



# Tomodensitométrie dans le cas des déformations crâniennes chez le nourrisson

**GARDES LOIC**

**M1PHYMED  
ANNEE 2015/2016**

**MAITRES DE STAGES: DR GUILLAUME CAPTIER ET PR GERARD  
SUBSOL**

**TUTEURS: MR THIERRY CLOITRE ET DR MICHEL ZANKA**

# Annnonce de plan

- I) Introduction
- II) Présentation du Pôle Femme, Mère, Enfant
- III) Présentation du problème biomédical
  - 1) Anatomie du crâne
  - 2) Présentation des Déformations Crâniennes Posturales (DCP)
- IV) Missions réalisées pendant le stage
  - 1) Mise en place de la démarche du projet d'étude sur les DCP
  - 2) Présentation des travaux réalisés sur les DCP
  - 3) Résultats et Interprétation
  - 4) Discussion
- V) Conclusion

# I) Introduction

- Evolution de la médecine via les progrès de la science et de la technologie
- Les techniques d'imageries 3D ont pour fonction l'aide au diagnostic (sclérose en plaque avec l'IRM), l'évaluation de la sévérité d'une maladie (détection de métastases pour mesure du niveau de dissémination du cancer), l'aide à l'intervention (ponctions effectuées chez les patients sous échographies pour visualisation de zone pathologique à traiter), l'aide à la prise en charge et au suivi thérapeutique et par conséquent à l'amélioration des connaissances médicales.
- Problématique: Quelles sont les caractéristiques de ces déformations crâniennes ? Comment se manifeste-t-elles ? Quelles méthodes doit-on employer pour mieux étudier ces déformations en question ?
- Annonce de plan : présentation de l'Hôpital Lapeyronie, le problème médical en question à savoir les déformations crâniennes , présentation des travaux réalisées pendant le stage ainsi que sur l'analyse et l'interprétation de ces travaux.

## II)Présentation du pôle Femme, Mère, Enfant

Départements	Nombre de lits et places	Effectif moyen annuel	Chiffres clés d'activité
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pédiatrie</li> <li>•Urgences et Post-urgences pédiatriques</li> <li>•<b><u>Chirurgie Infantile</u></b></li> <li>•Pédiatrie néonatale et réanimations</li> <li>•Gynécologie obstétrique</li> <li>•Anesthésie-réanimation Lapeyronie</li> <li>•Anesthésie réanimation Arnaud de Villeneuve</li> <li>•Imagerie pédiatrique</li> </ul>	319	<ul style="list-style-type: none"> <li>•124,6 ETP de médecins</li> <li>•777,7 ETP non médicaux</li> <li>•163,9 internes et étudiants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•30310 hospitalisations</li> <li>•11082 interventions chirurgicales</li> <li>•3476 chirurgies ambulatoires</li> <li>•31220 venues en imagerie</li> <li>•31130 passages aux urgences</li> <li>•91010 venues en consultations</li> <li>•24 greffes de cellules souches hématopoïétiques enfants</li> </ul>

# III)Présentation du problème biomédical:

## 1)Anatomie du crane

Crâne= partie supérieure du squelette

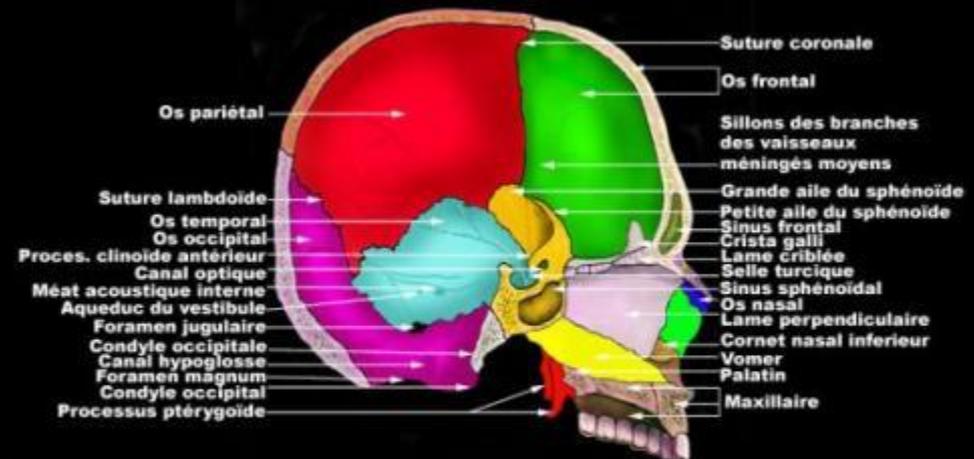
Protection du cerveau

Le crâne est composé de 2 parties :

