacée des os propres du nez à droite).

• Fracture du sinus maxillaire :

Une fracture isolée du sinus maxillaire a peu de conséquence en dehors de complications infectieuses, limitées au sinus.

• Fracture du sinus frontal

Mur antérieur : L'atteinte isolée du mur antérieur du sinus frontal, n'est responsable que de séquelles esthétiques. Ces fractures bénéficieront néanmoins d'une chirurgie en cas de déplacement important (22).

Mur postérieur (figure 20) : L'atteinte du mur postérieur témoigne d'une cinétique plus importante. L'association à des lésions intra-parenchymateuses cérébrales est donc plus fréquente.

Complications : Une fracture du mur postérieur pourra être à l'origine d'une brèche méningée, avec risque d'infection cérébrale (méningite et abcès). Une autre complication des fractures du sinus frontal est l'apparition secondaire d'une mucocèle, par obstruction du canal naso-frontal.

Détection : Les fractures du sinus frontal sont bien visibles en coupes axiales. Le canal naso frontal est analysé au mieux en reformatage sagittal. Le fenêtrage pourra être modifiée afin de chercher une pneumencéphalie.

Scanner : Lors de l'analyse d'une fracture du sinus frontal, il faudra donc rechercher

- Une atteinte du mur antérieur, et décrire le déplacement s'il est important
- Une atteinte du mur postérieur, et dans ce cas, une atteinte intra-parenchymateuse et/ou une pneumencéphalie associées.
- Une atteinte du canal naso-frontal.

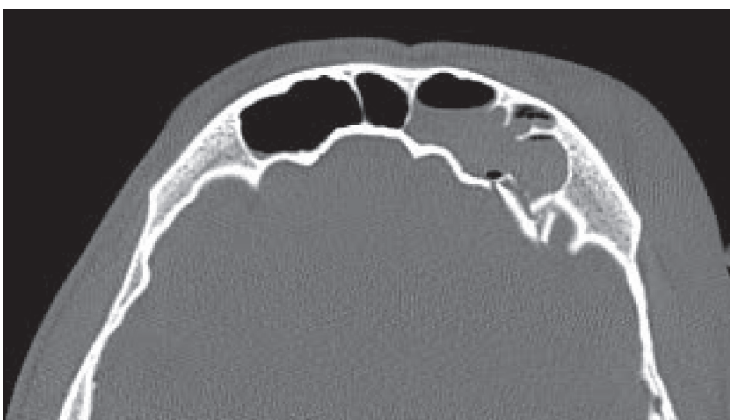


Figure 20 :

Coupe axiale montrant une fracture de la paroi postérieure du sinus frontal gauche, associée à un hémorosinus gauche, sans pneumencéphalie visible.

• Fracture de l'orbite

Définition : Atteinte isolée d'une ou de deux parois de l'orbite. Le plancher et la paroi médiale de l'orbite sont les plus fragiles.

Mécanisme : Les fractures isolées de l'orbite surviennent selon 2 mécanismes différents :

- par traumatisme direct, sur la margelle inférieure de l'orbite.
- par traumatisme indirect, sur le globe oculaire : l'hyperpression se transmet par l'intermédiaire du contenu orbitaire, au plancher et à la paroi médiale de l'orbite qui se fracturent (figure 21). C'est le mécanisme de « blow-out » décrit par Smith et Reagan en 1957 et confirmé par Converse (23).



Figure 21 :
Coupe axiale d'une fracture de la paroi médiale de l'orbite droite par mécanisme de blow-out.

La fracture « en trappe » (trap-door fracture ; figure 22) est une variété de fracture « blow-out » décrite par Soll et Poley (24). Le fragment osseux fracturé du plancher se referme « en trappe » sur le muscle droit inférieur. Elles sont plus fréquentes chez l'enfant, puisqu'il s'agit d'un mécanisme de fracture « en bois vert », mais peuvent aussi survenir chez l'adulte.

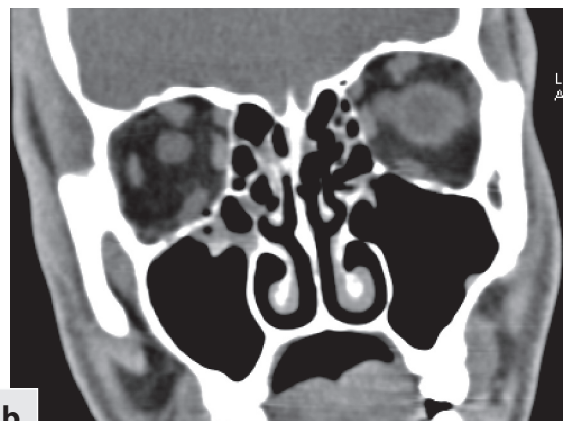


Figure 22 :
Coupe coronale passant par les orbites, illustrant une fracture « en trappe » en fenêtrage osseux (a) et en fenêtrage tissulaire (b), chez un jeune homme de 19 ans.

Complications :

- Les troubles de l'oculomotricité sont les plus fréquents, avec en premier lieu la diplopie, par hernie ou contusion des muscles oculomoteurs. Cependant, un trouble oculomoteur est possible même en l'absence de fracture.
- Les modifications du volume orbitaire, l'enophtalmie étant plus fréquemment retrouvée que l'exophtalmie par déplacement d'un ou plusieurs fragments osseux.
- L'infection du contenu orbitaire secondaire, par contamination directe à partir des sinus.
- Les traumatismes du globe oculaire sont plus fréquemment associés aux fractures complexes de l'orbite et seront donc développés ultérieurement.

Détection : La présence d'une pneumorbite peut faciliter la détection de la fracture mais n'a pas de valeur localisatrice.

Les reconstructions coronales sont indispensables pour la détection et l'analyse d'une fracture du plancher ou de la paroi médiale de l'orbite (4). Une reconstruction oblique sagittale, selon le grand axe de l'orbite, a montré son intérêt dans la détection, l'analyse et la prise de décision chirurgicale (16).

Indications de la chirurgie :

- Persistance d'une diplopie dans la semaine suivant le traumatisme.
- Présence d'une limitation des mouvements oculaires (suspicion d'incarcération du muscle droit).
- Enophtalmie > 2mm, afin de prévenir une dystopie oculaire.
- Défect osseux important (> 50 % de la surface du plancher ou si le déplacement de la paroi médiale est > à 3mm (6)), afin de prévenir l'enophtalmie secondaire.
- Atteinte de l'apex orbitaire mais sans consensus à l'heure actuelle (22), les gestes de décompression du nerf optique n'ayant pas fait la preuve de leur efficacité.

La prise en charge sera réalisée en urgence en cas de fracture en « trap-door » ou en cas de troubles de l'acuité visuelle. Dans les autres cas, la chirurgie est retardée, souvent réalisée entre 4 et 7 jours après le traumatisme.

Scanner : On recherchera donc

- Une hernie du contenu orbitaire, graisse ou muscle droit (inférieur ou médial ; figure 23). Il est à noter que le diagnostic d'incarcération nécessite également la présence d'une symptomatologie clinique sous forme d'une limitation des mouvements du globe oculaire (22).
- Une modification du volume orbitaire (exo ou enophtalmie).
- Un hématome intra-orbitaire ou une irradiation du trait de fracture vers l'apex orbitaire.
- Une atteinte du rebord orbitaire inférieur, ce qui modifiera la chirurgie.

- La mesure entre rebord orbitaire inférieur et l'extrémité postérieure de la fracture permettra au chirurgien d'adapter le geste chirurgical, la taille et le type du matériel de réfection du plancher.

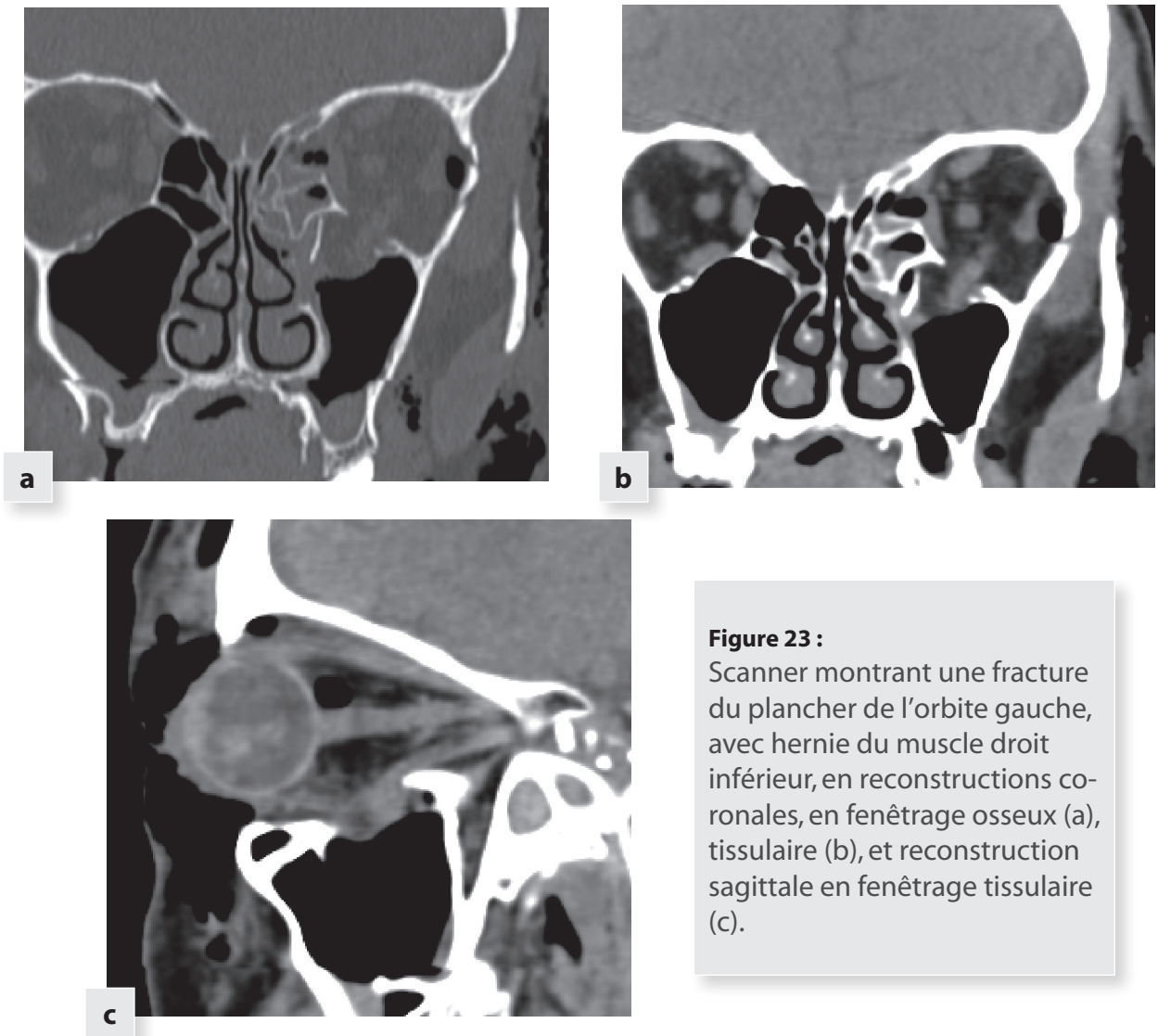


Figure 23 :

Scanner montrant une fracture du plancher de l'orbite gauche, avec hernie du muscle droit inférieur, en reconstructions coronales, en fenêtrage osseux (a), tissulaire (b), et reconstruction sagittale en fenêtrage tissulaire (c).

3 - Les fractures complexes

• Cas particulier des fractures de l'orbite

Les fractures de l'orbite peuvent être simples, comme nous l'avons vu précédemment, ou complexes, mais les complications qui en découlent seront les mêmes. Ce qui a été vu dans le chapitre précédent ne sera pas développé de nouveau ici, mais les structures clés et l'analyse du scanner restent identiques pour les fractures complexes.

Par ailleurs, l'orbite a une position centrale dans le massif facial moyen. Elle est donc impliquée dans la majorité des fractures complexes de la face moyenne (seules les fractures de Le Fort I sont à distance de l'orbite). Les lésions décrites dans ce paragraphe seront donc à rechercher pour

toute fracture de la face moyenne ou supérieure.

Une autre particularité de l'orbite est la présence du globe oculaire qu'il ne faudra pas oublier d'analyser sur le scanner.

Imagerie du globe oculaire traumatique : (25)

Les atteintes du globe oculaire lors des traumatismes de la face sont fréquentes. En 1990, 40% des cécités monoculaires aux USA étaient dues à des traumatismes du globe (26).

Analyser les globes oculaires sur le scanner d'un polytraumatisé est d'autant plus important que l'examen clinique ophtalmologique n'est pas toujours possible, et que ces lésions doivent être prises en charge dans les meilleurs délais afin de préserver l'acuité visuelle des patients.

Les lésions les plus fréquentes sont :

- Les atteintes de la chambre antérieure : l'hyphéma ou hémorragie post-traumatique de chambre antérieure sera visualisée cliniquement. Le scanner a donc essentiellement pour rôle de rechercher d'autres lésions associées. Les lacérations de la cornée seront visibles indirectement sous forme d'une diminution du volume de la chambre antérieure (figure 24).
- Les atteintes de la chambre postérieure : Ce sont surtout les hémorragies intra-vitréennes, les lésions du cristallin et les décollements de rétine, qui sont visibles au scanner.
- Les hémorragies intra-vitréennes sont visibles sous forme d'une hyperdensité spontanée au sein de la chambre antérieure (figure 24).

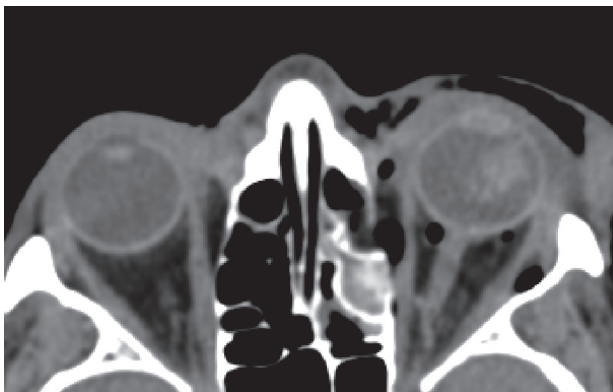


Figure 24 :

Coupe axiale en fenêtrage tissulaire montrant une diminution de taille et une hyperdensité spontanée de la chambre antérieure (hyphéma), associée à une hémorragie intra-vitréenne de l'œil gauche.

- La luxation antérieure du cristallin, dans la chambre antérieure, peut accompagner les lacérations cornéales vues précédemment. Les luxations postérieures (figures 25a et b) sont plus fréquentes, qu'elles soient complètes ou partielles.

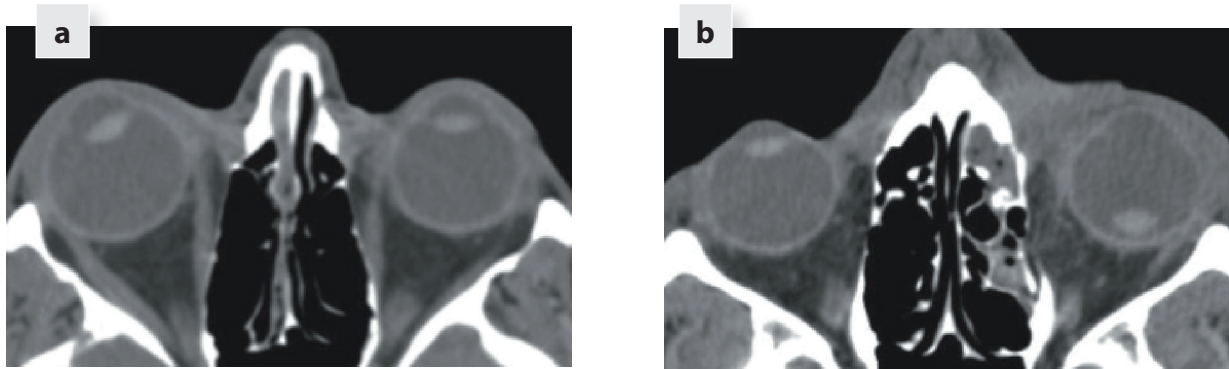


Figure 25 :

Coupes axiales en fenêtrage tissulaire montrant : a) une luxation partielle du cristallin droit b) une luxation complète du cristallin gauche, qui se trouve en position déclive dans la chambre postérieure. (25)

Il faut rester néanmoins prudent car il existe d'autres causes de luxation du cristallin, notamment congénitales (Syndromes de Marfan et d'Ehler-Danlos par exemple).

- Décollement de rétine ou de choroïde : la rétine peut se détacher de la choroïde lors d'un traumatisme. Sur le scanner, un décollement de rétine sera visible sous forme d'une ligne dense en forme de V, la pointe du V se trouvant en regard de la papille. Un décollement de la choroïde est également possible, par accumulation de liquide, dans l'espace sous-choroïdien. Cette collection sous-choroïdienne prend un aspect de lentille biconvexe.

- Les ruptures de globe (figures 26 et 27) : Une rupture de globe doit être recherchée de façon systématique, car elle est une cause de cécité. La rupture se produit le plus souvent au niveau de l'insertion des muscles oculomoteurs car la sclère y est plus fine et donc plus fragile. Elle se présente comme une modification des contours et/ou du volume du globe. La présence d'une bulle d'air ou d'un corps étranger au sein du globe permet un diagnostic de certitude.

Là encore, il faut rester prudent. Des contours irréguliers de globe oculaire peuvent se retrouver dans certaines pathologies congénitales (Colomboma et Staphyloma par exemple). De même, des causes iatrogènes peuvent expliquer la présence d'air ou de corps étrangers intraoculaires (injection de gaz ou d'éponge de silicone pour le traitement des décollements de rétine).



Figure 26 :

Coupe axiale, en fenêtrage tissulaire, passant par les globes oculaires montrant un rupture de globe oculaire gauche : perte de la sphéricité et irrégularité des contours.

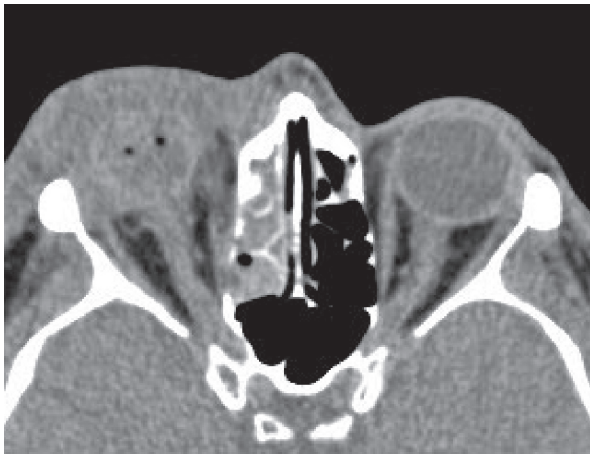


Figure 27 :

Coupe axiale, en fenêtrage tissulaire, passant par les orbites, montrant une rupture du globe oculaire droit : diminution du volume et présence de 2 bulles d'air dans le globe.

Complications : Nous en avons déjà détaillé une partie dans le paragraphe concernant les fractures isolées de l'orbite : les troubles de l'oculomotricité par hernie du contenu orbitaire, l'énophtalmie ou l'exophtalmie par modification du volume orbitaire, et les infections.

- Le syndrome de la fissure orbitaire supérieure est dû à une atteinte de l'apex orbitaire, par une fracture, ou un hématome compressif.
- Les troubles de l'acuité visuelle, plus ou moins complets, sont liés soit à une atteinte du globe oculaire, soit à une atteinte du nerf optique, par section, compression (hématome, fracture de l'apex orbitaire) ou par atteinte directe (esquille osseuse ; figure 28).
- Le syndrome de l'apex orbitaire : il associe un syndrome de la fissure orbitaire supérieure et une baisse d'acuité visuelle.
- L'avulsion du nerf optique est une complication rare mais qui peut être visualisée sur un scanner. Elle est secondaire à une rotation forcée et brutale du globe oculaire. Sur le scanner, qui peut toutefois être pris en défaut, elle se présente comme un élargissement de la partie antérieure du nerf optique (27).