- Le crâne cérébral contenant le cerveau (ou l'**endocrâne**),
- Le crâne facial

Crâne cérébral composé de :

- la calvaria
- la base du crâne



**Crâne**  
(coupe sagittale médiane)

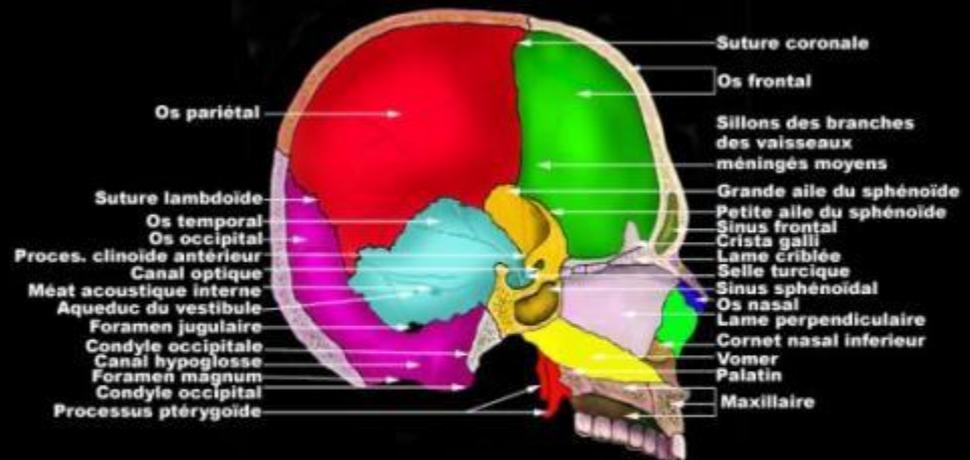
# Anatomie du crane: calvaria

Composée de plaques osseuses et soudées par des sutures solides

Os de la calvaria séparés par les fontanelles, permettant la croissance du crâne

Calvaria composée de 4 parties:

- Fronto-orbitaire
- Pariétale droit
- Pariétale gauche
- Occipitale



**Crâne**  
(coupe sagittale médiane)

# Anatomie du crâne: base du crâne

Formée de 3 fosses crâniennes:

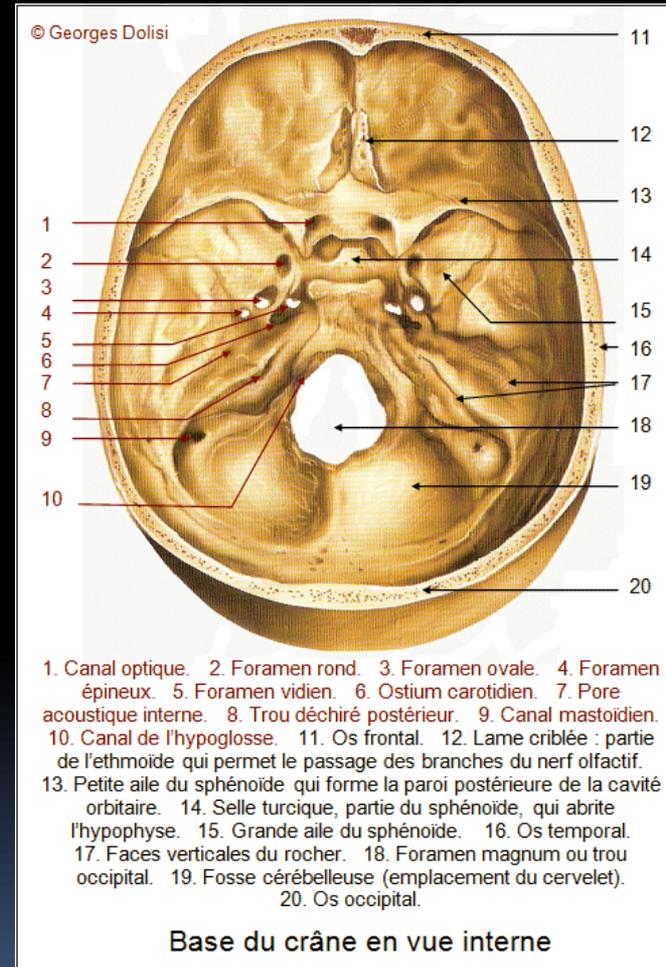
-Fosse antérieure

-Fosse moyenne

-Fosse postérieure

Base du crâne limitée par l'os occipital en arrière et par la partie supra-orbitaire de l'os frontal en avant