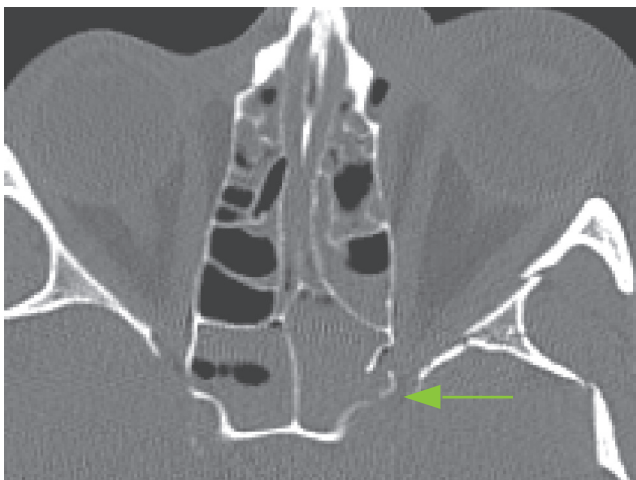


Figure 28 :

Coupe axiale montrant une fracture de la grande aile gauche du sphénoïde (paroi latérale de l'orbite) se poursuivant au niveau du sinus sphénoïde gauche. Présence d'une esquille osseuse provenant du sinus sphénoïde dans la fissure orbitaire supérieure (flèche).

Réalisation du scanner en urgence en cas de :

- Baisse d'acuité visuelle.
- Ophtalmoplégie.
- Syndrome de l'apex orbitaire.
- Suspicion de plaie du globe oculaire.
- Suspicion de corps étranger intra-oculaire.

Scanner :

Conduite à tenir pour l'analyse d'une fracture de l'orbite au scanner (25) :

- Rechercher une hernie du contenu orbitaire, une modification du volume orbitaire et du volume des muscles oculomoteurs, une atteinte des muscles orbitaires (figure 29), une atteinte du rebord orbitaire inférieur.
- Évaluer l'état de la chambre antérieure.
- Vérifier la position du cristallin.
- Analyser le segment postérieur, notamment rechercher une hémorragie ou un corps étranger.
- Rechercher une irradiation du trait de fracture vers l'apex, notamment vers la fissure orbitaire supérieure.
- Rechercher une anomalie de la veine ophtalmique ou du nerf optique au niveau de l'apex orbitaire (modification du diamètre du nerf optique, esquille osseuse au contact, ou hématome compressif).

La prise en charge chirurgicale sera réalisée en urgence s'il existe des troubles de l'acuité visuelle.

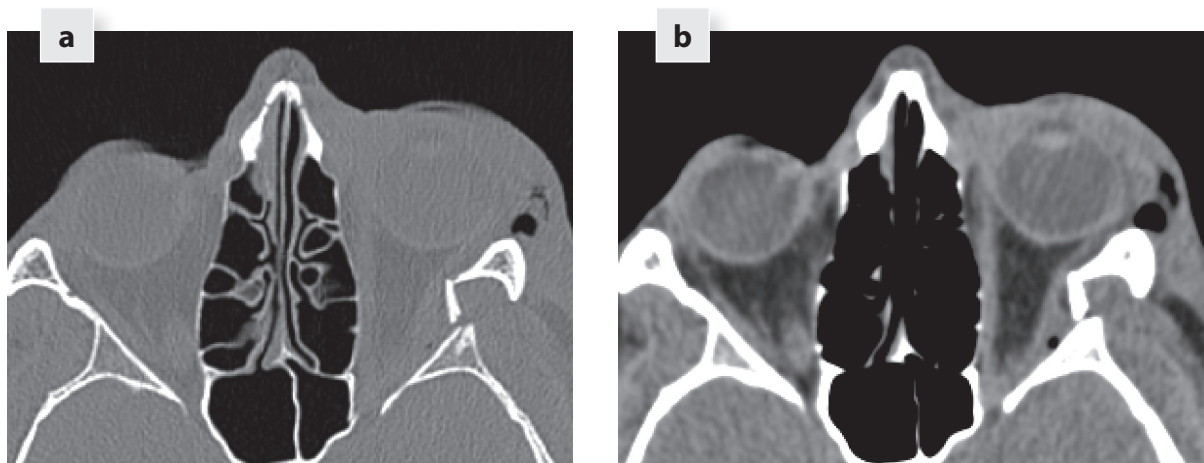


Figure 29 :

Coupes axiales montrant une fracture déplacée de la paroi latérale de l'orbite gauche, avec présence d'une esquille osseuse venant embrocher le muscle droit latéral, en fenêtrages osseux (a) et tissulaire (b).

• Massif facial supérieur ; impact horizontal : fractures de Le Fort

Définition : La description de ces fractures a été faite par René Le Fort en 1901. Il en existe trois types : I, II, et III (figure 30).

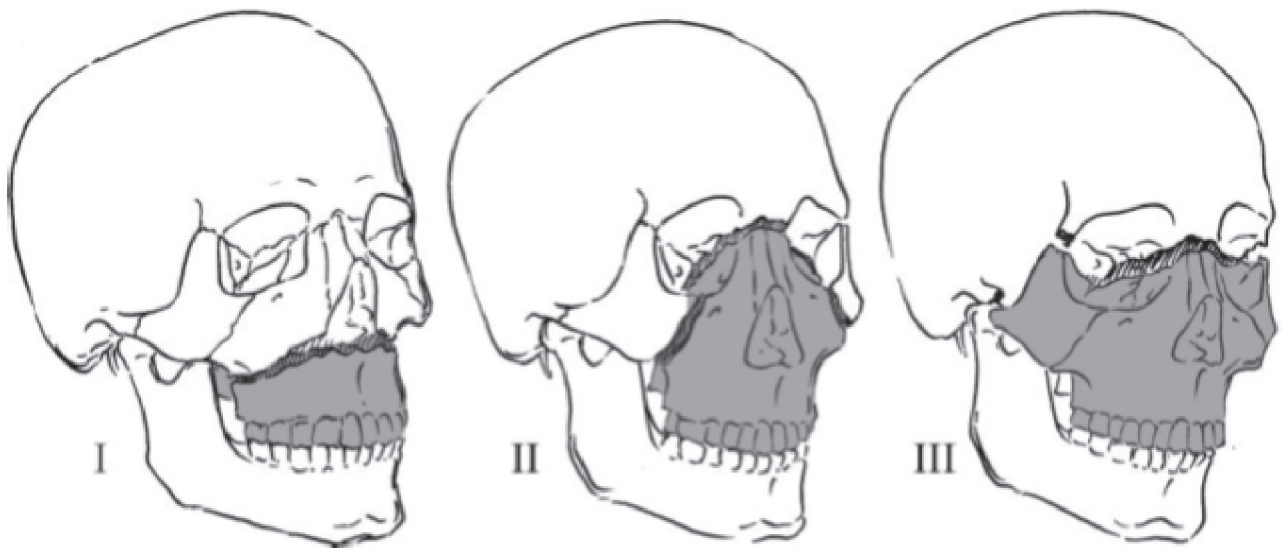


Figure 30 :
Schéma illustrant les différents types de fracture de Le Fort (Hopper).

Chacune correspond à un ensemble de fractures, dont le trajet suit une « ligne de faiblesse » du massif facial, et aboutit à une disjonction crânio-faciale. Par définition, elles sont symétriques, mais avec l'augmentation de l'énergie des traumatismes, ces fractures deviennent de plus en plus complexes, s'associant en héli-*Le Fort*, par association à une fracture du palais osseux(15).

Toutes ces fractures ont un point commun : la fracture des processus ptérygoïdes (28), qui sera recherchée sur les reconstructions coronales et sagittales du scanner (figure 31).

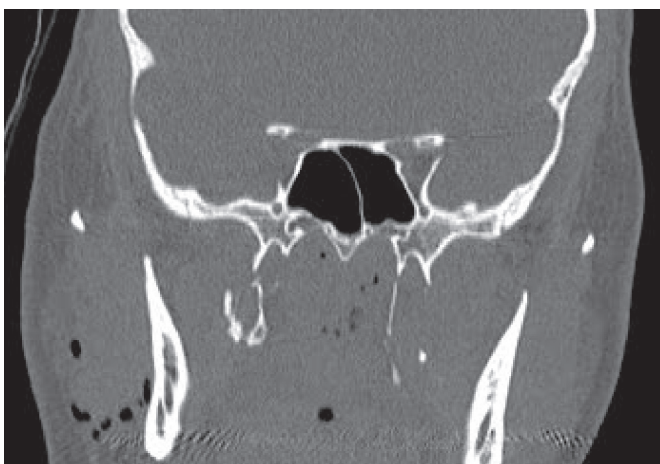


Figure 31 :
Coupe coronale de scanner en fenêtrage osseux retrouvant une fracture des deux processus ptérygoïdes.

Les reconstructions en « rendu volumique » permettent d'aider à la compréhension globale de ces fractures (figure 32).

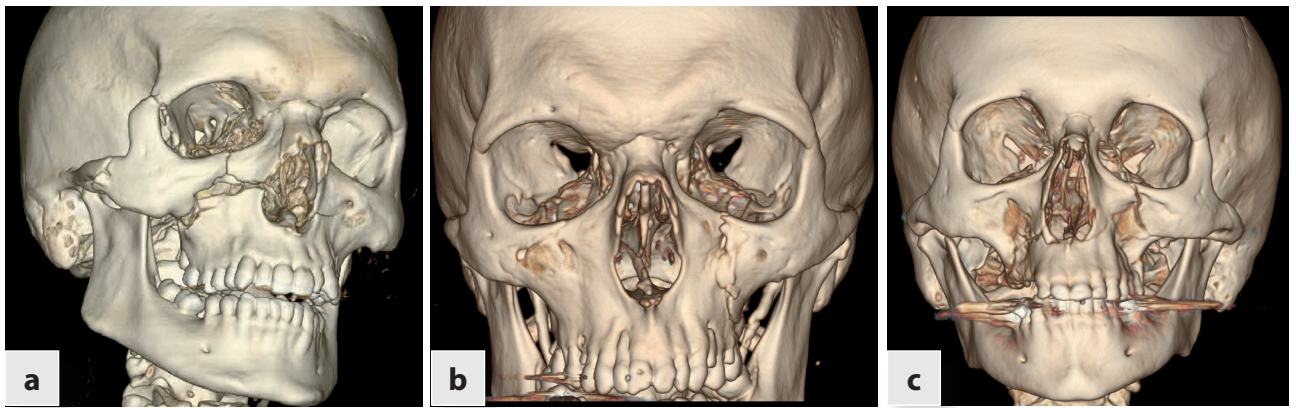


Figure 32 :

Reconstructions en rendu de volume, montrant en **a** une association de fractures de Le Fort I, II et III ; en **b** une fracture de Le Fort II ; en **c** l'association d'une fracture en hémi-Le Fort I à droite et une fracture en hémi-Le Fort II à gauche.

Classification : Le Fort I, Le Fort II (la plus fréquente) et Le Fort III

Pour chacune de ces fractures, il existe un élément dont l'atteinte est spécifique. La fracture de cet élément spécifique rend probable la fracture de Le Fort correspondante. Si cet élément est intact, la fracture de Le Fort correspondante peut être éliminée.

Structures clés :

Le Fort I : rebord inférieur des fosses nasales

Le Fort II : rebord inférieur de l'orbite

Le Fort III : arcades zygomatiques

Une fois que l'élément est identifié, il faudra ensuite confirmer la fracture suspectée en recherchant les autres éléments constitutifs de cette fracture (28) :

- Le Fort I : base de la pyramide nasale et bords inférieurs des sinus maxillaires

- Le Fort II : Le trait de fracture débute à la partie moyenne des os propres du nez, trans-ethmoïdal, il se poursuit vers les parois médiales et les planchers des orbites puis se termine au niveau des parois antérieures et postérieures des sinus maxillaires.

Les arcades zygomatiques sont intactes.

- Le Fort III : Cette fracture disjonction cranio-faciale prend son origine à la base du nez, est trans-ethmoïdale, se poursuit par une fracture des parois médiales et latérales des orbites et se termine au niveau des arcades zygomatiques puis des parois postérieures des sinus maxillaires.

Les parois antérieures des sinus maxillaires sont intactes.

Complications :

Les fractures de Le Fort I sont à risque de troubles de l'articulé dentaire.

Pour les fractures de Le Fort II, les complications sont liées à l'atteinte du plancher orbitaire, ou à une fracture du complexe naso-orbito-éthmoïdal associée.

Pour les fractures de Le Fort III, les complications sont essentiellement neurologiques (lésions cérébrales et des nerfs crâniens) (29).

Les fractures de Le Fort étant très souvent associées à d'autres fractures (trépied zygomatique, complexe naso-orbito-éthmoïdal notamment), il faudra rechercher les complications qui leur sont liées, détaillées lors des paragraphes suivants.

Insistons encore sur la possibilité d'une irradiation du trait de fracture à l'apex orbitaire. Certains auteurs ont même nommé cette association d'une fracture de Le Fort et d'une fracture de la base du crâne passant par l'apex orbitaire, « Le Fort IV » (30). Une irradiation du trait de fracture au canal carotidien pourra également être retrouvée.

Une fracture du palais osseux nécessite une synthèse chirurgicale, sous peine de troubles de l'occlusion dentaire (figure 33).

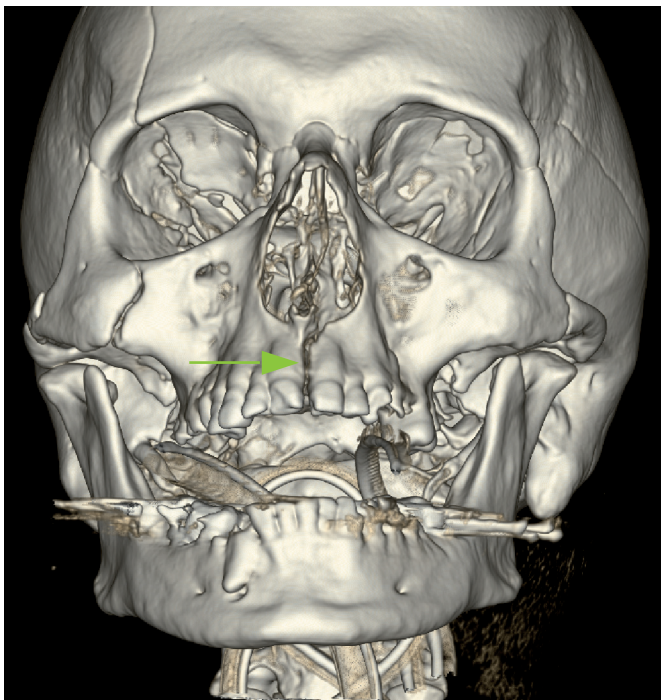


Figure 33 :
Reconstruction en rendu de volume, montrant une disjonction inter-maxillaire.

Indications chirurgicales :

Toutes les fractures de Le Fort seront prises en charge chirurgicalement, du fait de la disjonction crânio-faciale et de son instabilité.

Scanner :

- Rechercher une fracture des processus ptérygoïdes, de façon bilatérale. Si elle est absente, une

fracture de Le Fort peut être éliminée.

- Passer en revue les 3 éléments spécifiques de chaque fracture, de façon bilatérale.
- Confirmer la fracture de Le Fort suspectée en recherchant les autres éléments constitutifs.
- Rechercher une fracture du palais osseux (Hémi-Le Fort).
- Rechercher une atteinte orbitaire, notamment de l'apex et une irradiation du trait de fracture au canal carotidien.

• Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 médian : fractures centro faciale.

Définition :

Il existe plusieurs terminologies pour ces fractures centro-faciales :

- Les fractures du complexe naso-orbito-éthmoïdal (NOE), qui comportent une fracture de l'éthmoïde, une fracture de la paroi médiale de l'orbite et une atteinte du canthus médial (figure 34).
- Les fractures disjonction orbito-naso-éthmoïdo-frontales (DONEF) : aux différents éléments cités précédemment s'ajoute une fracture de l'os frontal.
- Les fractures du complexe naso-éthmoïdo-maxillo-fronto-orbitaire (CNEMFO) : elles sont plus étendues et associent une atteinte du complexe NOE, une atteinte frontale et une atteinte maxillaire.

Il a été convenu dans ce travail d'utiliser le terme de fracture du complexe NOE, qui est le plus fréquemment utilisé dans les articles anglo-saxons.

Figure 34 :

Schéma illustrant les structures anatomiques atteintes par une fracture du complexe naso-orbito-éthmoïdal



Mécanisme :

Il s'agit d'un impact frontal, l'exemple le plus classique étant un choc direct contre le tableau de bord d'une voiture lors d'un accident de la voie publique. Les os propres du nez sont fracturés, se déplacent d'avant en arrière et se télescopent contre les parois internes des orbites et de l'éthmoïde.

Classification :

Elle tient compte du degré d'atteinte du canthus médial (31), selon que le fragment central est entier ou comminutif et selon l'atteinte du tendon du palpébral médial (figure 35). Ces données ont une incidence sur le traitement chirurgical. L'atteinte du ligament palpébral médial n'est pas visible au scanner. Une rupture sera suspectée devant l'association d'une irradiation du trait de fractures aux crêtes lacrymales et d'une mobilité du canthus lors de l'examen clinique, mais ne sera certaine que lors de l'exploration chirurgicale.



Figure 35 :
Schéma illustrant la classification de Markowitz. (Hopper)

Les reconstructions en rendu de volume seront une aide pour décrire l'impaction du complexe NOE, l'atteinte du canthus médial et l'association à d'autres fractures (figure 36).

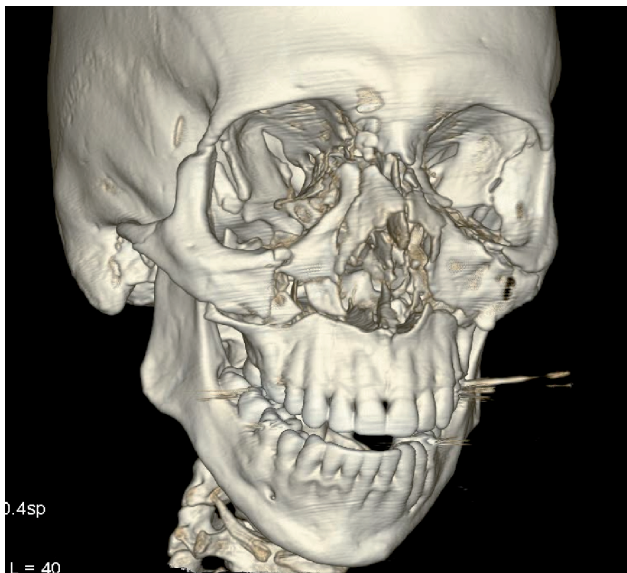


Figure 36 :
Reconstruction en « rendu de volume » d'une fracture de Le Fort I associée à une fracture du complexe NOE de type I à droite selon la classification de Markowitz.

Complications :

- Infectieuses : les complications les plus graves sont les infections intracrâniennes, par l'intermédiaire d'une brèche ostéoméningée au niveau de l'étage antérieur de la base du crâne (méningite, empyème, abcès intra-parenchymateux).
- Hémorragiques : elles sont plus fréquentes que pour les autres types de fractures. Les hémorragies peuvent être massives, par atteinte de l'artère ethmoïdale antérieure (figure 37).

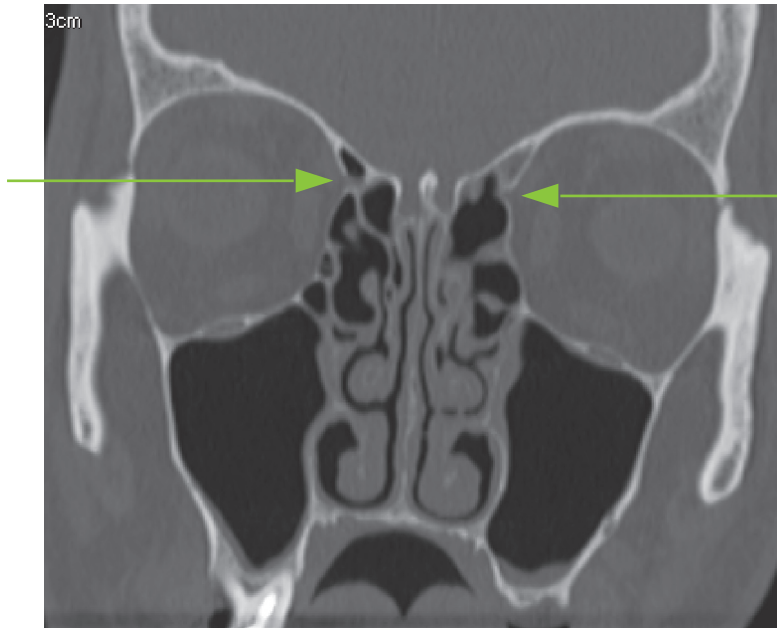


Figure 37 :
coupe coronale montrant les canaux osseux permettant le passage des artères ethmoïdales antérieures (flèches).

- Esthétiques : elles sont proportionnelles au degré d'impaction, et fonction de l'atteinte du ligament palpébral médial (télécanthus). L'avulsion du ligament n'est pas visible sur le scanner, mais elle peut être suspectée lorsqu'il existe d'emblée un élargissement de la distance inter canthale.
- Obstructives : l'obstruction du canal naso-frontal augmente le risque de mucocèle post-traumatique, et l'obstruction du canal lacrymo-nasal d'épiphora (larmolement).
- Orbitaires : les complications liées à une fracture de la paroi médiale de l'orbite, sont les mêmes que celles vues au chapitre des fractures de l'orbite.
- Une anosmie post-traumatique peut également survenir, même en l'absence de fracture de la lame criblée, par cisaillement des fibres nerveuses.

Indications chirurgicales :

Seules les rares fractures non déplacées bénéficient d'un traitement conservateur. Les fractures déplacées ou comminutives qui sont les plus nombreuses seront réduites et stabilisées chirurgicalement. L'atteinte du ligament palpébral médial, du canal naso-frontal ou du canal lacrymal modifiera le geste chirurgical.

Scanner : Il faudra donc

- Reconnaître la fracture
- Décrire l'importance de l'impaction du complexe NOE
- Dire si le fragment central est entier ou comminutif en s'aidant des reconstructions en 3D
- Puis rechercher une atteinte de différentes structures clés : lame criblée, canal naso-frontal (figure 38), et canal lacrymo-nasal.
- Rechercher une pneumocéphalie.
- Comme pour toutes les fractures impliquant l'orbite, il faudra vérifier qu'il n'existe pas de hernie du contenu orbitaire ou d'irradiation du trait de fracture vers l'apex orbitaire, et qu'il n'y a ni esquille osseuse, ni hématome compressif menaçant le nerf optique.

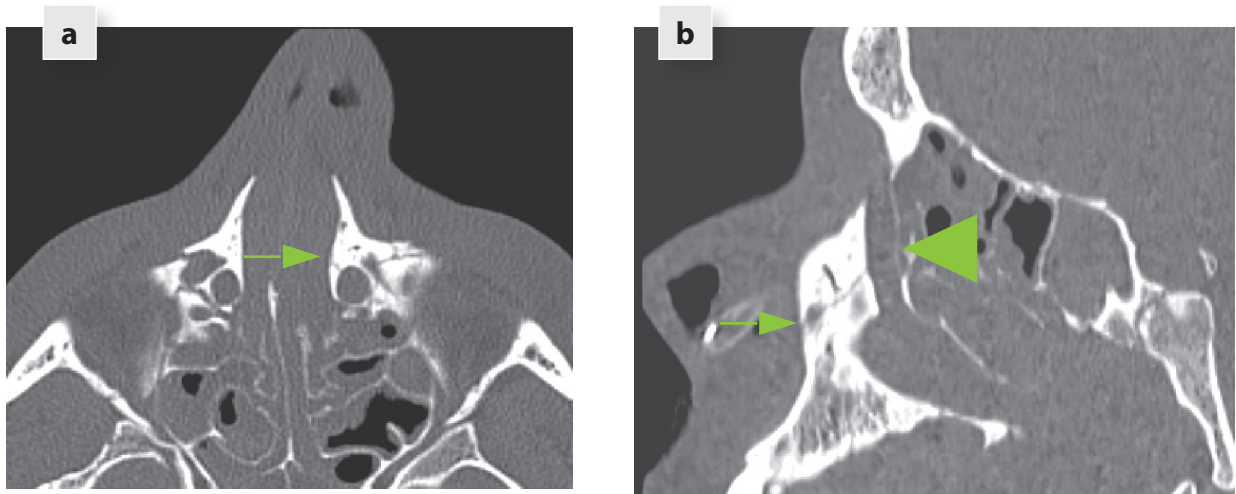


Figure 38 :

Coupes axiale (a) et sagittale (b) montrant un trait de fracture passant par le canal lacrymo-nasal gauche (flèches). Noter la présence d'une bulle d'air dans le canal (tête de flèche).

• Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 latéral bas : fracture du complexe zygomatique-maxillaire

Les fractures isolées de l'arcade zygomatique sont les deuxièmes fractures les plus fréquentes après les fractures des os propres du nez (15), en raison de sa position de « pare-choc latéral ». L'arcade zygomatique définit la forme de la joue, et détermine la largeur du visage.

Définition : Les fractures du trépied malaire ou du complexe zygomatique-maxillaire (ZMC) se définissent par l'association d'une fracture de l'apophyse montante du malaire ou de la suture frontozygomatique, d'une fracture de l'arcade zygomatique et d'une fracture du plancher de l'orbite, ou de la paroi antérieure ou latérale du sinus maxillaire (32) (figures 39 et 40).

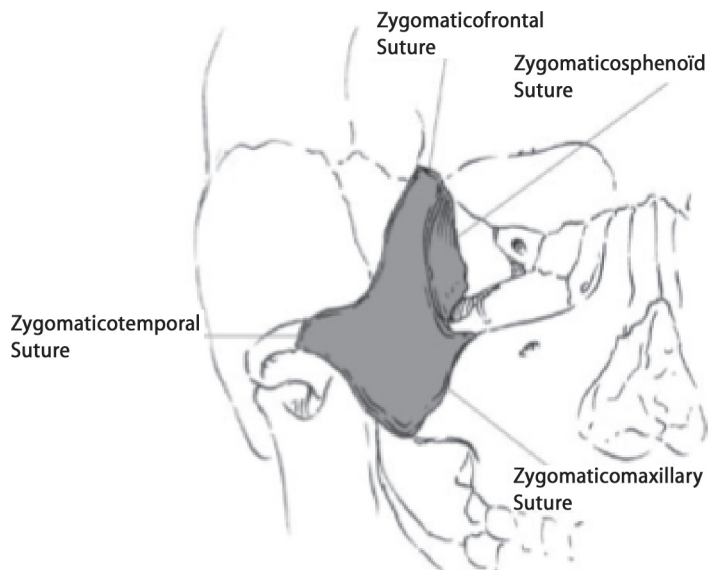
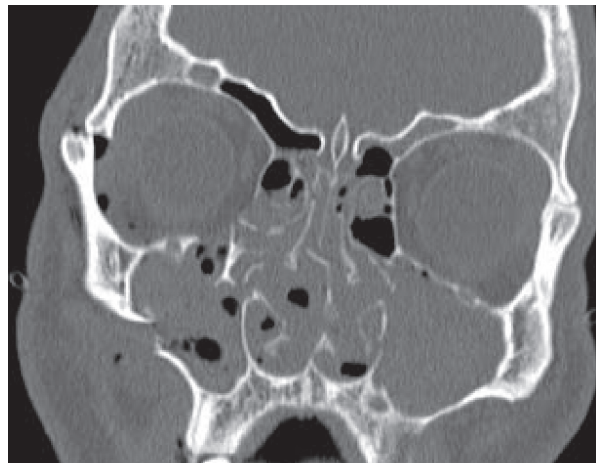


Figure 39 :
Schéma illustrant la fracture du trépied zygomatique (Hopper).

Figure 40 :
Coupe coronale montrant une fracture déplacée du trépied zygomatique.



Complications :

- L'atteinte orbitaire est fréquente, avec une incidence de 10% de lésions majeures (rupture de globe, décollement de rétine et hémorragie intra-vitréenne), et 6% de neuropathie optique post-traumatique (33).
- Les déplacements importants des fractures de l'arcade zygomatique ont un impact esthétique en modifiant la largeur du visage. Le scanner est important à la phase initiale, car l'œdème peut masquer le déplacement réel.
- Une complication peu fréquente, mais qui est à rechercher est l'embrochage du muscle temporal par une fracture de l'arcade zygomatique déplacée, suspectée cliniquement par un trismus douloureux (29), et responsable à terme de troubles de la mastication.

Indications chirurgicales :

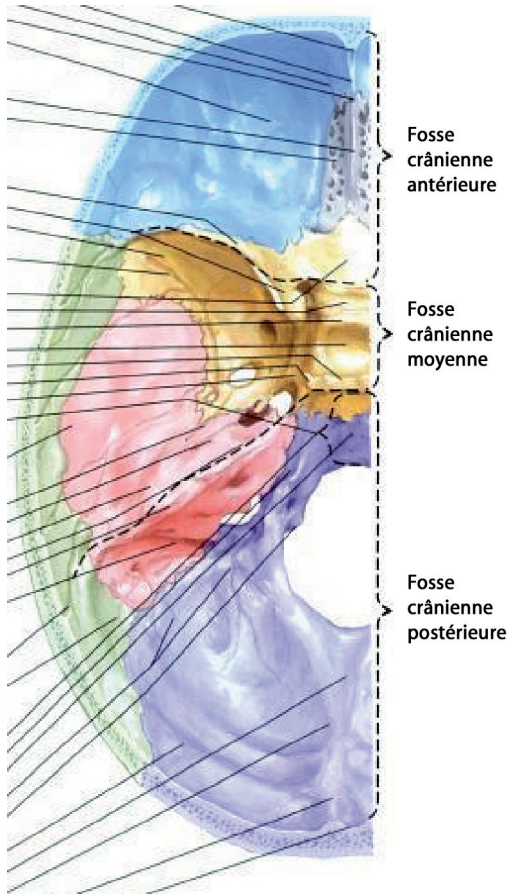
Les indications chirurgicales sont :

- Le déplacement important de l'arcade zygomatique, afin de rétablir la largeur du visage et la projection de la pommette.
- La modification du volume orbitaire, notamment du fait d'une fracture déplacée du plancher (22).

Scanner :

Il faudra donc détecter la fracture, décrire le degré de déplacement, et rechercher une atteinte de l'orbite et/ou du muscle temporal.

• **Massif facial supérieur ; impact vertical du 1/3 latéral haut : fracture sphéno-temporo-frontales**



Définition : fracture de la voûte du crâne irradiée à la base, au niveau des étages antérieur et moyen (figure 41).

Figure 41 :
Schéma de la base du crâne en vue supérieure montrant les étages antérieur et moyen

Complications :

- Baisse d'acuité visuelle, cécité par atteinte du nerf optique, comme pour toutes les fractures impliquant l'orbite.
- Lésion vasculaire (fistule carotido-caverneuse, faux anévrisme et dissection) de l'artère carotide interne, en raison d'une irradiation du trait de fracture jusqu'au canal carotidien.
- Complications infectieuses secondaires à une brèche ostéo-méningée.

Scanner :

- Détecter la fracture.
- Rechercher une atteinte orbitaire, comme décrit précédemment.

- Rechercher une irradiation du trait de fracture au canal carotidien.
- Rechercher une pneumencéphalie

• Massif facial inférieur : fracture de la mandibule

Détection

Les reconstructions dans le plan coronal (figure 42), voire dans le plan des ramus facilitent la détection de ces fractures, particulièrement des fractures condyliennes. Les reconstructions curvilignes, dans le plan de la mandibule, dont le rendu est proche d'un panoramique dentaire (figure 43), sont également utiles notamment pour rechercher une atteinte dentaire associée (34).

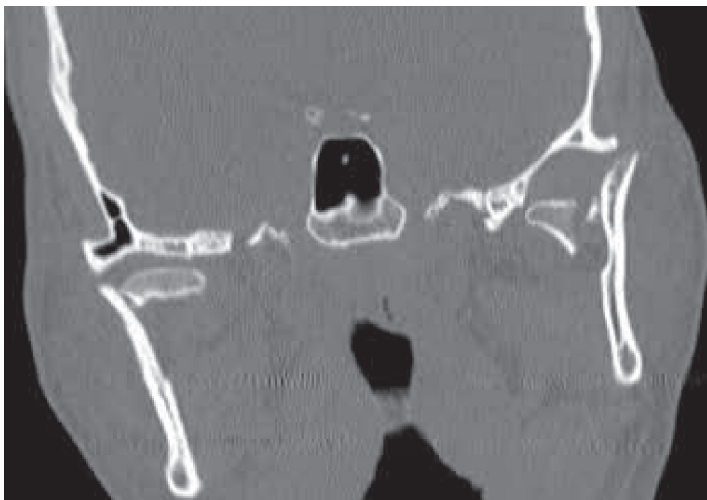


Figure 42 :

Coupe coronale passant par les condyles mandibulaires, montrant une fracture condylienne bilatérale, avec luxation des condyles.



Figure 43 :

Reconstruction curviligne d'un scanner, montrant une atteinte trifocale de la mandibule, des 2 angles et de la symphyse, associée à plusieurs avulsions dentaires, mais sans fracture ou luxation condylienne.

Classification :

Les fractures de la mandibule sont classées selon leurs localisations : symphysaire, para-symphysaire, corps (ou portion horizontale), angle, ramus (ou branche montante), condyle et processus coronoïde. Le schéma suivant illustre la fréquence des fractures de la mandibule en fonction de leur localisation (figure 44).

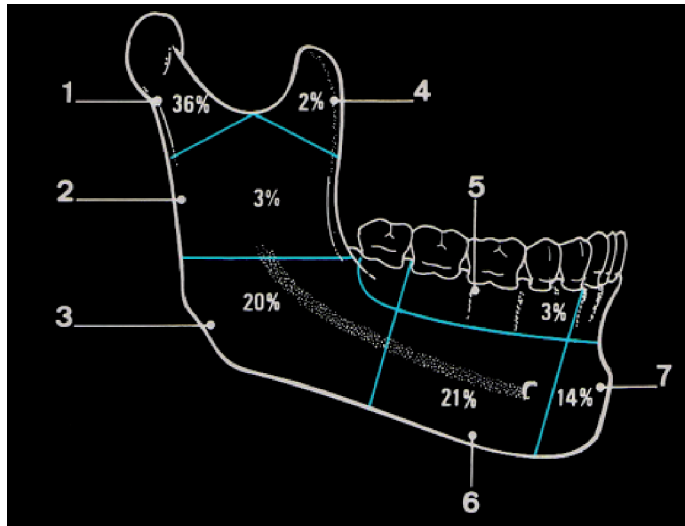


Figure 44 :

Schéma illustrant la fréquence des fractures de la mandibule en fonction de leurs localisations :

1. condyle
2. Ramus
3. Angle
4. Processus coronoïde
5. Portion alvéolo-dentaire
6. Symphyse et parasymphyse
7. Symphyse et parasymphyse

Au niveau du condyle, on peut également décrire plusieurs localisations : fractures capitales, cervicales, et basi-cervicales (figure 45).



Figure 45 :

Schéma illustrant les différents types de fractures condyliennes : **a** les fractures capitales, **b** les fractures cervicales et **c** les fractures basicervicales.

Pour les fractures condyliennes, la hauteur du trait de fracture va déterminer la voie d'abord chirurgicale, et la direction du trait de fracture permet d'anticiper le degré d'instabilité et donc la difficulté de l'ostéo-synthèse.

Il peut être intéressant pour certaines techniques d'ostéosynthèse de connaître l'épaisseur de l'os au niveau de la branche montante et du col.

Il existe 2 types de fractures condyliennes : celles pour lesquelles on suspecte une atteinte articulaire et les fractures qui n'ont pas de retentissement articulaire. Cette distinction est importante car la prise en charge sera différente.

Les fractures pouvant avoir un retentissement articulaire (hématome articulaire, lésion de la capsule articulaire...) sont les fractures capitales ou cervicales, et les fractures basicervicales avec luxation ou angulation importante.

Les fractures qui n'ont pas de retentissement articulaire sont les fractures basicervicales dont le déplacement, le chevauchement ou l'angulation sont minimales.

Lésions alvéolo-dentaires associées :

Les différentes lésions dentaires traumatiques sont les contusions dentaires, les luxations alvéolo-dentaires, les avulsions dentaires, et les fractures dentaires coronaires ou radiculaires (figure 42).

Il existe un risque d'inhalation ou d'ingestion d'un fragment ou d'une dent entière avulsée.

Les lésions dentaires sont associées dans 10% des cas aux fractures du massif facial. Elles sont associées dans 12% des fractures maxillaires et 39% des fractures mandibulaires (35).

Les fractures coronaires sont les plus fréquentes (48%). Les lésions sont multiples dans 63% des cas. Ce sont les dents de l'arcade supérieure qui sont le plus souvent atteintes (61%), notamment dans la région incisive (36).

Complications :

- les troubles sensitifs mentonniers, par atteinte du nerf alvéolaire inférieur, constituent la complication la plus fréquente, l'atteinte pouvant être uni ou bilatérale (23%) (37).
- Les complications infectieuses, notamment l'ostéomyélite, surviennent dans 8% des cas (37).
- La pseudarthrose est moins fréquente, survenant dans 4% des cas.

Ces 2 complications, infection et pseudarthrose, peuvent s'associer. Elles sont plus fréquentes lorsqu'il s'agit de fractures mandibulaires multiples, ou touchant le corps mandibulaire, ou que la réduction ou la stabilisation de la fracture ont été inadéquates ou insuffisantes. Une réduction précoce et adaptée des fractures mandibulaires permet de diminuer les risques d'infection ou de pseudarthrose (37).

- Les fistules salivaires sont plus rares (1%).
- Pour les fractures condyliennes, il existe des complications spécifiques, comme l'ankylose temporo-mandibulaire et la nécrose ischémique.
- Les troubles de l'articulé dentaire sont favorisés par une réduction inadéquante de la fracture, ou par l'existence de traumatismes alvéolo-dentaires associés (figure 46 et 47).

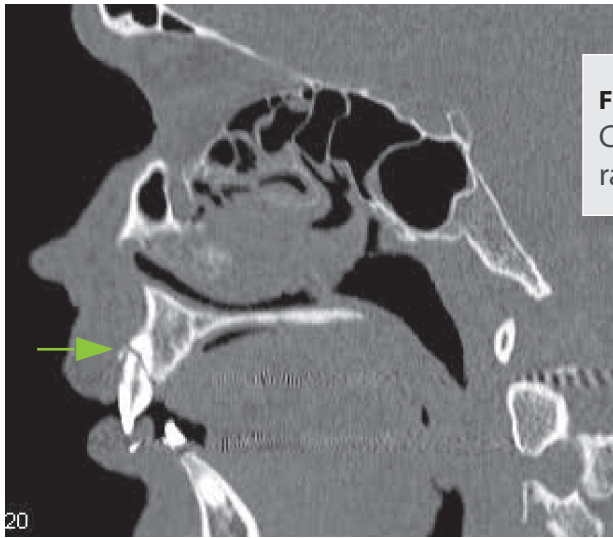
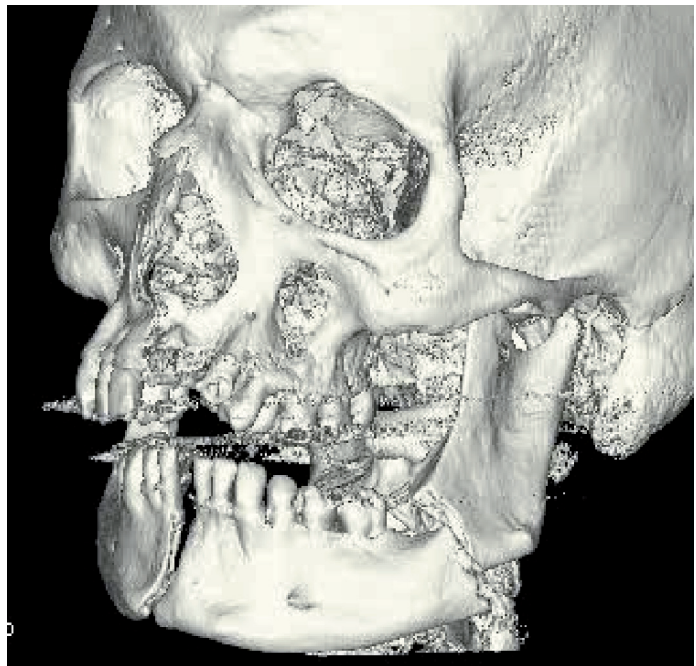


Figure 46 :
Coupe sagittale montrant une fracture radiculaire de la dent 21 (flèche).

Figure 47 :
Reconstruction 3D montrant une fracture bifocale de la mandibule (angle et symphyse) avec déplacement du fragment osseux. Traumatisme dentaire associé : avulsion des dents 21 et 22.



Scanner :

Une fois que la fracture est détectée, il faudra

- Décrire sa localisation, le nombre de trait de fracture, leur orientation et leur déplacement éventuel.
- Rechercher une ouverture du foyer de fracture, et une luxation temporo-mandibulaire associée.
- Pour les fractures condyliennes, rechercher une atteinte articulaire, et une fracture du rocher en particulier de l'os tympanal.
- Dans tous les cas, il faudra rechercher une atteinte de la portion dentée, et un traumatisme alvéolo-dentaire associé.
- La mesure de l'épaisseur osseuse du col et de la branche montante pourra être effectuée dans un second temps à la demande des chirurgiens.