Percée de trous laissant passer les différents éléments innervant ou permettant la circulation sanguine à l'intérieur du crâne



## 2) Présentation des Déformations Crâniennes Posturales

**Définition:** Symptôme se traduisant par une difformité de la morphologie du crâne qui perd son caractère ovoïde régulier à grand axe antéro-postérieur et à grosse convexité postérieure

On peut définir les DPC via un paramètre morphométrique que l'on nomme le périmètre crânien lorsqu'on regarde le crâne sur une vue supérieure :

- **Dolichocéphalie** : le crâne est allongé dans le sens antéro-postérieur, l'index crânien (largeur/longueur) est inférieur à 0,76.
- **Brachycéphalie** : le crâne est raccourci dans le sens antéro-postérieur ; l'index crânien est supérieur à 0,81.
- **Plagiocéphalie** : le crâne est asymétrique avec un méplat occipital isolé, plagiocéphalie occipitale (PO) ou associée à une bosse frontale du même côté, plagiocéphalie fronto-occipitale (PFO) [5].



Figure 7 : Plagiocéphalie fronto-occipitale (PFO).



Figure 8 : Plagiocéphalie occipitale (PO).



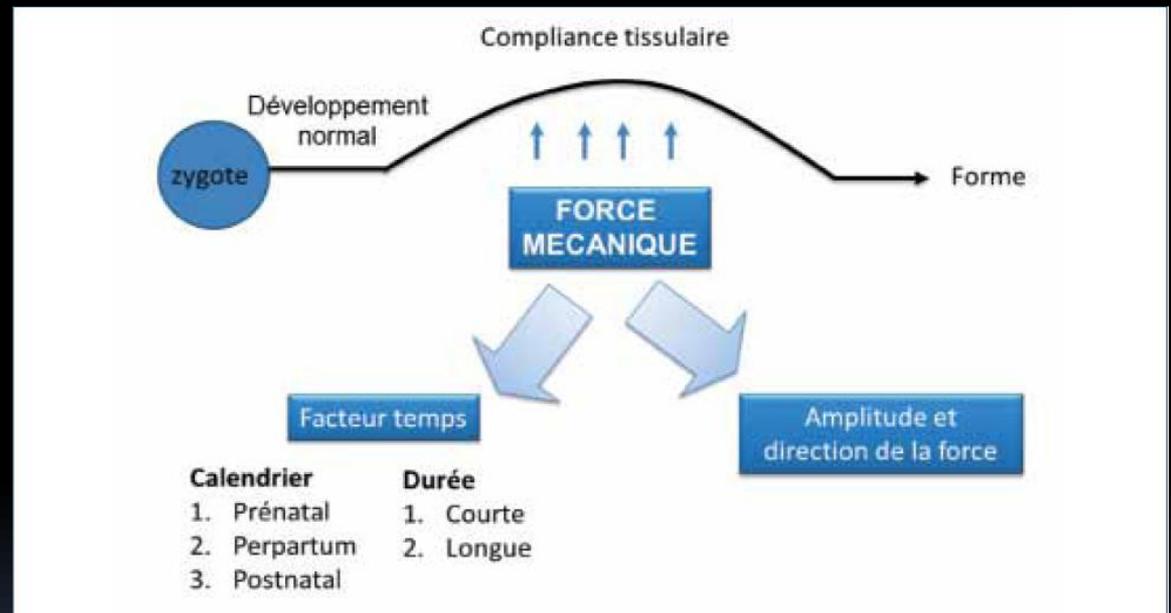
Figure 9 : Brachycéphalie postérieure (BP).

# Mécanisme des DPC

Forces de tractions ou de compression qui s'appliqueront sur le crâne soit avant la naissance, soit pendant l'accouchement, soit en période postnatale

Déformation dépend donc des caractéristiques biomécaniques de la force appliquée:

- direction
- amplitude
- compliance des tissus
- stade de développement

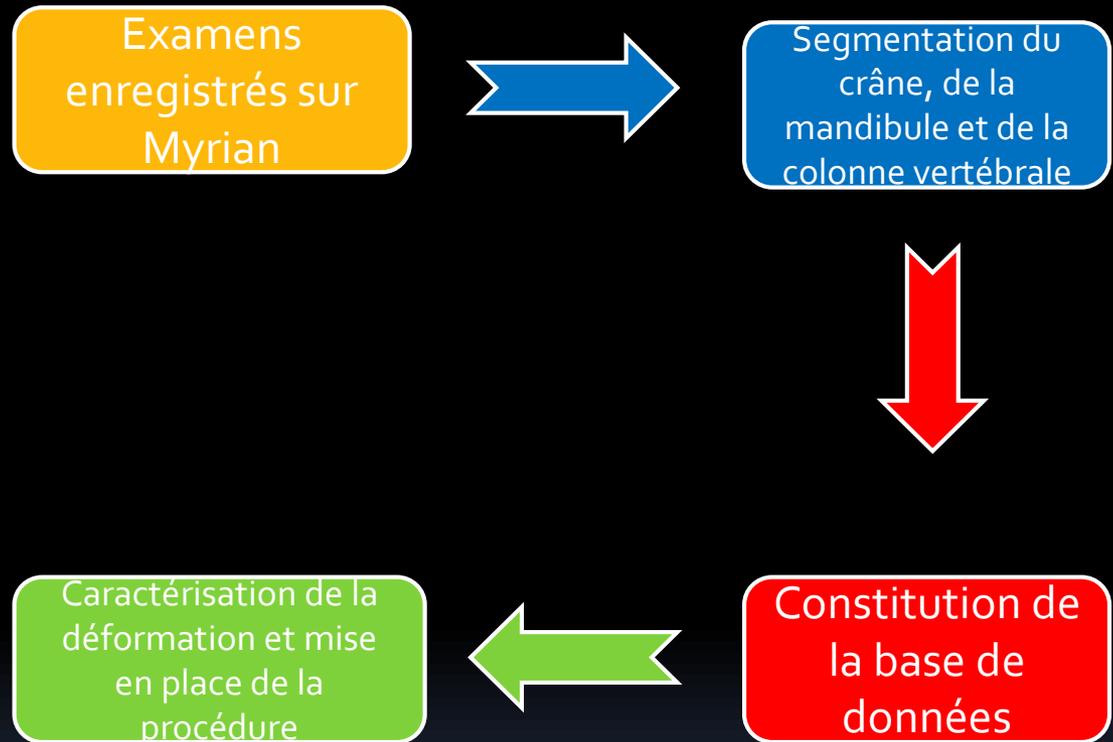


## IV) Missions réalisées pendant le stage:

### 1) Mise en place de la démarche de l'étude des DCP

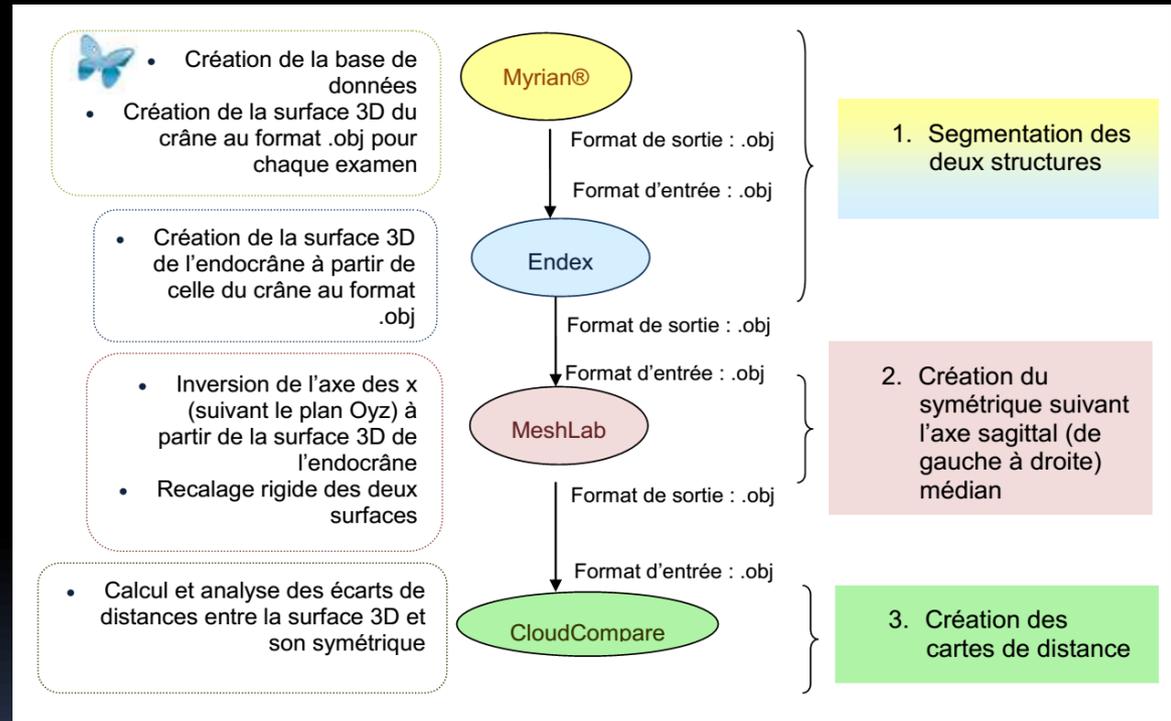
Objectif: à mieux comprendre les plagiocéphalies posturales et proposer une méthode de quantification 3D de la déformation du crâne et de l'endocrâne