• Fracture du rocher

Elles nécessitent une cinétique importante et sont donc souvent associées à des complications neurochirurgicales. 84% des fractures du rocher sont associées à une atteinte intracrânienne (38)

Le scanner cérébral, réalisé dans le contexte de l'urgence, lors d'un traumatisme crânio-facial, a une résolution insuffisante : 1/3 des fractures ne sont pas visualisées. Un scanner dédié, ultra-haute résolution pourra être nécessaire, dans un second temps.

Détection :

Pour voir le tympan et les osselets, il pourra être nécessaire d'élargir la fenêtre de lecture. Des reconstructions complémentaires, coronales perpendiculaires à la platine et surtout sagittales parallèles à la platine, peuvent être utiles, en permettant une étude de toute la chaîne ossiculaire et du canal facial (39).

Comme pour les hémosinus, un comblement des cellules mastoïdiennes aidera à la détection de la fracture mais sans valeur localisatrice.

De même, un hémotympan ou un pneumolabyrinthe attireront l'attention sur la présence d'une fracture ou d'une fistule labyrinthique.

Classification :

Deux nouvelles classifications ont été créées ces dernières années : la première distinguant les fractures non plus en terme de trait, mais en fonction du plan de fracture (fracture oblique, longitudinale ou transversale (40), et la seconde distinguant les fractures selon l'atteinte ou le respect de la capsule otique (41).

Nous avons convenu de conserver une classification plus classique, qui sépare les fractures en longitudinale et transversale, qui sont bien corrélées au mécanisme lésionnel (figure 48).

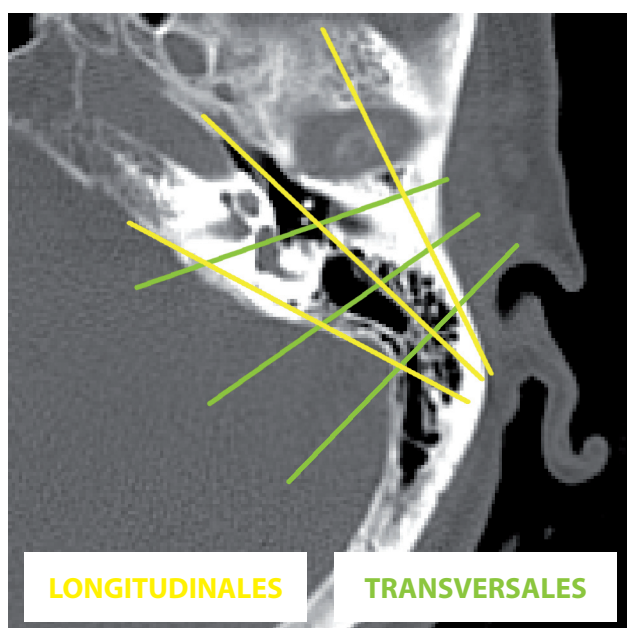


Figure 48 :

Illustrations schématiques des différents types de traits de fracture longitudinaux et transversaux sur une coupe axiale centrée sur le rocher gauche.

Les fractures longitudinales résultent d'un choc latéral. Ce sont les plus fréquentes (80%), et elles sont le plus souvent extra-labyrinthiques, (mais peuvent également être translabyrinthiques comme le montre la figure 43. Le trait de fracture intéresse l'écaïlle du temporal, la mastoïde, le toit de l'oreille moyenne, avec un risque de lésion ossiculaire, la paroi antérieure du conduit auditif externe ou de la cavité glénoïde. Il s'y associe fréquemment une fracture de l'os tympanal et un hémotympan. Les lésions du canal facial sont constatées dans environ 20% de ce type de fracture.

Les fractures transversales sont dues à un traumatisme antéro-postérieur, avec point d'impact frontal ou occipital. Le trait de fracture passe par le trou occipital, la fosse jugulaire, le labyrinthe postérieur et la cochlée. Elles sont volontiers trans-labyrinthiques. Il s'y associe une atteinte du canal facial plus fréquente (40 à 50%).

En pratique, il est surtout important de décrire les structures anatomiques lésées, notamment si la fracture est trans ou extra-labyrinthique.

Complications :

- La surdité peut être immédiate ou retardée, de transmission ou de perception.

La surdité de transmission est due soit à un hémotympan, un comblement de l'oreille moyenne, soit à une atteinte des osselets. Une surdité de transmission est résolutive spontanément dans 75% des cas, en quelques semaines.

Une lésion de la chaîne ossiculaire (figure 49) est associée à une fracture du rocher dans 25% des cas. C'est la luxation incudo-malléaire qui est la plus fréquente (42) (disparition de l'aspect typique en « cornet de glace »). Les luxations incudo-stapédiennes et stapédo-vestibulaires (rares), et les fractures des osselets, peuvent être plus difficiles à visualiser sur un scanner cérébral, et pourront nécessiter dans un second temps la réalisation d'un scanner des rochers dédié, dont la résolution est plus élevée.

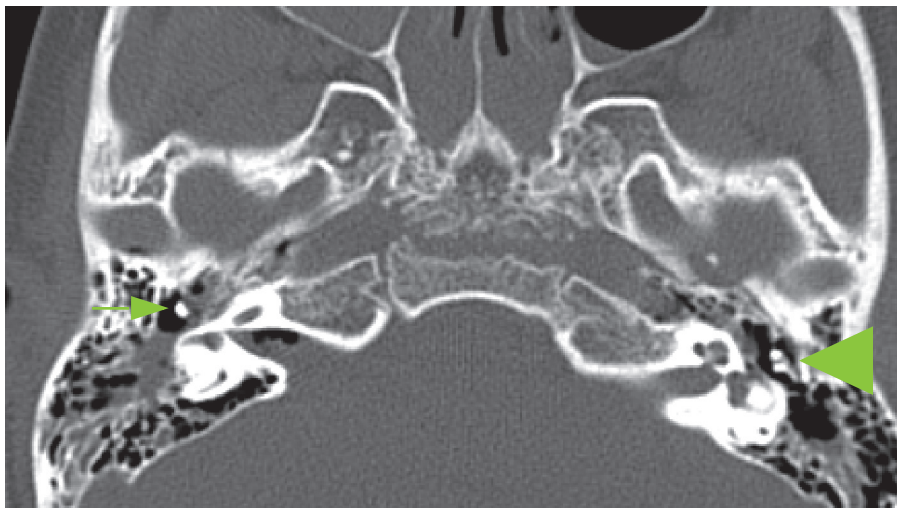


Figure 49 :

Coupe axiale symétrique montrant une luxation incudo-malléaire droite (flèche) ; perte de l'aspect « en cornet de glace » qui est bien visible à gauche (tête de flèche).

La surdité de perception est due à une atteinte labyrinthique. Ce type de surdité est en général définitif et il n'existe pas de traitement.

- Une paralysie faciale pourra également être immédiate ou retardée, liée à un trait de fracture passant par l'une des portions du canal facial, à une contusion ou une compression du nerf facial. C'est l'atteinte de la 2^e portion du canal qui est la plus fréquente (figure 50).

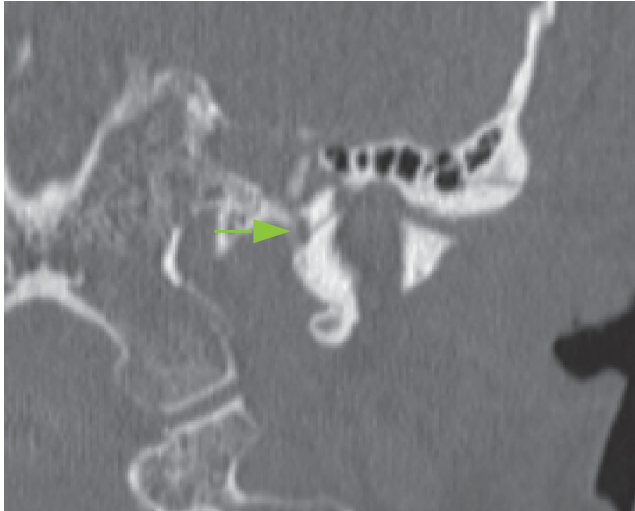


Figure 50 :

Coupe coronale, montrant un trait de fracture passant par la 3^e portion du canal facial.

- Une fistule labyrinthique, dont le syndrome clinique associe vertiges, surdité mixte et acouphènes, sera suspectée devant un pneumolabyrinthe (figure 51) ou une fracture tranlabyrinthique, ou une fracture de la platine. Elle nécessitera une tympanotomie exploratrice dans un délai rapide.

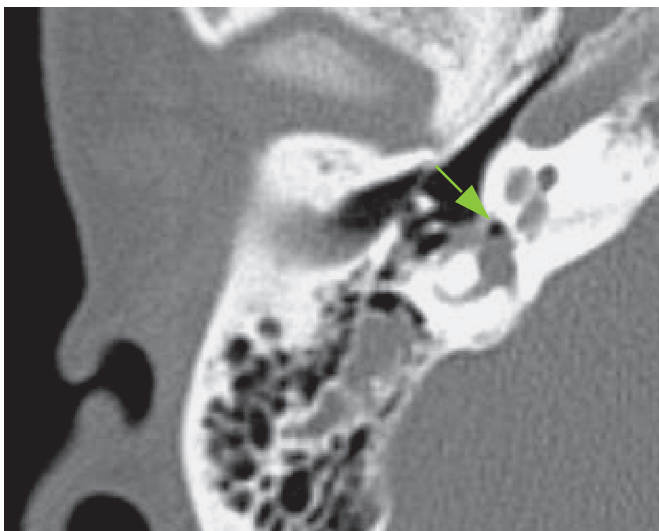


Figure 51 :

Coupe axiale, centrée sur le rocher droit, montrant la présence d'une bulle d'air dans le vestibule.

- Une ouverture de la fracture au niveau du tegmen tympani est à signaler en raison d'un risque infectieux, par une brèche ostéo-durale et d'un risque de méningoencéphalocèle post-traumatique. La fracture est alors considérée comme une fracture ouverte.
- Une infection intra-cérébrale de type méningite ou abcès, pourra survenir à moyen ou long terme, par contamination directe de la cavité intra-crânienne par brèche ostéo-durale.

Des cas de pseudoméningocèle et cholestéatome post-traumatique, ont été rapportés.

Scanner :

Il sera réalisé en urgence s'il existe une otorrhée, une paralysie faciale immédiate, ou des signes cliniques de fistule labyrinthique.

- Un comblement des cellules mastoïdiennes, ou de l'oreille moyenne nécessitera la recherche minutieuse d'un trait de fracture.
- Une fois visualisée, la fracture sera décrite selon l'orientation du trait de fracture, longitudinale ou transversale, et sa localisation trans ou extra-labyrinthique. Une ouverture au niveau du tegmen tympani sera à signaler.
- Ensuite, il faudra rechercher une atteinte de la chaîne ossiculaire (luxation et/ou fracture), et du canal facial.
- Décrire la présence d'un hémotympan, d'un pneumolabyrinthe (figure 51), ou d'une pneumencéphalie.

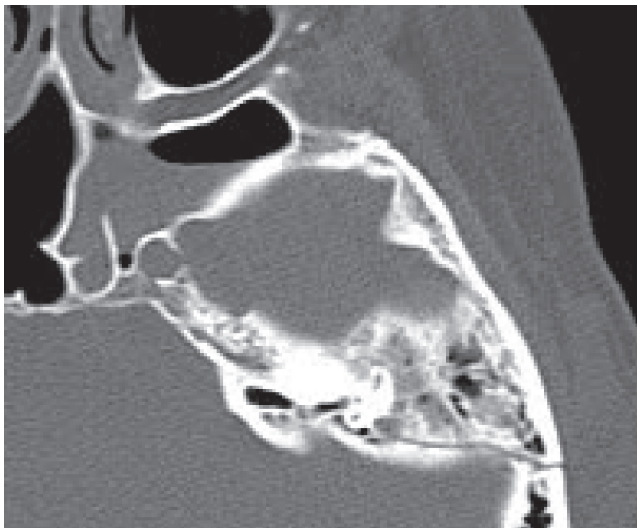


Figure 52 :

Coupe axiale passant par les rochers et retrouvant une fracture du rocher gauche, longitudinale, translabyrinthique.

• Les fractures trans-sphénoïdales

Le plus souvent associées aux fractures décrites précédemment.

Elles témoignent d'un traumatisme de haute énergie cinétique, et sont associées à une mortalité élevée, jusqu'à 28% dans l'étude de West (43). Cette même étude a montré que les fractures trans-sphénoïdales étaient reproductibles et survenaient le long de lignes de faiblesse :

- Les fractures transverses antérieures passent entre les processus ptérygoïdes et le corps du sphénoïde.
- Les fractures transverses postérieures se situent entre le corps du sphénoïde et la portion basilaire de l'os occipital.
- Les fractures diagonales constituent le prolongement des fractures mastoïdiennes ou latéro-frontales. C'est pour ce type de fracture que l'on retrouve la mortalité la plus élevée.

Complications :

- La fistule durale carotido-caverneuse est rare, survenant 2 à 3 jours après un traumatisme, dans 0,2 à 0,3% des fractures de la base du crâne. Elle est cependant plus fréquente chez les patients ayant une fracture trans sphénoïdale transverse (34). Le diagnostic pourra être établi de façon non invasive par un angio-scanner ou une angio-IRM.
- Lorsqu'un trait de fracture passe par un canal carotidien (figure 53), il existe un risque de lésion vasculaire, jusqu'à 10 % des cas (44).
- Les autres complications sont la cécité, l'atteinte d'un ou plusieurs nerfs crâniens, et une brèche ostéo-durale, avec risque infectieux.



Figure 53 :

Coupe axiale montrant un trait de fracture passant par le canal carotidien gauche (flèche).

Scanner :

- Rechercher l'atteinte d'un ou des deux canaux carotidiens. Si c'est le cas, l'examen pourra être complété par un angio-scanner afin d'éliminer une dissection carotidienne.
- Rechercher une pneumocéphalie témoignant d'une brèche oséo-durale.
- Analyser l'apex orbitaire.

• Associations :

Les formes « pures » des fractures décrites précédemment sont finalement assez rares. Elles s'associent le plus souvent entre elles, toutes les combinaisons étant possibles.

Les associations les plus fréquentes sont les fractures de Le Fort pluri étagées ou asymétriques, ou l'association d'une fracture de Le Fort II ou III avec une atteinte du complexe NOE.

L'association d'une fracture du complexe zygomatoc-maxillaire avec une fracture du processus coronoïde de la mandibule est également assez classique (figure 54).

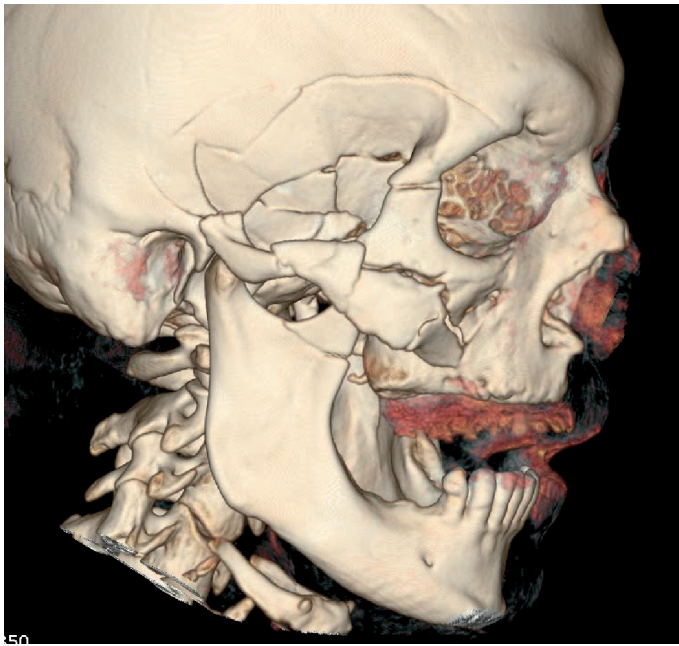


Figure 54 :

Reconstruction en « rendu de volume », montrant une fracture du complexe zygomaxillaire comminutive, associée à une fracture du processus coronoïde de la mandibule, et à une fracture sphéno-temporo-frontale. Noter l'édentement maxillaire complet chez cet homme de 36 ans.

Dans le cadre de traumatismes très violents, ce sont de véritables fracas faciaux qui seront retrouvés, la multiplicité des traits de fracture rendant difficile voire impossible la description de « fracture type ». Il faudra alors s'attacher à rechercher l'atteinte des structures clés, comme les apex orbitaires et les canaux carotidiens.

VI - PARTICULARITES CHEZ L'ENFANT (45)

1 - Généralités

L'enfant présente deux particularités anatomiques : la première est la pneumatisation progressive des sinus, qui modifie la biomécanique et les zones de force et faiblesse du massif facial (figure 55), et la seconde est liée au développement de la denture définitive. Par ailleurs les enfants ont un potentiel de croissance très élevé, qui dans certains cas accentuera les séquelles esthétiques et fonctionnelles.

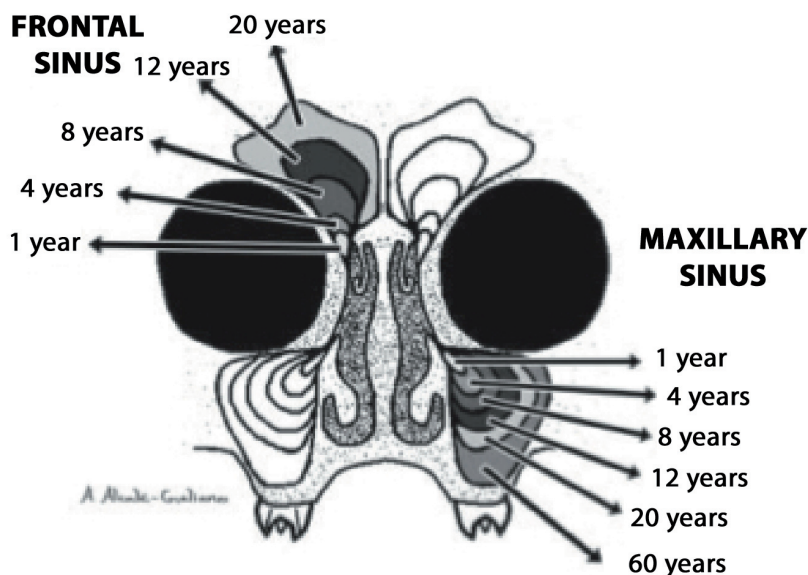


Figure 55 :

Schéma montrant la croissance progressive des sinus de la face en fonction de l'âge (Alcala-Galiano (45)).

Chez l'enfant, se pose également le problème des rayonnements ionisants, notamment sur les globes oculaires, avec risque de cataracte secondaire. Lorsque le scanner est indispensable notamment à la recherche de lésion intra-crânienne, il faudra donc essayer de diminuer au maximum la dose de rayonnement, tout en gardant une qualité d'image suffisante pour une analyse correcte. Certaines équipes ont proposé le dépistage des fractures du massif facial par la réalisation d'une échographie ; le scanner étant réservé à la recherche des lésions associées et à la planification de la prise en charge.

Les complications sont plus rares chez l'enfant que chez l'adulte. On peut néanmoins retrouver des troubles de la croissance et du développement du massif facial en cas de fractures sévères et très déplacées, avec pour résultante l'existence d'une asymétrie faciale qui sera d'autant moins importante que les enfants sont âgés, puisque leur potentiel de croissance est moindre. La pseudarthrose n'existe quasiment pas chez l'enfant en raison de ce potentiel de croissance.

Les autres complications seront des lésions de la denture définitive, des troubles de l'occlusion et une ankylose temporo-mandibulaire.

L'enfant peut poser certains problèmes spécifiques pour les traitements chirurgicaux : l'ostéosynthèse par fixation interne peut être à l'origine de lésion de l'os sous-périosté et donc de troubles de la croissance. Elle nécessite, de plus, une 2^e intervention pour retirer le matériel. C'est pour cette raison que, depuis une dizaine d'année, de nouveaux matériaux résorbables sont utilisés.

2 - Selon les types de fractures

Les fractures les plus fréquentes sont les fractures nasales viennent ensuite les fractures mandibulaires (28%). Les autres types de fractures sont plus rares.