Mise en place de l'échelle de gravité de la déformation, de l'asymétrie et de la répercussion sur les structures internes



# Pipeline de l'étude sur les DCP

Pipeline = démarche pour étudier l'asymétrie endocrânienne en priorité



## 2) Présentation des travaux réalisés sur les DCP : Mise en place de la base de données

- 211 Examens comptés : 32 PO (22 Filles et 10 Garçons), 55 PFO (30 Garçons et 25 Filles), 35 BP (25 Garçons et 10 Filles), 68 CONTRÔLE (41 Garçons et 27 Filles) et 21 Autres Cas ( 5 Garçons et 16 Filles) comme des cas de turricephalie et crâniosténose
- 123 Garçons et 88 Filles
- Age de diagnostic: 10<sup>ème</sup> mois chez les BP et les PO et vers les 2 ans chez les PFO
- Total examens : 181 Scanners (176 CT Scans et 5 CT/SR Scans) et 30 IRM

# Segmentation du crâne avec Myrian

Définition des ROI (Region Of Interest) ou des Régions d'Intérêts que sont le crâne, la mandibule et la colonne vertébrale.

Obtention du crâne en séparant le crâne de la colonne vertébrale et de la mandibule

Puis jeu d'exportations pour constitution de la base de données

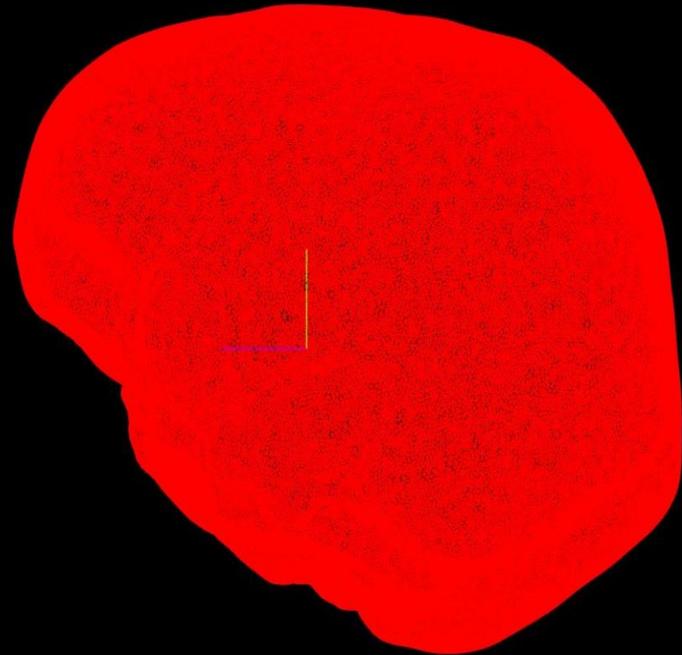


# Création de l'endocrâne avec Endex

Création de l'endocrâne via  
méthode du « modèle  
déformable »

Courbe ou surface évoluant  
dans l'espace pour délimiter  
la structure anatomique

Position de l'icosaèdre dans  
un point de l'espace du  
crâne exporté puis  
modelage de l'endocrâne