• Fractures simples :

- Fracture des os propre du nez : comme pour l'adulte, il faudra rechercher une fracture ou un hématome de la cloison nasale.
- Fracture de l'os frontal : elles sont fréquentes en raison de la proéminence du front chez l'enfant. La pneumatisation du sinus frontal à lieu entre 5 et 8 ans, jusqu'à cet âge, les traits de fractures ont tendance à irradier vers le toit de l'orbite. Dans ce cas, il faudra, comme pour toutes les fractures de l'orbite, analyser le contenu orbitaire, notamment les muscles droit et oblique supérieurs et rechercher une modification du volume orbitaire.
- Fracture du plancher de l'orbite : la fréquence de ces fractures augmente avec l'importance de la pneumatisation des sinus maxillaires. Avant 7 ans, les fractures du plancher orbitaire sont donc peu fréquentes.

Le mécanisme préférentiel est le « blow-out », avec une plus grande fréquence des fractures en « trap-door ». Il s'agit d'une fracture « en bois vert », où le fragment osseux se referme comme une trappe, piégeant le contenu orbitaire hernié. Elle nécessite une prise en charge en urgence.

Chez l'enfant, 25% des traumatismes de l'orbite sont associés à une atteinte oculaire.

- Fracture maxillaire : Les fractures maxillaires sont rares. Leur fréquence augmente avec la pneumatisation des sinus maxillaires et l'apparition des dents définitives. Elles ne se voient jamais avant l'âge de 2 ans. Il faudra rechercher une atteinte du canal lacrymal et du nerf infra-orbitaire. Si le déplacement est très important, ou s'il génère un trouble de l'articulé dentaire, un traitement chirurgical avec ostéosynthèse s'avère nécessaire.
- Fracture de l'arcade zygomatique : elle s'associe souvent à une fracture en bois vert de la paroi latérale de l'orbite.

• Fractures complexes :

- Fracture de la mandibule : ces fractures sont plus fréquentes que chez l'adulte car l'os médullaire est plus abondant et la corticale osseuse plus fine ; l'os mandibulaire est donc plus fragile. Cependant, la localisation condylienne est comme pour l'adulte la localisation préférentielle.
- Fracture du complexe NOE : rechercher une atteinte du canal naso-frontal, du canal lacrymal et de la région du canthus médial. La classification est également celle de Markowitz.
- Fractures de Le Fort : peu fréquentes, elles surviennent chez l'enfant de plus de 10 ans.

VII - LES LESIONS ASSOCIEES

Selon les études, il existe 4 à 10% de fractures du rachis cervical associés aux fractures du massif facial, et 45 à 68% de lésions intra crâniennes (46) (47) (48) (49).

- Les fractures du massif facial supérieur sont associées de façon significative aux fractures de la moitié inférieure du rachis, ainsi qu'aux lésions intracrâniennes sévères et à une augmentation de la mortalité (46)
- Les fractures unilatérales de la mandibule sont plus souvent associées aux fractures du rachis cervical supérieur (46) avec une prédominance au niveau de C2 (50).
- Les fractures unilatérales du tiers moyen de la face sont associées aux fractures de la base du crâne et avec de fréquentes et nombreuses lésions cérébrales (41).
- Les fractures bilatérales de la face moyenne sont associées aux fractures de la base du crâne et à une augmentation de la mortalité (41).

Les fractures de la voûte crânienne (figure 56) peuvent irradier vers le massif facial, ou au contraire être une irradiation d'un trait de fracture facial. Elles peuvent être simples, non déplacées, ou complexes, c'est à dire déplacées, comminutives, avec possibilité d'embarrure. Elles sont associées à une fréquence plus élevée des lésions intracrâniennes.

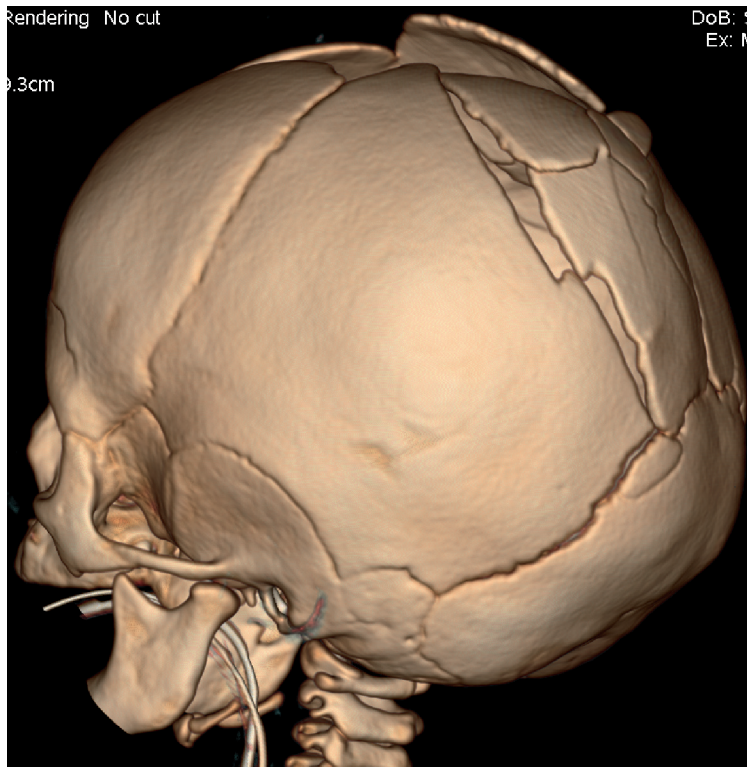


Figure 56 :
Reconstruction en 3D ; vue latéro-postérieure droite d'un important fracas de la voûte crânienne chez un enfant de 10 mois.

1 - Lésions intra-crâniennes

Les lésions intra-crâniennes sont essentiellement hémorragiques : hématomes intra ou extra-parenchymateux (figure 57), hémorragie intra-ventriculaire ou sous-arachnoïdienne, pétéchies hémorragiques. Elles peuvent s'associer entre elles à des degrés divers.

Un œdème cérébral par lésions axonales diffuses, liées à un mécanisme de décélération, est à rechercher.

Lésions hémorragiques et œdème cérébral peuvent être à l'origine d'un effet de masse. Il faudra donc rechercher des signes d'engagements sous-falcoriel, temporal interne ou amygdalien.

Une pneumocéphalie est à rechercher de façon systématique. Elle témoigne en effet d'une brèche dure-mérienne, qu'il faudra s'efforcer de localiser sur le scanner et nécessite la mise en route d'une antibio-prophylaxie.

Les lésions intra-crâniennes sont responsables de la mortalité des patients et de séquelles motrices et neuropsychologiques fréquentes.

Figure 57 :
Coupe axiale montrant un hématome extra-dural frontal droit, avec effet de masse et des lésions de contrecoup frontales gauches.



2 - Lésions du rachis cervical

Elles sont retrouvées dans 4 à 10% des fractures du massif facial et le siège le plus fréquent se situe au niveau de la vertèbre C2 (32%) (50) (figure 58). Ce sont les fractures de l'orbite et les fractures de la mandibule qui sont le plus fréquemment associées à une fracture du rachis cervical.

Des luxations (C1C2) et des entorses graves sont également à rechercher.

Les atteintes du rachis cervical sont responsables de graves séquelles neurologiques et de décès.

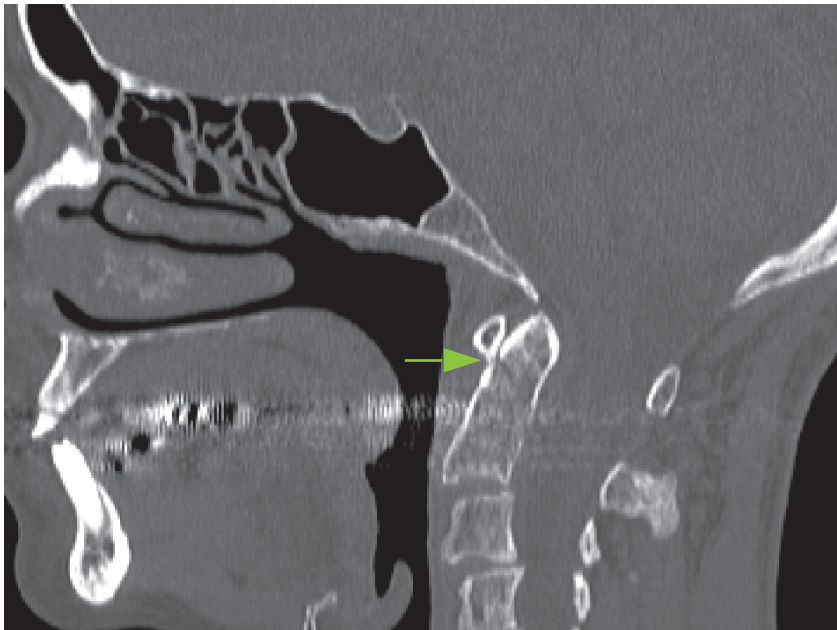


Figure 58 :
Coupe sagittale passant par le rachis cervical : fracture de l'odontoïde (flèche).

3 - Dissection vasculaire traumatique

La dissection carotidienne post-traumatique est localisée le plus souvent au niveau de la portion pré-pétreuse (figure 59). Elle se présente, sur le scanner non injecté, comme une augmentation du diamètre et de la densité de la carotide, comparativement au côté contro-latéral. La détection des dissections bilatérales est donc plus difficile.

Une dissection carotidienne dans le canal carotidien est également possible mais moins fréquente.

La détection d'une dissection d'une artère vertébrale (figure 60) est plus difficile à déceler sur le scanner en contraste spontané. Lorsqu'un trait de fracture du rachis cervical implique le canal vertébral, il est donc licite de poursuivre l'exploration par une injection de produit de contraste.

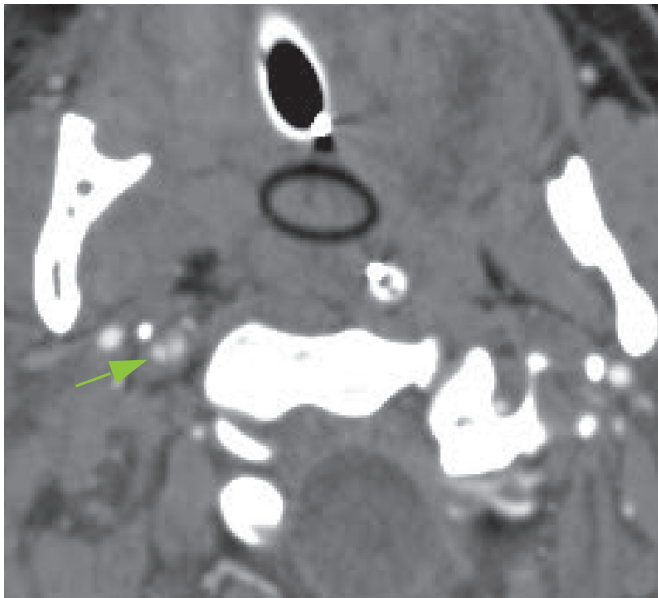


Figure 59 :

Coupe axiale en fenêtrage tissulaire, passant par la portion pré-pétreuse des carotides internes, après injection de produit de contraste iodé, et montrant, à droite une dissection carotidienne, et à gauche l'absence d'opacification carotidienne.

Figure 60 :

Coupe coronale, en fenêtrage tissulaire, après injection de produit de contraste iodé, montrant une dissection de l'artère vertébrale droite (entre les 2 flèches).



4 - lésions des tissus mous

Une étude a montré que les lésions des tissus mous, les plus fréquemment associées aux fractures du massif facial sont les lacérations des lèvres, de la cavité buccale et du nez, ainsi que les hématomes péri-orbitaires et les hémorragies sous-conjonctivales (19).

VIII - RECAPITULATIF

Afin que ce travail soit le plus clair possible, nous avons résumé l'ensemble des données sous la forme d'un tableau synthétique.

	FRACTURES	COMPLICATIONS / SEQUELLES	SCANNER
SIMPLES	Os propres du nez	Esthétique : ensellure Fonctionnelle : obstruction	Décrire le déplacement Rechercher une fracture ou un hématome de la cloison nasale
	Sinus frontal	Mur antérieur : esthétique Mur postérieur : infectieuse (brèche ostéo-méningée) et obstructives (mucocèle)	Décrire le déplacement Rechercher une pneumencéphalie et analyser le canal naso-frontal
	Orbite	Fonctionnelles : troubles de l'oculomotricité et troubles de l'acuité visuelle Esthétique : modification du volume orbitaire	Rechercher une hernie du contenu orbitaire, une fracture de l'apex, ou une atteinte du nerf optique Analyser le globe oculaire
	Le Fort	Fonctionnelles : troubles de l'articulé dentaire Obstructives : mucocèle et épiphora Atteinte orbitaire	Caractériser le type de fracture Analyser le palais osseux, le canal naso-frontal et le canal lacrymal
COMPLEXES	Complexe NOE	Infectieuses : Brèche ostéo méningée Esthétiques : télécanthus Obsctructives : épiphora et mucocèle Sensitive : anosmie Atteinte orbitaire	Décrire le degré d'impaction du complexe NOE. Dire si le fragment central est entier ou comminatif Analyser le canal naso-frontal, le canal lacrymo-nasal, la lame criblée et l'orbite Rechercher une pneumencéphalie
	Complexe ZMC	Esthétique : modification de la largeur du visage Atteinte muscle temporal Atteinte orbitaire	Décrire le déplacement Analyse du muscle temporal et de l'orbite
	Sphéno-temporo-frontales	Infectieuses : brèche ostéo méningée Vasculaire : atteinte de l'artère carotide interne	Analyser les canaux carotidiens et l'orbite Rechercher une pneumencéphalie
	Trans-sphénoïdales	Vasculaire : atteinte de l'artère carotide interne Infectieuse : brèche ostéo-durale Sensitive : atteinte de nerf crânien et cécité	Analyser les canaux carotidiens et des apex orbitaires Rechercher une pneumencéphalie
	Mandibule	Sensitives : nerf alvéolaire inférieur Infectieuse : contamination du foyer de fracture. Fonctionnelles : troubles de l'articulé dentaire Pseudarthrose Lésions alvéolo-dentaires	Décrire le nombre de trait de fracture, leur localisation, leur orientation et leur déplacement. Rechercher une luxation temporo-mandibulaire Analyser les dents
Rocher	Fonctionnelle : Surdité et paralysie faciale et fistule labyrinthique Infectieuse : brèche ostéo-durale Pseudoméningocèle et cholestéatome post-traumatique	Donner le type de fracture et son trajet trans ou extra-labyrinthique. Analyser la chaîne ossiculaire, le canal facial et le tegmen tympanii Préciser la présence d'un hémotympan, d'un pneumolabyrinthe, ou d'une pneumencéphalie	

Les lésions qui seront à identifier en urgence sont :

- Les lésions associées engageant le pronostic vital: fracture ou entorse grave du rachis cervical, lésions intra-crâniennes.
- Une lésion de l'artère carotide interne : dissection dans sa portion pré-pétreuse ou fistule carotido-caverneuse
- Une atteinte du nerf optique, par embrochage, compression, ou rupture.
- Une lésion du globe oculaire
- Une hernie du contenu orbitaire par le foyer de fracture (graisse ou muscle orbitaire)
- Une brèche ostéo-méningée
- Une fracture de l'articulation mandibulaire

IX - LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

1 - Fractures du nez (51) :

Lorsque la fracture n'est pas déplacée, le traitement est conservateur (lavage des fosses nasales, antalgiques, méchage)

Si la fracture est cliniquement déplacée :

- Et vue précocement : elle pourra bénéficier d'une réduction orthopédique dans les 7 jours, suivie d'une contention (plâtre).
- Et vue tardivement, ou s'il persiste une déformation 15 jours après la réduction orthopédique, il y aura indication à traitement chirurgical à distance (rhinoplastie).

Dans le cas d'une fracture compliquée, avec délabrement facial, la prise en charge associe réduction orthopédique et chirurgie des parties molles

Des rhinoseptoplasties correctrices, à un an, seront proposées s'il persiste une déformation du nez ou une obstruction nasale uni ou bilatérale.

2 - Fracture du sinus frontal :

Une fracture isolée et non déplacée de la paroi antérieure du sinus frontal sera traitée de façon conservatrice.

Une fracture déplacée de la paroi antérieure du sinus frontal pourra bénéficier d'une réduction ouverte et d'une ostéosynthèse après diminution de l'œdème.

Dans le cas de fracture non déplacée de la paroi postérieure, il convient de rechercher cliniquement une rhinorrhée ou des signes méningés.

Pour une fracture déplacée des parois antérieure et postérieure du sinus frontal, la chirurgie consiste en une réduction et ostéosynthèse de la paroi antérieure, associée à une exclusion du sinus frontal (cranialisation ou oblitération). Ce type de chirurgie sera réalisé en association avec les neurochirurgiens.

3 - Fracture de l'orbite (52) :

Une fracture du plancher ou de la paroi médiale de l'orbite, avec examen clinique normal après disparition de l'œdème ne nécessite pas de chirurgie et sera traitée de façon conservatrice.

Lorsqu'il s'agit d'une fracture du plancher ou de la paroi médiale de l'orbite, avec limitation douloureuse de la mobilité oculaire et incarceration du muscle lors du bilan d'imagerie, (fractures en « trap-door » notamment), le traitement sera chirurgical dans des délais rapides.

Pour une fracture du plancher ou de la paroi médiale de l'orbite avec diplopie persistante ou énoptalmie après disparition de l'œdème (correspondant souvent à défaut osseux supérieur à 1 cm²), le traitement chirurgical sera différé (de 3 à 7 jours environ).

Le traitement chirurgical consiste alors en une restitution anatomique du plancher ou de la paroi médiale de l'orbite après réduction des éléments herniés par mise en place d'une plaque sur la paroi fracturée.

Lorsqu'il existe une suspicion de neuropathie optique, l'attitude actuelle consiste en une corticothérapie intraveineuse à forte dose. La chirurgie de décompression du nerf optique n'ayant pas fait la preuve de son efficacité, elle n'est discutée qu'en cas d'esquille osseuse au contact du NO.

4 - Fracture du complexe zygomatoc-maxillaire (53) :

Les modalités de prise en charge de ces fractures restent débattues, en raison de déplacements secondaires fréquents.

- Si la fracture n'est pas déplacée et qu'il n'existe pas de troubles oculomoteurs, le traitement est conservateur.

- Si la fracture est déplacée mais sans troubles oculomoteurs, la réduction est orthopédique

En cas de stabilité primaire après réduction, la prise en charge est terminée.

En l'absence de stabilité primaire, une contention externe, voire une contention chirurgicale seront nécessaires.

- Pour une fracture déplacée avec troubles oculomoteurs, la prise en charge consistera en un abord chirurgical du bord infraorbitaire et de la paroi inférieure, réduction et contention chirurgicale.
- En présence d'une fracture isolée et déplacée de l'arcade zygomatique, une réduction orthopédique sera réalisée.

Le but du traitement est de restaurer l'anatomie de l'arcade zygomatique et de l'orbite, dans les 3 dimensions. La chirurgie sera réalisée de manière différée (3 à 7 jours) pour permettre la diminution de l'œdème.

5 - Fracture du complexe NOE (54) :

Le but du traitement de ces fractures sera de restaurer la projection et les contours de la pyramide nasale et de l'orbite, la distance et la symétrie intercanthale, la perméabilité des voies lacrymales, la fonction palpébrale, la ventilation du sinus frontal, et l'intégrité de l'étage antérieur de la base du crâne..

- Pour une fracture non déplacée (rare), le traitement conservateur
- En cas de fracture déplacée / comminutive (le plus fréquent), le traitement consistera en une réduction chirurgicale, la plus complète possible, des déplacements osseux en allant des zones périphériques intactes aux zones centrofaciales comminutives. Le statut du ligament palpébral médial sera analysé au cours de la chirurgie. Une canthopexie pourra être réalisée si ce ligament est rompu, associée ou non à une réparation des voies lacrymales. Les parois médiale et inférieure de l'orbite seront réparées. Une chirurgie esthétique et/ou fonctionnelle secondaire sera quasi systématique (rhinoplastie avec greffe osseuse, canthopexie médiale, dacryorhinostomie...)

6 - Fracture de Le Fort :

Ces fractures sont traitées chirurgicalement par réduction orthopédique (pinces de Rowe) ou chirurgicale et contention interne (fils de suspension faciale ou plaques d'ostéosynthèse) et externe (blocage maxillo-mandibulaire). Le niveau de contention différera selon le niveau de la fracture :

- Fracture de Le Fort I : ostéosynthèse sur les piliers canins et les cintres maxillozygomatiques, ou suspension faciale périzygomatique ou frontale
- Fracture de Le Fort II : ostéosynthèse sur les bords infraorbitaires et les cintres maxillozygomatiques, ou suspension faciale périzygomatique ou frontale après traitement des fractures du plancher.
- Fracture de Le Fort III : ostéosynthèse sur les colonnes orbitaires externes (éventuellement sur la racine temporale de l'arcade zygomatique) et les cintres maxillozygomatiques, ou suspension faciale.

Il est à noter que les fractures de Le Fort sont très souvent asymétriques et étagées. Elles sont pourvoyeuses de lésions des parties molles ou crâniocrâniennes qu'il convient de rechercher et de traiter systématiquement.

7 - Fracture de la mandibule (55) :

En cas de fracture de la portion dentée, le but du traitement est de rétablir impérativement les rapports inter dentaires. En cas de fracture articulaire, le but est de restaurer la fonction condylienne. Actuellement, il n'existe pas de consensus pour les modalités de traitement.

Lorsque la fracture est localisée au niveau de la portion dentée ou du ramus :

- Si elle n'est pas déplacée, le traitement est conservateur (alimentation molle pendant 45 jours et surveillance radioclinique).
- Si la fracture est déplacée, la réduction est orthopédique et/ou chirurgicale puis la contention est orthopédique (blocage maxillo-mandibulaire intermittent ou permanent) et/ou chirurgicale (plaques d'ostéosynthèse). La réduction ouverte, associée à une ostéosynthèse est souvent préférée à la réduction fermée associée au blocage intermaxillaire permanent pour des raisons de confort. Un blocage intermittent est systématiquement associé pour garantir la restitution intégrale des rapports inter dentaires.

Une fracture déplacée est considérée comme ouverte, mais ne requiert pas les mêmes impératifs de prise en charge que les fractures ouvertes des membres. Le traitement est entrepris après réalisation des arcs de contention préformés sur moulage des arcades dentaires.

Lorsque la fracture est localisée au niveau du condyle, deux cas de figure existent :

- Les fractures dites « à retentissement articulaire » : Pour les fractures capitales ou sous capitales, ainsi que pour les fractures sous condyliennes avec luxation ou angulation importante, on suspecte un retentissement articulaire (hématome articulaire, lésion de la capsule articulaire...). Ces fractures devront bénéficier d'une rééducation précoce (Jo-J1).
 - Fractures non déplacées ou déplacées chez l'enfant : traitement fonctionnel (rééducation articulaire active aidée, passive...)
 - Fractures déplacées de l'adolescent ou de l'adulte avec retentissement sur la hauteur faciale : réduction et contention chirurgicale des fragments osseux associé à un traitement fonctionnel précoce
- Les fractures sans retentissement articulaire : Les fractures qui n'ont pas de répercussion articulaire (fractures sous condyliennes avec angulation ou chevauchement minime) pourront être traitées soit chirurgicalement s'il existe une répercussion importante sur la hauteur faciale, par réduction ouverte et ostéosynthèse, assistée ou non par endoscopie, soit par blocage maxillo-mandibulaire simple si la fracture est peu déplacée.

8 - Fracture du rocher (56) :

- Les paralysies faciales initiales et totales sont supposées être la conséquence d'une section du nerf facial, et nécessitent une exploration chirurgicale en urgence, pour suturer ou décompresser le nerf. Une paralysie faciale d'apparition secondaire sera traitée médicalement, par corticothérapie intra-veineuse à forte dose.
- Une surdité de transmission régresse spontanément, dans 75% des cas, car elle est le plus souvent due à une perforation tympanique qui cicatrise spontanément dans les 6 mois suivants le traumatisme. La chirurgie ne sera nécessaire que si la surdité persiste au delà de 6 mois après le traumatisme (myringoplastie). Si cette surdité est due à une atteinte de la chaîne ossiculaire, une ossiculoplastie pourra être réalisée à distance.
- Une surdité de perception ne s'améliorera pas spontanément et il n'existe pas de traitement chirurgical en dehors de la pose d'implant cochléaire.
- Une otoliquorrhée peut se tarir spontanément si elle est due à une fracture du tegmen, par impaction du lobe temporal dans la brèche méningée. Si elle est due à un autre type de fracture, notamment à une fracture translabyrinthique passant dans le fond du CAI, une exploration chirurgicale sera nécessaire pour colmater la brèche. Il ne faudra pas oublier de réaliser une vaccination anti-pneumococcique prophylactique.
- Une fistule péri-lymphatique nécessite une chirurgie en urgence pour obturation des fenêtres (pas de cicatrisation spontanée).

En résumé, les indications de réalisation d'une chirurgie en urgence sont (pas de consensus) :

- La présence d'une paralysie faciale totale et non régressive, pour exploration et éventuelle décompression ou suture du nerf facial.
- Une fistule périlymphatique, pour chirurgie de l'oreille moyenne.

Les indications de réalisation d'une chirurgie à distance sont :

- La présence d'une méningite tardive ou de méningites à répétition
- Une surdité de transmission persistante à distance du traumatisme
- Une otoliquorrhée persistante après 10 jours de surveillance
- Une perforation tympanique résiduelle
- Un cholestéatome post-traumatique

9 - Récapitulatif

FRACTURES	NON DEPLACEE	DEPLACEE	COMMINUTIVE
Os propres du nez	Traitement conservateur	Réduction fermée et contention orthopédique	Réduction ouverte et contention chirurgicale et orthopédique
Sinus frontal Paroi antérieure	Traitement conservateur	Réduction et ostéosynthèse	Réduction et ostéosynthèse +/- exclusion
Sinus frontal Paroi antérieure	Traitement conservateur	Réduction +/- exclusion	
Orbite Plancher ou paroi médiale	Traitement conservateur	Si incarceration musculaire type trapdoor, ou hématome intraorbitaire: prise en charge chirurgicale en urgence. Chirurgie différée dans les autres cas.	
Fracture ZMC	Traitement conservateur	Réduction +/- contention (broche et/ou ostéosynthèse)	Réduction et ostéosynthèse ouverte
Fracture de Le Fort	Réduction orthopédique ou chirurgicale et ostéo-synthèse chirurgicale		
Fracture du complexe NOE	Traitement conservateur (rare)	Réduction et synthèse chirurgicale	
Mandibule Corps et ramus	Alimentation molle surveillance	Réduction ouverte et ostéosynthèse + blocage maxillomandibulaire intermittent	
Mandibule : Condyle avec atteinte articulaire	Traitement fonctionnel précoce	Traitement fonctionnel +/- chirurgical	Traitement conservateur et rééducation
Mandibule : Condyle sans atteinte articulaire	Traitement conservateur ou blocage maxillomandibulaire	Réduction et contention chirurgicale et blocage maxillomandibulaire	Chirurgie ouverte ou blocage intermaxillaire

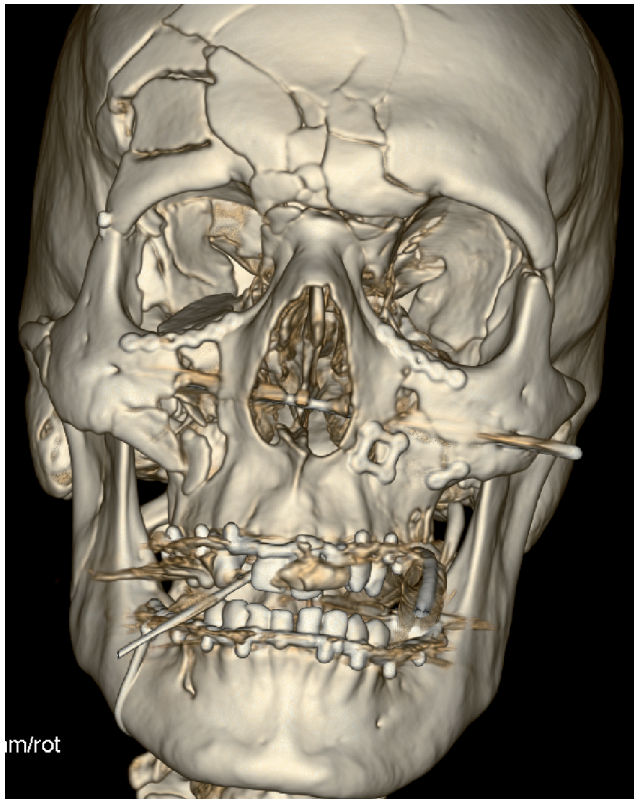


Figure 61 :
Reconstruction en 3D d'un scanner réalisé après prise en charge chirurgicale d'un fracas facial.

X - MATERIEL ET METHODE

Il s'agit d'une étude prospective et comparative.

1 - Constitution de la population :

De mars 2009 à mars 2010, ont été inclus l'ensemble des patients pris en charge en urgence et ayant bénéficié d'un scanner, pour suspicion de traumatisme du massif facial, dans le cadre d'un traumatisme crânio-facial ou d'un polytraumatisme. Les informations de ces patients ont été collectées.

La suspicion de traumatisme du massif facial était évoquée lors de la présence d'un impact facial, plaie ou hématome, ou devant l'existence de signe clinique évocateurs, comme une otorragie, une paralysie faciale, ou des troubles oculomoteurs.

Différents types de scanner ont été réalisés : scanner encéphalique, scanner encéphalique et du rachis cervical ou scanner « corps entier ».

Les informations collectées ont été :

- L'âge du patient.
- Le type de scanner et le produit dose longueur (PDL) en mGy.cm.
- Les dates du traumatisme et de réalisation du scanner.
- La cause du traumatisme et ces circonstances.
- L'existence de fractures du massif facial, de fracture de la voûte crânienne ou du rachis cervical.

- La présence de lésions associées, telles que des lésions oculaires, de traumatisme dentaire, ou de dissection carotidienne.
- La réalisation d'une chirurgie maxillo-faciale, et le délai de cette intervention par rapport au traumatisme.
- L'existence de séquelles à moyen terme.
- Les décès ont été également notés, ainsi que leur délai par rapport au traumatisme.

Pour les fractures du massif facial, les fractures simples ont été différenciées des fractures complexes.

Les fractures simples étaient des fractures des os propres du nez, des parois des sinus, isolées, ou des parois médiale ou inférieure de l'orbite.

Les fractures complexes ont été divisées en fractures du complexe zygomatique-maxillaire, du complexe NOE, de l'orbite, de Le Fort, de la mandibule ou du rocher.

2 - Réalisation du guide de lecture :

Le guide de lecture a été réalisé en reprenant les données de la littérature, spécifiques à chaque fracture et détaillées dans le chapitre « les fractures du massif facial » de ce travail. Il a également été affiné grâce aux données statistiques.

Le but étant de mettre en évidence les structures clés de l'anatomie qui devront être analysées avec attention, et figurer ensuite dans le compte rendu, afin de répondre aux questions principales des chirurgiens, et d'élaborer une « conduite à tenir » pour que l'interprétation soit la plus systématique possible.

Ce travail a permis la réalisation d'une présentation assistée par ordinateur (power point), qui sera présentée en tant que poster électronique aux Journées Françaises de Radiologie 2010, ainsi que l'édition d'une fiche récapitulative (figure 62).

La présentation power point a été commentée aux radiologues juniors lors d'une session de 2h. À l'issue de cette session, les radiologues ont reçu la fiche récapitulative, qu'ils ont pu utiliser lors des relectures.

GUIDE DE REALISATION ET DE LECTURE DU TDM FACIAL DANS LE CONTEXTE TRAUMATIQUE.

1 Anatomie « essentielle » = points clés du massif facial = processus ptérygoïdes, condyle mandibulaire, canthus médial, canaux fronto-nasal et lacrymo-nasal, apex orbitaires.

2 Réalisation du scanner :

- A - Acquisition : mandibule comprise +/- rachis cervical
- B - Reconstructions en filtre tissulaire et osseux (1 mm)
- C - Reconstruction MPR dans les 3 plans +/- reconstructions 3D. Reconstructions supplémentaires éventuellement dans un second temps en fonction de la zone anatomique.
- D - Indications de l'injection : suspicion de dissection carotidienne pré-pétreuse, de fistule durale ou de fracture passant par le canal carotidien. Cette injection pourra être réalisée dans un second temps.

3 La « check-list » :

1 - RACHIS CERVICAL , encéphale, carotides pré-pétreuses, et voûte crânienne		
2 - Screening rapide : repérage hémorosinus, comblement mastoïdien, pneumoencéphalie → détection des fractures		
3 - AXIAL, de haut en bas :	4 - CORONAL d'avant en arrière	5 - SAGITTAL
<ul style="list-style-type: none"> - Sinus frontaux (paroi post) - Parois médianes des orbites - Apex orbitaires - Canaux carotidiens - Les arcades zygomatiques (F. ZMC, Le Fort III). - Les condyles mandibulaires (luxation ou fracture). 	<ul style="list-style-type: none"> - Rebord inférieur des fosses nasales (Le Fort I) - Rebord inférieur de l'orbite (Le Fort II). - Planchers des orbites, position des muscles droits inférieur et médial. - Palais osseux - Processus ptérygoïdes (fractures de Le Fort). - Branches montantes et condyles mandibulaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Apex orbitaires - Condyle mandibulaire et - Processus coronoïde - Canal naso-frontal
		6 - VRT
		<ul style="list-style-type: none"> - Aide à la description des fractures et de leurs déplacements - Aide à la planification de la prise en charge

4 Les points importants pour chaque type de fracture = ce qui doit figurer dans le compte rendu.

Fractures simples

Nez : déplacement, atteinte de la cloison nasale
Sinus frontal : déplacement, atteinte de la paroi postérieure, du canal naso-frontal.
Pneumoencéphalie

Fractures zygomatoco-maxillaires :

Déplacement, atteinte du m. temporal, modification du volume orbitaire.

Fractures du rocher :

F longitudinale ou transversale, intra ou extra-labyrinthique, hémotympan, pneumolabyrinthe canal auditif interne et canal du nerf facial, interruption de la chaîne ossiculaire.

Fractures trans-sphénoïdales :

Atteinte canal carotidien.

Fractures de la mandibule :

Nombre de fracture, localisation, déplacement, suspicion de retentissement articulaire, position des condyles (déplacement, luxation), traumatisme dentaire.

Fractures du complexe NOE :

Atteinte canal naso-frontal, canal lacrymo-nasal, crêtes lacrymales, déplacement, atteinte orbitaire.

Fractures de Le Fort :

Processus ptérygoïdes
Rebord inférieur des fosses nasales = Le Fort I
Rebord inférieur de l'orbite = Le Fort II
Arcade zygomatique = Le Fort III
Palais osseux → fracture « hémi-Le Fort »
Confirmer la fracture de Le Fort suspectée (autres traits de fracture).
Lésions associées (apex orbitaire, canal carotidien, CNEMFO)

Fractures orbitaires :

hernie du contenu orbitaire (graisse, muscle), atteinte de l'apex, état du nerf optique (hématome intra-orbitaire, esquille osseuse), atteinte du globe (position cristallin, hémorragie, corps étranger).

Figure 62 : fiche récapitulative donnée aux radiologues juniors après présentation du guide de lecture.

3 - Relecture des scanners :

A partir de la population initiale, 100 scanners ont été sélectionnés de manière aléatoire. Tous ces scanners ont été relus par 6 radiologues juniors (soit 16 ou 17 scanner par internes), prenant des gardes de scanner, en milieu d'internat, ayant donc une expérience de l'imagerie médicale de 4 ou 5 semestres, et par 2 radiologues seniors (soit 50 scanners chacun), ayant une activité orientée en imagerie ORL.

50 scanners (groupe 1) ont été relus par les radiologues juniors sans le guide.

50 autres scanners (groupe 2), ont été relus après présentation du guide de lecture et avec l'aide de la fiche récapitulative. Les radiologues n'avaient pas de limite de temps pour l'interprétation des scanners, mais pour chaque relecture, l'heure de début et de fin d'interprétation a été notée.

Du fait de l'organisation du service, les comptes-rendus initiaux, ont été interprétés soit par des radiologues juniors, soit par des radiologues seniors, toutes spécialités confondues.

Des fiches individuelles ont été réalisées pour chaque patient, reprenant le compte-rendu initial, réalisé en urgence au moment du scanner, la relecture du radiologue junior et la relecture du radiologue senior « spécialisé ».

Les données ont ensuite été comparées, en prenant comme référence la relecture du radiologue senior « spécialisé ».

Les informations collectées ont été :

- Le type de fracture présenté par le patient : pas de fracture visible, présence d'une fracture simple ou d'une fracture complexe.
- Le nombre total d'erreur, du compte-rendu initial et du radiologue junior, divisé en nombre d'erreur par défaut (lésion non visualisée) et en nombre d'erreur par excès (description d'une lésion correspondant en fait à l'anatomie normale, ou à une variante anatomique, ou à un diagnostic différentiel).
- La gravité potentielle de ces erreurs a également été indiquée.
- Pour les fractures complexes, la présence ou non d'une organisation du compte-rendu, c'est-à-dire la volonté de rassembler les différents traits de fracture en une « fracture type », et la mise ou non en évidence des structures clés, en signalant leur atteinte ou leur intégrité.
- Le temps des relectures junior et senior.

4 - Analyse statistique :

Pour l'analyse statistique de la population, les variables quantitatives ont été décrites selon la médiane et les valeurs extrêmes.

Les variables qualitatives ont été décrites par le nombre et le pourcentage de chaque modalité.

Pour l'analyse des relectures :

Tous les tests ont été réalisés au seuil α de 5%. La répétition des tests peut donc faire apparaître des résultats significatifs sous le simple effet du hasard.

Le seuil pour conclure sur la significativité d'un résultat était toujours 0,05.

Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel R2.8.0 ;

Référence : R Development Core Team (2008). R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

Les variables quantitatives ont été décrites par leur moyenne et leur rang (minimum-maximum)

Les variables qualitatives ont été décrites par le nombre et le pourcentage de chaque modalité.

La relation entre la variable 'nombre d'erreurs' et la variable 'guide' a été étudiée à l'aide d'un test de Student.

La relation entre les variables "organisation du compte-rendu", "mise en avant des structures clés" et la variable "guide" ont été étudiées à l'aide de tests du Chi2.

La relation entre la variable "temps d'interprétation" et la variable "guide" a été étudiée à l'aide d'un test de Student ;

XI - RESULTATS

1 - Population

La population initiale comptait 204 patients ayant bénéficié d'un scanner pour traumatisme crânio-facial entre mars 2009 et mars 2010, répartie en 140 hommes (69%) et 64 femmes (31%). L'âge médian de cette population était de 33 ans (0-94 ans). Les graphiques (figures 63 et 64) illustrent la répartition de la population selon le sexe et l'âge.

22 patients (11%) sont décédés des suites du traumatisme.

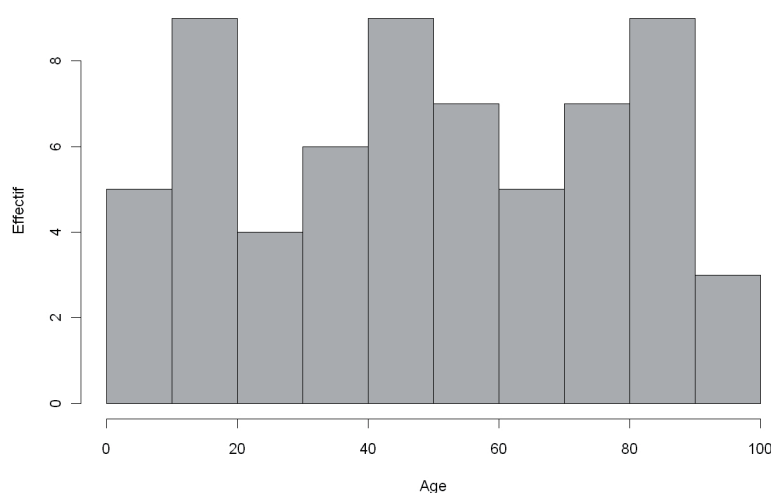


Figure 63 :
Répartition de la population féminine par âge.