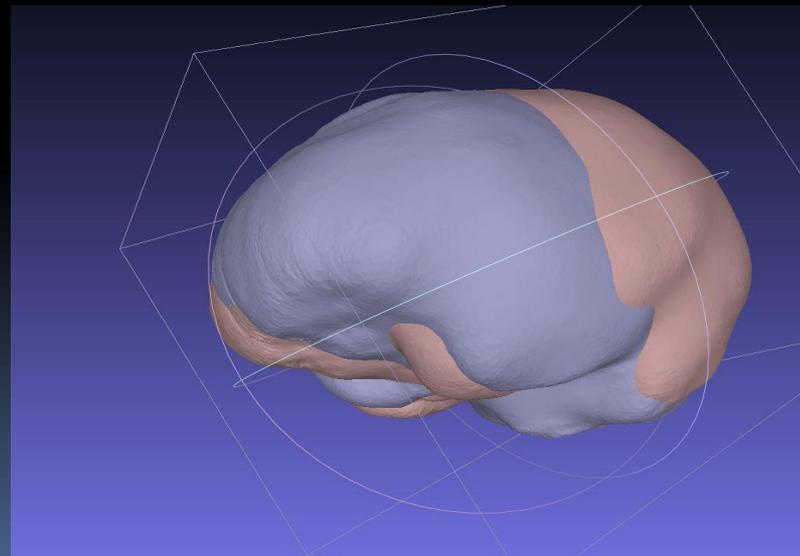
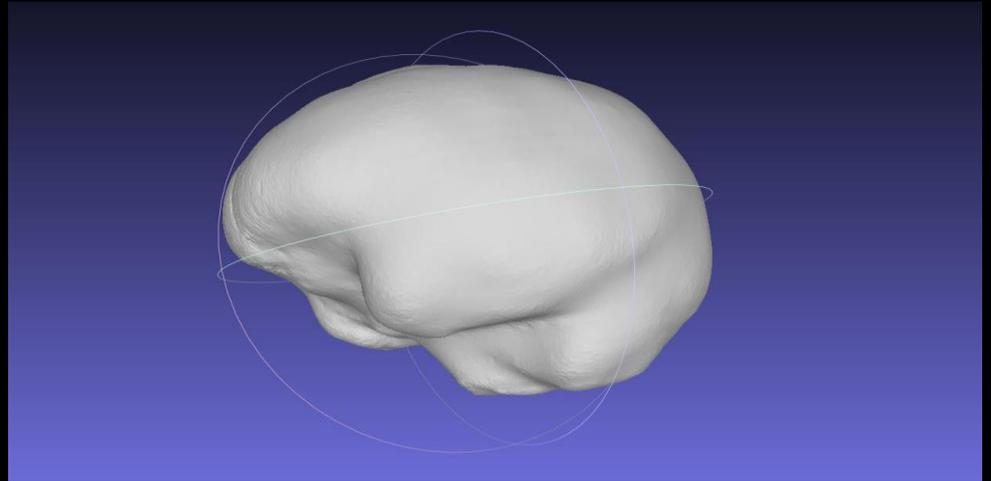
# Symétrisation de l'endocrâne avec MeshLab

Figure en haut : endocrâne avant symétrisation

Figure en bas : endocrâne après symétrisation

Symétrisation pour comparaison entre la partie gauche et droite de l'endocrâne

Symétrique aligné sur la ROI initiale pour analyse des différences entre chaque coté par rapport au plan de symétrie centrale = algorithme rigide (minimisation des distances entre le maillage et le symétrique )+ inversion de l'axe des x



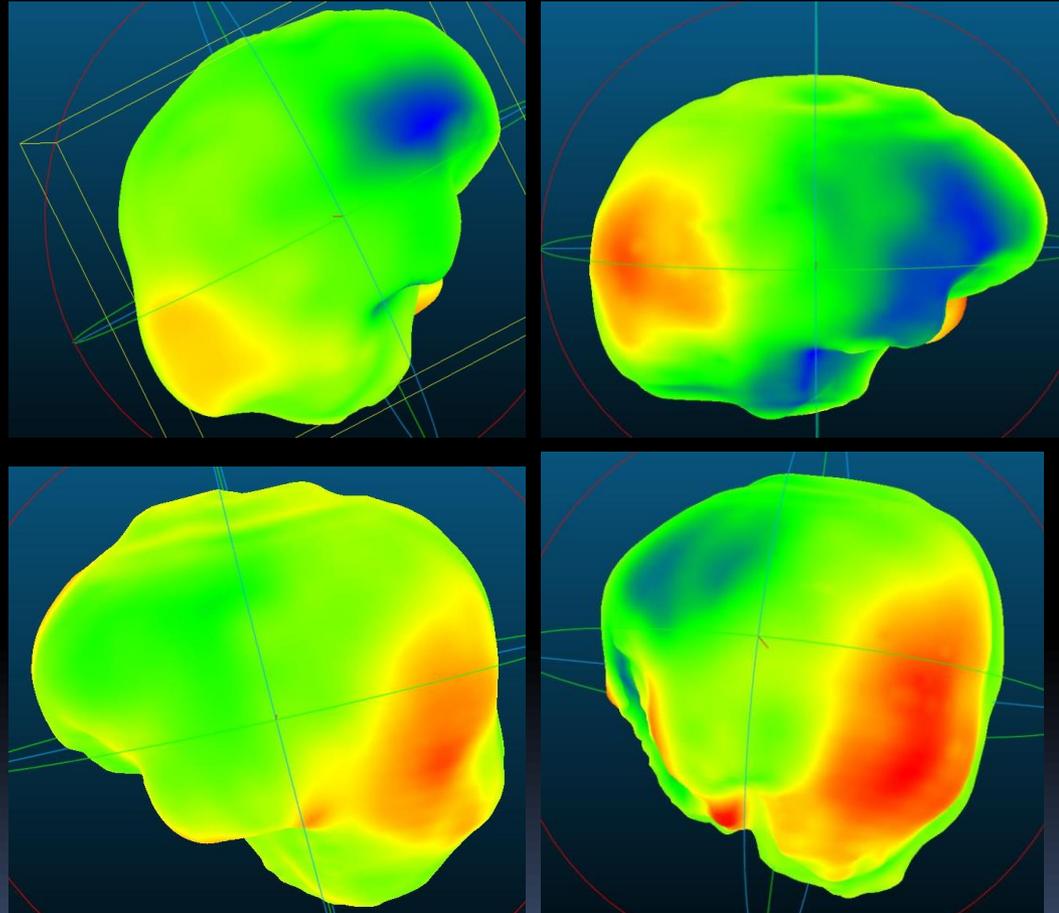
# Obtention de l'endocrâne avec Cloud Compare