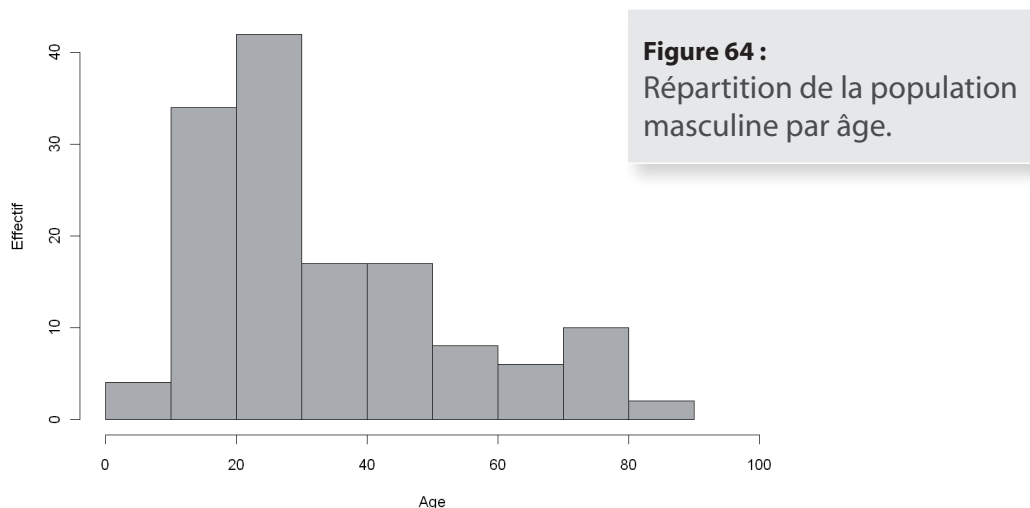


Figure 64 :
Répartition de la population masculine par âge.

Scanner

Pour 86% des patients (176), le scanner a été réalisé le jour même du traumatisme.

Les autres patients ont eu leur scanner dans un délai de 1 à 2 jours et pour seulement 2 patients le scanner a été réalisé à 5 et 15 jours du traumatisme.

Il a été réalisé 96 scanners « corps entier » (47% des patients), 58 scanners encéphaliques (28%), 38 scanners associant encéphale et rachis cervical, soit 19% des patients. Pour les 12 patients restants (6%), diverses associations d'imagerie ont été réalisées : encéphale et rachis cervico-dorso-lombaire, et encéphale et rachis lombaire.

La valeur médiane du produit dose longueur pour chaque patient était de 2752 mGy.cm (valeurs extrêmes : 259-7203) .

Traumatisme :

L'étiologie du traumatisme crânio-facial était dans 100 cas (49%) un accident de la voie publique, répartis en trois catégories : 2 roues pour 49 patients (49%), véhicules légers pour 38 patients (38%) et piéton pour les 13 patients restants (13%).

Les autres causes de traumatisme étaient respectivement : les chutes dans 38 % des cas (78 patients) et les chocs directs dans 11% des cas (23 patients). Les chocs directs correspondaient soit à un impact accidentel avec un objet (accident domestique ou du travail), soit à une agression physique.

Le mécanisme était inconnu dans 3 cas (1%).

Fractures :

124 patients avaient au moins une fracture du massif facial, soit dans 61% des cas.

Ont été dénombrés 106 patients ayant une fracture simple (52%) et 80 patients porteurs d'une ou plusieurs fractures complexes (39%).

En raison de l'association possible de plusieurs fractures, les 124 patients étaient porteurs de 237 fractures au total, réparties en 130 fractures simples et 107 fractures complexes.

Sur les 106 patients ayant une fracture simple, 32 patients avaient une fracture simple isolée, 12 patients avaient plusieurs fractures simples associées, et 62 patients avaient à la fois une fracture simple et une fracture complexe.

Les fractures simples les plus fréquentes étaient les fractures de sinus (51 fractures soit 21% de l'ensemble des fractures), suivies par les fractures des os propres du nez (35 soit 15% des fractures) et par les fractures du plancher ou de la paroi médiale de l'orbite (24 soit 10% des fractures). Les quelques fractures restantes étaient des fractures de la pyramide nasale, du tympanal, et de l'arcade zygomatique.

Les fractures complexes étaient réparties en 33 fractures de l'orbite (soit 14% des fractures), 31 fractures du rocher (13%), 20 fractures du complexe zygomatoco-maxillaire (8%), 13 fractures de la mandibule (5%), 7 fractures de Le Fort (3%) et 3 fractures du complexe naso-orbito-éthmoïdal (1%) (figure 65).

L'association de plusieurs fractures complexes a été retrouvée chez 17 patients.

Une fracture de la voûte crânienne était présente chez 55 patients (27%).

31 patients ont bénéficié d'une intervention de chirurgie maxillo-faciale, à court moyen ou long terme, ce qui représente 25% des patients ayant une fracture.

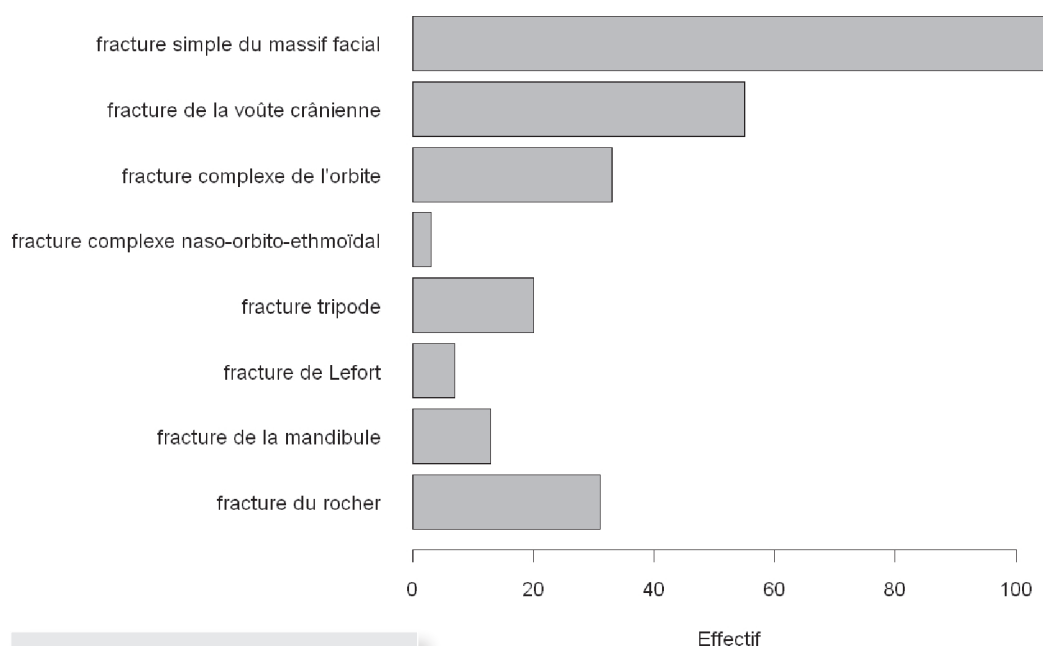


Figure 65 :
Répartition des fractures

Lésions associées :

Sur l'ensemble des 204 patients, 98 (soit 48%) avaient des lésions intra-crâniennes :

25 patients avaient des lésions intra-crâniennes isolées et 73 patients avaient des lésions intra-crâniennes associées à une fracture du massif facial (soit 59% des patients ayant une fracture du massif facial).

Les lésions des globes oculaires et alvéolo-dentaires ont été retrouvées uniquement chez des patients présentant une ou plusieurs fractures du massif facial.

Une atteinte du globe oculaire a été visualisée dans 7 cas (soit 3% des patients et 6% de l'ensemble des fractures), et une atteinte dentaire dans 13 cas (soit 6% des patients et 10% de l'ensemble des fractures).

Le rachis cervical était atteint dans 16 cas soit 8% des patients. Il s'agissait soit d'une ou plusieurs fractures, d'une luxation, ou d'une entorse grave. 9 lésions du rachis cervical étaient isolées et 7 étaient retrouvées en association avec une fracture du massif facial, soit chez 6% des patients ayant une fracture du massif facial.

Une dissection vasculaire a été constatée dans 3 cas soit environ 1% des patients (et 2% des patients ayant une fracture du massif facial). Dans 2 cas, il s'agissait de dissection carotidienne bilatérale et pour le troisième patient, d'une dissection vertébrale unilatérale.

Des lésions autres que cervico-encéphaliques existaient chez 85 patients (42%).

L'ensemble de ces lésions associées a nécessité la réalisation de 66 interventions chirurgicales, en majorité orthopédique.

2 - Relectures :

Dans le groupe 1, correspondant au groupe de 50 scanners relus avant présentation du guide de lecture, il y avait 15 scanners normaux, 15 fractures simples et 20 fractures complexes.

Dans le groupe 2, groupe des scanners relus après présentation du guide de lecture, il y avait 10 scanners normaux, 10 fractures simples et 30 fractures complexes.

Le critère de jugement principal était le nombre total d'erreur. Les critères de jugement secondaires étaient l'organisation du compte-rendu, la mise en évidence des structures clés, et le temps d'interprétation.

Avant la présentation du guide de lecture, les radiologues juniors ont totalisé 38 erreurs pour 50 scanners soit 0,76 erreur par scanner en moyenne. Ce nombre d'erreur se répartissait en 26 erreurs par défaut (soit 0,50 par scanner) et 12 erreurs par excès (soit 0,24 par scanners). Sur l'ensemble de ces erreurs, 12 ont été considérées comme ayant un impact potentiel.

Dans ce groupe 1, on comptabilisait 15 scanners normaux et 15 fractures simples. 12 erreurs avaient

été faites lors de l'interprétation de ces scanners normaux ou des fractures simples.

Pour les fractures complexes, une organisation du compte-rendu a été retrouvée dans 11 cas sur 20 (soit 55%) et la mise en évidence des structures clés a été réalisée dans 9 cas sur 20 (soit 45% des cas).

Le temps d'interprétation moyen par scanner était de 15,38 minutes.

Après la présentation du guide de lecture, et avec la fiche récapitulative, les radiologues juniors ont commis 16 erreurs au total (soit une moyenne de 0,32 erreurs par scanner), réparties en 13 erreurs par défaut (soit 0,24 par scanner) et 3 erreurs par excès (soit 0,06 par scanner). 4 erreurs ont été considérées comme potentiellement graves. Aucune erreur ne portait sur les scanners normaux et les fractures simples. Les 16 erreurs concernaient donc les 31 fractures complexes de ce groupe 2.

Pour ces fractures complexes, le compte-rendu avait été organisé dans 27 cas (soit 87% des cas). De même, les structures clés ont été mises en évidence dans 28 cas (soit 90% des cas).

Le temps d'interprétation moyen par scanner était de 17,76 minutes.

Le nombre total d'erreurs est donc passé de 38 (0,76 par scanner) sans le guide de lecture, à 16 (0,32 par scanner) avec le guide de lecture soit $p = 0,03$. Il y a donc une diminution significative du nombre d'erreurs grâce à l'utilisation du guide de lecture.

Le nombre de fois où le compte rendu était organisé est passé de 60% à 87% des cas, soit $p = 0,004$.

Les structures clés ont été mises en évidence dans 50% des cas dans le groupe 1 (sans guide), versus 90% des cas dans le groupe 2 (avec guide), soit $p = 0,0001$.

Il existe donc une amélioration significative du compte-rendu qui est plus organisé, et mieux structuré.

Le temps d'interprétation est passé de 15,38 minutes dans le groupe 1 à 17,76 dans le groupe 2, soit $p = 0,19$. Il n'y a pas de modification significative du temps d'interprétation due à l'utilisation du guide.

L'ensemble de ces données est résumé dans le tableau suivant (figure 66) :

	SANS GUIDE GROUPE 1	SANS GUIDE GROUPE 2	P
Constitution	50 scanners dont : 15 scanners normaux 15 fractures simples 20 fractures complexes	50 scanners dont : 10 scanners normaux 10 fractures simples 30 fractures complexes	
Nombre total d'erreurs Moyenne	38 0,76	16 0,32	0,03
Nombre d'erreurs par défaut Moyenne	26 0,50	13 0,24	
Nombre d'erreurs par excès Moyenne	12 0,24	3 0,06	
Nombre d'erreurs potentiellement graves	12	4	
Nombre d'erreurs scanner normaux ou F simple	12/30 40%	0 / 19 0%	
Organisation du compte- rendu des Fractures complexes	11/20 55%	27/30 90%	0,005
Mise en évidence des structures clés des F complexes	9/20 45%	28/30 93%	0,0001
Temps d'interprétation moyen (min)	15,38	17,76	0,19

Figure 66 :

Tableau regroupant les données concernant les relectures faites par les radiologues juniors, avant et après présentation du guide.

Concernant le compte-rendu initial, celui réalisé en urgence au moment du scanner, indifféremment par des radiologues juniors ou seniors:

- Dans le groupe 1, il a été totalisé 19 erreurs (0,40 par scanner), se répartissant en 15 erreurs par défaut (0,31 par scanner) et 4 par excès (soit 0,08 par scanner). 7 de ces erreurs ont été considérées comme potentiellement graves. 9 erreurs concernaient les 30 scanners normaux ou fractures simples (30%). Le compte-rendu était organisé dans 13 cas (pour 20 fractures complexes ; soit 65 % des cas) et les structures clés mises en évidence dans 10 cas (soit 50%).

Initialement, 25 de ces scanners ont été interprétés par un radiologue junior et 25 par un radiolo-

gue senior. 41 de ces scanners ont été réalisés pendant une période de garde et 9 au cours de la journée.

- **Dans le groupe 2**, il y a eu 17 erreurs au total (0,36 par scanner), soit 16 erreurs par défaut (0,34 par scanner) et 1 erreur par excès (0,02 par scanner). Seulement 2 erreurs avaient une gravité potentielle. 5 erreurs étaient faites lors de l'analyse de scanners normaux ou de fractures simples. Le compte-rendu était organisé dans 16 cas (pour 31 fractures complexes soit dans 52% des cas) et la mise en évidence des structures clés a été retrouvée dans 9 cas (soit 29%).

Sur ces 50 scanners, 12 ont été interprétés par un radiologue junior et 38 par un radiologue senior. 31 ont été réalisés pendant la garde et 19 au cours de la journée (figure 67).

	GRUPE 1	GRUPE 2	P
Constitution	15 scanners normaux 15 fractures simples 20 fractures complexes	10 scanners normaux 10 fractures simples 30 fractures complexes	
Nombre total d'erreurs Moyenne	19 0,40	17 0,36	0,78
Nombre d'erreurs par défaut Moyenne	15 0,31	16 0,34	
Nombre d'erreurs par excès Moyenne	4 0,08	1 0,02	
Nombre d'erreurs potentiellement graves	7	2	
Nombre d'erreurs scanner normaux ou F simple	9/30 30%	5/19 26%	
Organisation du compte- rendu des F complexes	12/20 67%	16/30 59%	0,85
Mise en évidence des structures clés des F complexes	9/20 50%	9/30 33%	0,42

Figure 67 :

Tableau regroupant l'ensemble des données des comptes-rendus initiaux (groupe témoin).

XII - DISCUSSION

1 - Population

• Constitution de la population

Il a été constaté un nombre plus important de fracture du massif facial dans le groupe 2, probablement en raison d'oublis d'inclusion dans l'étude, plus fréquents, avec le temps. Les scanners normaux ont été moins systématiquement inclus. Les scanners étaient plus souvent inclus en raison de la découverte d'une fracture du massif facial. Il s'agit donc d'un biais de sélection entre le début et la fin de l'étude.

Les patients inclus étaient des patients traumatisés crâniens, pour lequel un traumatisme facial était suspecté, soit par le médecin urgentiste, soit par le radiologue réalisant l'examen, devant la présence de signes cliniques spécifiques, ou de lésions des parties molles du visage.

En fonction de ces données cliniques, le volume d'acquisition a été adapté, notamment pour les suspicions de fractures de la mandibule.

Au cours de cette étude, il a été constaté une difficulté de stockage des données natives de certains scanners, notamment des scanners corps entier, pour lequel un grand nombre de coupes millimétriques est généré. Initialement pour ne pas encombrer le PACS, il avait été décidé de ne pas archiver toutes les données natives de l'acquisition cervico-encéphalique, mais de ne stocker que les reconstructions. Malheureusement, nous avons constaté, que des oublis de stockage se produisaient et nécessitaient parfois la réalisation d'un nouveau scanner. Ce travail nous a permis de sensibiliser les manipulateurs et les radiologues à l'importance de stocker les images natives, ce qui permet de relire l'examen secondairement, de réaliser de nouvelles reconstructions, à la demande des chirurgiens, notamment dans le cadre du bilan pré-opératoire.

Le délai de réalisation du scanner par rapport au traumatisme : pour la plupart des patients le délai est compris entre 0 et 2 jours. Seuls 2 patients ont eu un délai supérieur à 2 jours. Il s'agissait de 2 patients venus consulter aux urgences à distance du traumatisme, en raison de céphalées pour l'un des patients et de confusion pour l'autre. Le scanner été réalisé à la demande du service des urgences dans les 2 cas.

• Répartition selon le sexe et l'âge

Notre population avait une large prédominance masculine (69%), ainsi qu'un âge médian de 33 ans, ce qui est concordant avec les différentes études statistiques citées précédemment. Gassner (21), notamment, rapporte un sex ratio de 2 hommes pour 1 femme ainsi qu'un âge moyen de 26 ans.

La répartition illustrée par le premier graphique (figure 63), montre que chez les femmes, les traumatismes cranio-faciaux surviennent à tout âge, sans prédominance particulière. Les femmes âgées sont cependant nombreuses : on retrouve effectivement 11 femmes de plus de 80 ans.

Pour les hommes, la tranche d'âge de 10 à 30 ans est nettement prédominante avec 76 sujet, tandis que seulement 3 hommes ont plus de 80 ans.

Cette constatation est expliquée par la démographie d'une part, puisque les femmes de plus de 80 ans sont plus nombreuses que les hommes du même âge dans la population générale, et par des mécanismes très différents. En effet, les hommes jeunes sont plutôt victimes d'accidents de la route et d'agressions, tandis que les femmes âgées chutent, par maladresse ou malaise.

• Répartition selon le mécanisme

Le mécanisme le plus représenté dans notre population est l'accident de la voie publique, avec une part importante d'accident en 2 roues.

Les chutes sont également nombreuses, survenant soit dans un contexte accidentel, parfois dans le cadre d'accident du travail ou de sport, soit dans le cadre de malaises.

Les chocs directs sont les coups violents reçus au niveau du visage. Le contexte peut-être accidentel (accident de sport ou du travail) ou volontaire, c'est à dire dans un contexte de violence physique.

L'étude de Gassner ne retrouve pas ce type de répartition. En effet, il s'agit d'une étude autrichienne, proche d'une station de sport d'hiver. Ils ont donc une surreprésentation du nombre d'accident de sport, notamment de ski.

L'étude de Carlin (57) retrouve également une prédominance des accidents de la voie publique. Pour Haug (47), les mécanismes prédominants sont les accidents de la voie publique et les agressions physiques. Cette étude a été menée à Cleveland, où les agressions physiques sont probablement plus fréquentes qu'à Nantes.

• Répartition selon le type de fracture

Les fractures les plus fréquentes dans notre étude sont les fractures isolées des parois de sinus de la face. Cette catégorie de fracture n'est généralement pas étudiée dans les différentes études statistiques.

Les fractures des os propres du nez sont retrouvées chez 28% de nos patients porteurs de fracture, mais ne représentent que 15% de l'ensemble des fractures, ce qui est peu en comparaison des données de la littérature, rapportant une incidence pouvant atteindre 50% (15).

Notre série comporte également assez peu de fracture mandibulaire (5% des l'ensemble des fractures). Une étude rapporte 55% de fracture mandibulaire (58), dans une population citadine, avec 48 % d'accidents de la voie publique. Cela pourrait être dû à une meilleure utilisation des moyens de protection (ceinture de sécurité et casque) en France.

Les autres fractures ont une répartition assez classique, avec une prédominance des fractures complexes de l'orbite et du complexe zygomatique-maxillaire (49).

• Répartition du nombre de lésions associées

Le nombre des lésions associées est également concordant avec les données de la littérature.

Nous avons retrouvé une atteinte intracrânienne chez 59% des patients ayant une fracture du massif facial. Mithani (46) et Mulligan (3) rapportent respectivement 45 et 68% de lésions intracrâniennes chez des patients porteurs de fractures faciales.

L'atteinte du rachis cervical concernait 6% des patients ayant une fracture faciale. Dans la littérature, cette association entre fractures du rachis cervical et du massif facial représente entre 2 et 10% des cas (48) (59) (3) (46).

Les lésions dento-alvéolaires sont retrouvées dans 10% des cas en association avec une fracture du massif facial. Selon Lieger (35), elles sont plus fréquemment associées aux fractures de la mandibule et siègent plus souvent au niveau de l'arcade supérieure.

Les lésions de globe oculaire ne sont pas rares, présentes chez 6% des patients ayant une fracture faciale. Ces lésions sont responsables de troubles visuels importants, allant jusqu'à la cécité, et nécessitent d'être signalées, en urgence, particulièrement lorsque l'examen clinique est difficile, pour que le patient conserve des chances de récupérer son acuité visuelle.