Figure en haut à gauche :  
endocrâne CONTRÔLE

Figure en haut à  
droite: endocrâne PFO

Figure en bas à gauche:  
endocrâne PO

Figure en bas à  
droite: endocrâne BP



### 3) Résultats et Interprétation: Cartes de distance des endocranes

Figure en partant de haut en bas:

Carte de distance CONTROLE,  
PO, PFO et BP

Axe des x: amplitude des points

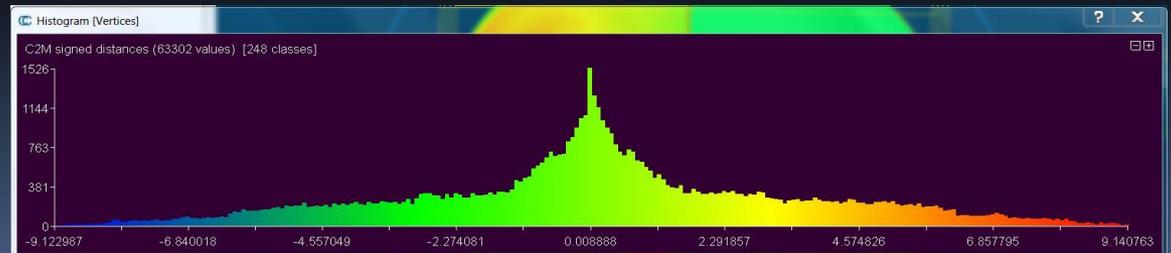
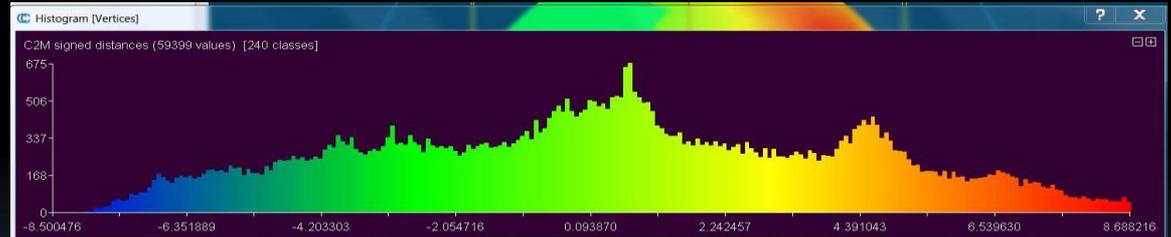
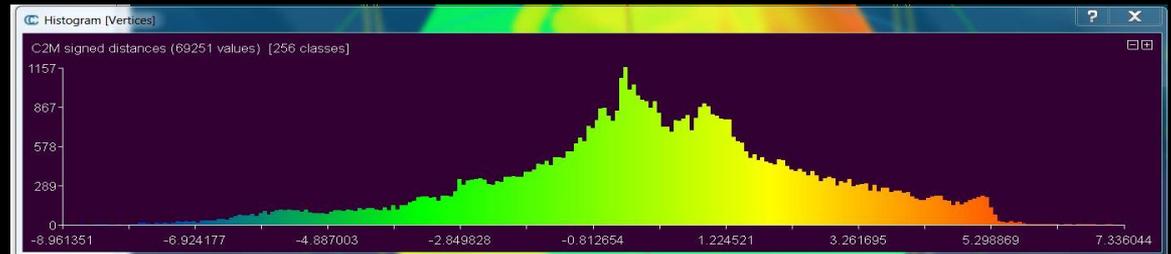
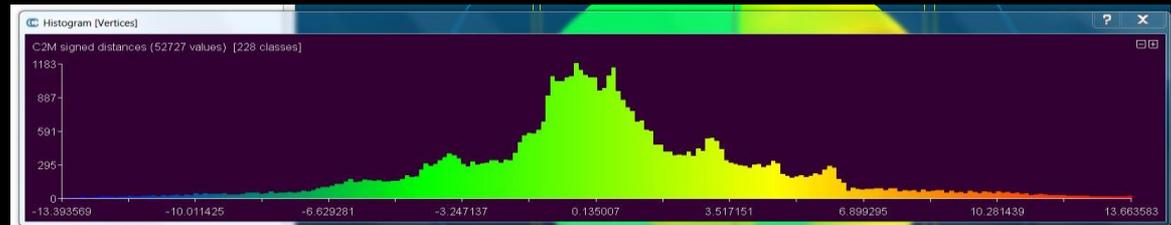
Axe des y: nombre de points  
correspondants à l'amplitude