L'ensemble de ces données plaide donc pour une exploration associée de l'encéphale, du massif facial et du rachis cervical chez les patients traumatisés cranio-faciaux.

L'analyse des globes oculaires et des dents devrait également devenir systématique, particulièrement pour des patients difficilement examinables, comateux, étant donné leur fréquence.

Par ailleurs, aucune des 3 dissections vasculaires ne pouvait être suspectée sur l'acquisition sans injection, en raison des très nombreux artéfacts liés au matériel dentaire, à la sonde d'intubation et au matériel satellite (câble ECG, perfusions...). Nous recommandons donc de modifier le protocole d'acquisition du scanner corps entier, en intégrant de façon systématique le cou lors de la phase artérielle de l'injection.

2 - Réalisation du guide de lecture

Le guide de lecture a été réalisé à partir d'une revue de la littérature notamment grâce aux travaux de Salvolini, Schucknecht, Linnau et Fraïoli (15) (34) (60) (22).

L'imagerie des traumatismes des globes oculaires et des dents a été ajoutée en raison de la fréquence de leur atteinte. De même, les fractures du rocher représentant 13% de l'ensemble des fractures de nos patients, nous avons décidé de les inclure également, bien qu'il s'agisse de fractures de la base du crâne.

Le but de ce guide est de réunir de manière synthétique l'ensemble des lésions qui doivent être signalées aux chirurgiens, en fonction de chaque type de fracture. Les lésions à décrire ont été retenues en raison de leur gravité à court terme, ou de leurs complications potentielles à plus long terme.

3 - Relectures

• Choix des radiologues relecteurs

Le choix des radiologues seniors s'est porté sur des radiologues ayant une activité orientée vers l'imagerie ORL, afin que leurs comptes-rendus constituent une référence, à laquelle ont été confrontés les comptes-rendus des radiologues juniors. Seulement 2 radiologues seniors pouvaient participer à cette étude, c'est pourquoi le nombre de scanner à relire ne devait pas être trop important.

Le choix de faire relire les examens par des radiologues juniors a été motivé par cette volonté de ne pas avoir un trop grand nombre de scanner à analyser. En effet, les internes ont une probabilité plus élevée de faire des erreurs et ont une marge de progression plus importante que leurs aînés. Cela permettait donc de faire apparaître une différence significative, avec un nombre de relectures moins important.

De plus, le guide de lecture s'adresse principalement aux internes de radiologie. Il était donc logique d'en vérifier la validité auprès des principaux intéressés.

Les radiologues juniors avaient tous validé 3 ou 4 semestres d'internat en imagerie médicale. Ils avaient donc tous un niveau de formation homogène.

• Constitution des 2 groupes de patients

Les deux groupes de 50 scanners qui ont permis les relectures ont été constitués par randomisation à partir de la population initiale. Cette population n'étant pas tout à fait homogène, les deux groupes ne sont pas appariés. Il y avait donc plus de fractures complexes dans le groupe 2. Afin de pallier ce problème, les données des comptes rendus initiaux de ces 100 patients ont été collectés et comparés. Le nombre d'erreurs, la mise en évidence des structures clés, et l'organisation du compte rendu ont été analysés. Ces comptes-rendus initiaux ont donc joué le rôle de témoins.

• Relectures des radiologues juniors

Les résultats des relectures des radiologues juniors montrent une amélioration de leurs performances. En effet, il existe significativement moins d'erreur lorsque les internes utilisent le guide de lecture. Le nombre d'erreur par défaut et par excès diminuent, ainsi que le nombre d'erreur ayant

une gravité potentielle, qui est divisé par 4, passant de 12 à 3. Ce qui est également intéressant, est l'absence d'erreur lors de l'analyse des scanners normaux ou des fractures simples dans le groupe 2. Les erreurs persistantes après présentation du guide de lecture ne portent donc plus que sur les fractures complexes.

De plus, les radiologues juniors ont amélioré de manière significative la qualité des comptes-rendus de ces fractures complexes, en les organisant en « fractures types » et en mettant plus fréquemment en évidence les structures clés, ce qui permet une meilleure communication avec les chirurgiens concernés.

Toutes ces modifications sont significatives, bien que le nombre de fractures complexes soit plus important dans le groupe 2.

Initialement, nous pensions que le guide de lecture permettrait de diminuer le temps d'interprétation du scanner du massif facial. En fait, il n'existe pas de différence significative du temps de lecture du scanner avant ou après présentation du guide. Les radiologues juniors nous ont tous indiqué avoir eu l'impression subjective d'avoir augmenté leur temps d'interprétation avec l'utilisation du guide, en raison du grand nombre de structures à analyser ; structures qui auparavant étaient moins systématiquement explorées.

• **Comptes-rendus initiaux**

L'analyse des comptes-rendus initiaux n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre les 2 groupes, concernant le nombre d'erreur, l'organisation et la mise en évidence des structures clés. Cela prouve que les différences significatives observées lors des relectures faites par les radiologues juniors ne sont pas dues à une différence de population, mais bien à l'utilisation du guide de lecture.

XIII - CONCLUSION

Ce travail, qui se voulait très pratique, s'est développé en deux temps.

La première partie a permis de réaliser un guide de lecture du scanner du massif facial chez les patients traumatisés crânio-faciaux dans le contexte urgent, à partir d'une revue de la littérature. L'accent a été mis :

- 1) Sur l'analyse de certaines structures clés, dont l'atteinte peut modifier la prise en charge thérapeutique
- 2) Sur la systématisation
- 3) Et l'organisation du compte-rendu, afin que la communication avec les chirurgiens soit facilitée.

Le but était finalement de pouvoir aider les radiologues juniors à faire face à une situation difficile et très fréquente lors des gardes.

La 2^e partie de cette thèse a permis la validation de ce guide. Nous avons démontré que l'utilisation du guide de lecture permettait de diminuer le nombre d'erreur fait par les radiologues juniors lors de l'interprétation et d'améliorer leurs comptes-rendus (organisation en fractures types et mise en évidence de structures clés propres à chaque type de fracture), sans augmenter de façon significative leur temps moyen d'interprétation.

Ce travail nous a également permis de réfléchir à la réalisation des examens initiaux qui doivent être complets (inclusion de la mandibule en fenêtrage osseux et tissulaire notamment), et sur le stockage des données natives du scanner. Nous recommandons en effet de stocker les coupes fines de l'acquisition crânio-faciale, afin de pouvoir relire secondairement l'examen et réaliser si besoin de nouvelles reconstructions.

Si les fractures du massif facial engagent rarement le pronostic vital du patient, elles sont à l'origine de complications fréquentes à plus ou moins long terme, parfois graves. C'est pourquoi un traumatisme du massif facial nécessite une analyse et un compte-rendu du scanner les plus exhaustifs possibles.

XIV - BIBLIOGRAPHIE

1. Sastry SM, Sastry CM, Paul BK, Bain L, Champion HR. Leading causes of facial trauma in the major trauma outcome study. *Plast. Reconstr. Surg.* 1995 Jan;95(1):196-197.
2. Gassner R, Tuli T, Hächl O, Rudisch A, Ulmer H. Cranio-maxillofacial trauma: a 10 year review of 9,543 cases with 21,067 injuries. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003 Fév;31(1):51-61.
3. Mulligan RP, Friedman JA, Mahabir RC. A nationwide review of the associations among cervical spine injuries, head injuries, and facial fractures. *J Trauma.* 2010 Mar;68(3):587-592.
4. Hopper RA, Salemy S, Sze RW. Diagnosis of midface fractures with CT: what the surgeon needs to know. *Radiographics.* 2006 Jun;26(3):783-793.
5. Schuknecht B, Graetz K. Radiologic assessment of maxillofacial, mandibular, and skull base trauma. *Eur Radiol.* 2005 Mar;15(3):560-568.
6. Barbrel P, Géré E. Fractures de l'orbite. *Encyclopédie médico-chirurgicale.* 2001;Stomatologie(22-072-A-10).
7. Batnitzki. *Trauma Radiology.* New York: Churchill Livingstone; p. 301-338.
8. Rhea JT, Rao PM, Novelline RA. Helical CT and three-dimensional CT of facial and orbital injury. *Radiol. Clin. North Am.* 1999 Mai;37(3):489-513.
9. Novelline RA, Rhea JT, Rao PM, Stuk JL. Helical CT in emergency radiology. *Radiology.* 1999 Nov;213(2):321-339.
10. Cooper PW, Kassel EE, Gruss JS. High-resolution CT scanning of facial trauma. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1983 Jun;4(3):495-498.

11. Laine FJ, Conway WF, Laskin DM. Radiology of maxillofacial trauma. *Curr Probl Diagn Radiol.* 1993 Aoû;22(4):145-188.
12. Lewandowski RJ, Rhodes CA, McCarroll K, Hefner L. Role of routine nonenhanced head computed tomography scan in excluding orbital, maxillary, or zygomatic fractures secondary to blunt head trauma. *Emerg Radiol.* 2004 Fév;10(4):173-175.
13. Marinaro J, Crandall CS, Doezema D. Computed tomography of the head as a screening examination for facial fractures. *Am J Emerg Med.* 2007 Jul;25(6):616-619.
14. Rehm CG, Ross SE. Diagnosis of unsuspected facial fractures on routine head computerized tomographic scans in the unconscious multiply injured patient. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1995 Mai;53(5):522-524.
15. Salvolini U. Traumatic injuries: imaging of facial injuries. *Eur Radiol.* 2002 Jun;12(6):1253-1261.
16. Rake PA, Rake SA, Swift JQ, Schubert W. A single reformatted oblique sagittal view as an adjunct to coronal computed tomography for the evaluation of orbital floor fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2004 Avr;62(4):456-459.
17. Levy RA, Edwards WT, Meyer JR, Rosenbaum AE. Facial trauma and 3-D reconstructive imaging: insufficiencies and correctives. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1992 Jun;13(3):885-892.
18. Cavalcanti MG, Haller JW, Vannier MW. Three-dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning: experimental validation in vitro. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1999 Jun;57(6):690-694.
19. Holmgren EP, Dierks EJ, Assael LA, Bell RB, Potter BE. Facial soft tissue injuries as an aid to ordering a combination head and facial computed tomography in trauma patients. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2005 Mai;63(5):651-654.
20. Lambert DM, Mirvis SE, Shanmuganathan K, Tilghman DL. Computed tomography exclusion of osseous paranasal sinus injury in blunt trauma patients: the «clear sinus» sign. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1997 Nov;55(11):1207-1210; discussion 1210-1211.

21. Gassner R, Tuli T, Hächl O, Rudisch A, Ulmer H. Cranio-maxillofacial trauma: a 10 year review of 9,543 cases with 21,067 injuries. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003 Fév;31(1):51-61.
22. Fraioli RE, Branstetter BF, Deleyiannis FW. Facial fractures: beyond Le Fort. *Otolaryngol. Clin. North Am.* 2008 Fév;41(1):51-76, vi.
23. Converse JM, Smith B, Obear MF, Wood-Smith D. Orbital blowout fractures: a ten-year survey. *Plast. Reconstr. Surg.* 1967 Jan;39(1):20-36.
24. Soll DB, Poley BJ. Trapdoor Variety of Blowout Fracture of the Orbital Floor *Am. J. Ophthalmol.* 1965 Aoû;60:269-272.
25. Kubal WS. Imaging of orbital trauma. *Radiographics.* 2008 Oct;28(6):1729-1739.
26. Kuhn F, Morris R, Mester V, Witherspoon CD, Mann L, Maisiak R. Epidemiology and socioeconomics. *Ophthalmol Clin North Am.* 2002 Jun;15(2):145-151.
27. Douat J, Paoli J, Irsutti M, Arné J. [Evulsion of the optic nerve, a diagnosis to be recognised!]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2007 Jun;108(3):225-227.
28. Rhea JT, Novelline RA. How to simplify the CT diagnosis of Le Fort fractures. *AJR Am J Roentgenol.* 2005 Mai;184(5):1700-1705.
29. Chagnaud C, Leluc O, Jaoua S, Gandolfi-Raoux C. [Imaging of paranasal sinus trauma]. *J Radiol.* 2003 Aoû;84(7-8 Pt 2):923-940.
30. Linnau KF, Hallam DK, Lomoschitz FM, Mann FA. Orbital apex injury: trauma at the junction between the face and the cranium. *Eur J Radiol.* 2003 Oct;48(1):5-16.
31. Markowitz BL, Manson PN, Sargent L, Vander Kolk CA, Yaremchuk M, Glassman D, et al. Management of the medial canthal tendon in nasoethmoid orbital fractures: the importance of the central fragment in classification and treatment. *Plast. Reconstr. Surg.* 1991 Mai;87(5):843-853.

32. Dupuis M, Dosch J, Badoz A. Imagerie des traumatismes du massif facial. Encyclopédie médico-chirurgicale. 1994;Radiodiagnostic-Neuroradiologie-Appareil locomoteur(31-652-B-10).
33. Jamal BT, Pfahler SM, Lane KA, Bilyk JR, Pribitkin EA, Diecidue RJ, et al. Ophthalmic injuries in patients with zygomaticomaxillary complex fractures requiring surgical repair. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009 Mai;67(5):986-989.
34. Schuknecht B, Graetz K. Radiologic assessment of maxillofacial, mandibular, and skull base trauma. *Eur Radiol.* 2005 Mar;15(3):560-568.
35. Lieger O, Zix J, Kruse A, Iizuka T. Dental injuries in association with facial fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009 Aoû;67(8):1680-1684.
36. Thorén H, Numminen L, Snäll J, Kormi E, Lindqvist C, Iizuka T, et al. Occurrence and types of dental injuries among patients with maxillofacial fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2010 Avr 30 [cité 2010 Jun 30]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20435438>
37. de Matos FP, Arnez MFM, Sverzut CE, Trivellato AE. A retrospective study of mandibular fracture in a 40-month period. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010 Jan;39(1):10-15.
38. Alvi A, Bereliani A. Acute intracranial complications of temporal bone trauma. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998 Déc;119(6):609-613.
39. Hiroual M, Zougarhi A, El Ganouni NCI, Essadki O, Ousehal A, Tijani Adil O, et al. [High-resolution CT of temporal bone trauma: review of 38 cases]. *J Radiol.* 2010 Jan;91(1 Pt 1):53-58.
40. Ghorayeb BY, Yeakley JW. Temporal bone fractures: longitudinal or oblique? The case for oblique temporal bone fractures. *Laryngoscope.* 1992 Fév;102(2):129-134.
41. Little SC, Kesser BW. Radiographic classification of temporal bone fractures: clinical predictability using a new system. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2006 Déc;132(12):1300-1304.

- 42.** Meriot P, Veillon F, Garcia JF, Nonent M, Jezequel J, Bourjat P, et al. CT appearances of ossicular injuries. *Radiographics*. 1997 Déc;17(6):1445-1454.

- 43.** West OC, Mirvis SE, Shanmuganathan K. Transsphenoid basilar skull fracture: CT patterns. *Radiology*. 1993 Aoû;188(2):329-338.

- 44.** Resnick DK, Subach BR, Marion DW. The significance of carotid canal involvement in basilar cranial fracture. *Neurosurgery*. 1997 Jun;40(6):1177-1181.

- 45.** Alcalá-Galiano A, Arribas-García IJ, Martín-Pérez MA, Romance A, Montalvo-Moreno JJ, Juncos JMM. Pediatric facial fractures: children are not just small adults. *Radiographics*. 2008 Avr;28(2):441-461; quiz 618.

- 46.** Mithani SK, St-Hilaire H, Brooke BS, Smith IM, Bluebond-Langner R, Rodriguez ED. Predictable patterns of intracranial and cervical spine injury in craniomaxillofacial trauma: analysis of 4786 patients. *Plast. Reconstr. Surg*. 2009 Avr;123(4):1293-1301.

- 47.** Haug RH, Prather J, Indresano AT. An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. *J. Oral Maxillofac. Surg*. 1990 Sep;48(9):926-932.

- 48.** Haug RH, Wible RT, Likavec MJ, Conforti PJ. Cervical spine fractures and maxillofacial trauma. *J. Oral Maxillofac. Surg*. 1991 Jul;49(7):725-729.

- 49.** Alvi A, Doherty T, Lewen G. Facial fractures and concomitant injuries in trauma patients. *Laryngoscope*. 2003 Jan;113(1):102-106.

- 50.** Jamal BT, Diecidue R, Qutub A, Cohen M. The pattern of combined maxillofacial and cervical spine fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg*. 2009 Mar;67(3):559-562.

- 51.** Higuera S, Lee EI, Cole P, Hollier LH, Stal S. Nasal trauma and the deviated nose. *Plast. Reconstr. Surg*. 2007 Déc;120(7 Suppl 2):64S-75S.

52. Cole P, Boyd V, Banerji S, Hollier LH. Comprehensive management of orbital fractures. *Plast. Reconstr. Surg.* 2007 Déc;120(7 Suppl 2):57S-63S.
53. Kelley P, Hopper R, Gruss J. Evaluation and treatment of zygomatic fractures. *Plast. Reconstr. Surg.* 2007 Déc;120(7 Suppl 2):5S-15S.
54. Sargent LA, Rogers GF. Nasoethmoid orbital fractures: diagnosis and management. *J Cranio-maxillofac Trauma.* 1999;5(1):19-27.
55. Haug RH, Brandt MT. Closed reduction, open reduction, and endoscopic assistance: current thoughts on the management of mandibular condyle fractures. *Plast. Reconstr. Surg.* 2007 Déc;120(7 Suppl 2):90S-102S.
56. Gentine A, Hémar P. Fractures du rocher. *Encyclopédie médico-chirurgicale.* 1999;Oto-rhinolaryngologie(20_220_A_10).
57. Carlin CB, Ruff G, Mansfeld CP, Clinton MS. Facial fractures and related injuries: a ten-year retrospective analysis. *J Craniomaxillofac Trauma.* 1998;4(2):44-48; discussion 43.
58. Maliska MCDS, Lima Júnior SM, Gil JN. Analysis of 185 maxillofacial fractures in the state of Santa Catarina, Brazil. *Braz Oral Res.* 2009 Sep;23(3):268-274.
59. Hackl W, Hausberger K, Sailer R, Ulmer H, Gassner R. Prevalence of cervical spine injuries in patients with facial trauma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Oct;92(4):370-376.
60. Linnau KF, Stanley RB, Hallam DK, Gross JA, Mann FA. Imaging of high-energy midfacial trauma: what the surgeon needs to know. *Eur J Radiol.* 2003 Oct;48(1):17-32.

REALISATION ET VALIDATION D'UN GUIDE DE LECTURE DU SCANNER DU MASSIF FACIAL DANS LE CONTEXTE TRAUMATIQUE URGENT

RESUME

INTRODUCTION : chez les patients traumatisés crânio-faciaux, l'analyse des fractures du massif facial est souvent reléguée au second plan, derrière les lésions qui mettent en jeu le pronostic vital. Or, les fractures du massif facial peuvent être à l'origine de complications parfois graves, à plus ou moins long terme. C'est pourquoi le bilan scannographique initial de ces patients doit être le plus exhaustif possible tout en s'attachant aux structures dont l'atteinte modifiera la prise en charge. Nous avons voulu réaliser un guide de lecture qui permet la systématisation de l'analyse et du compte-rendu du scanner du massif facial.

MATERIEL ET METHODE : de mars 2009 à mars 2010, 204 patients traumatisés cranio-faciaux, avec suspicion de fractures du massif facial ont été inclus. Un guide de lecture a été réalisé à partir d'une revue de la littérature et des données statistiques de cette population.

100 scanners parmi les 204 ont été relus par des radiologues juniors, 50 scanners sans puis 50 scanners avec le guide de lecture, avec pour référence une relecture senior .

RESULTATS : les radiologues juniors ont totalisé 38 erreurs sans le guide de lecture, contre 16 avec ($p = 0,03$). De même, l'organisation du compte-rendu était retrouvée dans 55% des cas sans le guide, contre 90% avec ($p = 0,005$) et les structures clés du massif facial étaient mises en évidence dans 45% des cas sans le guide et 93% des cas avec ($p = 0,0001$). Le temps d'interprétation moyen était de 15,38 minutes sans le guide contre 17,76 minutes ($p = 0,19$).

CONCLUSION : le guide de lecture permet de diminuer le nombre d'erreur faite lors de l'interprétation du scanner. Il permet également d'améliorer le compte rendu (mise en évidence des structures clés et organisation) sans augmenter significativement le temps d'interprétation.

MOTS-CLES

Fractures, massif facial, traumatismes cranio-faciaux, guide de lecture, tomodensitométrie.