CONTRÔLE: Zone verte et rouge  
minimale et zone verte  
majoritaire. Pas d'asymétrie  
apparente

PO: Aire rouge(=partie bombée)  
plus importante que chez le  
CONTRÔLE et aire bleue  
minimale. Asymétrie apparente

PFO: Aire rouge plus importante  
et répandue que chez le PFO et  
aire bleue plus importante que  
chez le PO. Asymétrie apparente  
et plus forte que chez le PO

BP: aire rouge et bleu très faible  
et aire verte majoritaire. Pas  
d'asymétrie apparente



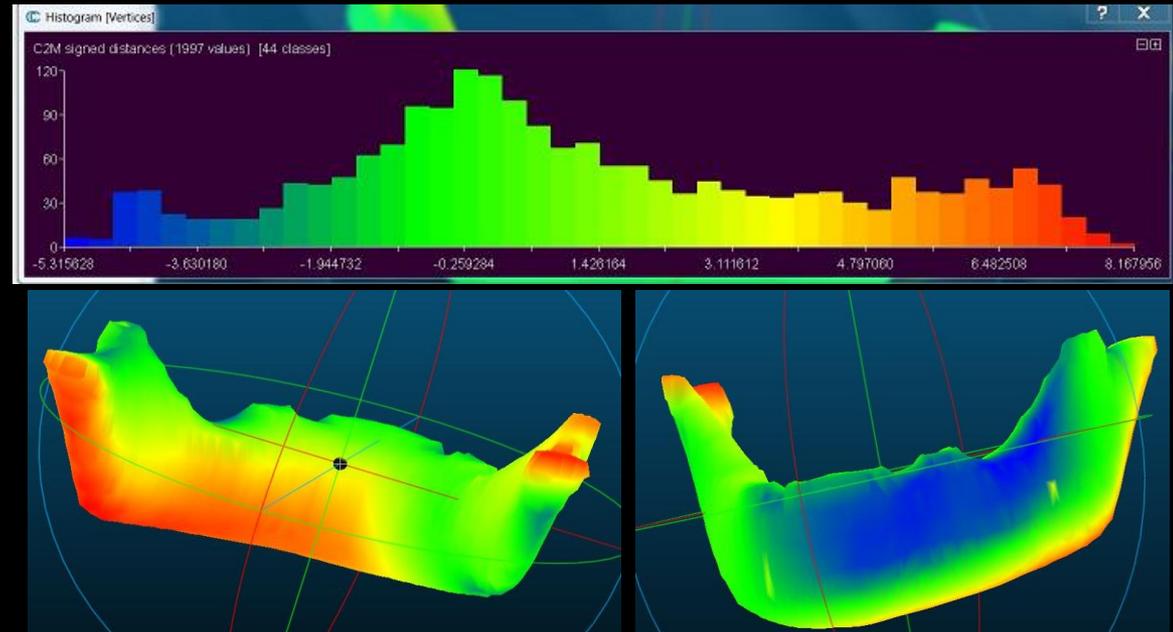
# Déformation mandibulaire

Figure en haut: carte de distance de la mandibule

Figure en bas à gauche : vue arrière de la mandibule

Figure en bas à droite : vue avant de la mandibule

pression exercée à partir du condyle jusqu'au processus coronoïde et aussi tout le long de la ligne mylohyoïdienne sur la partie gauche de l'arrière du ramus + protusion sur le ramus avant droit en longeant la ligne oblique de la mandibule en passant sur le foramen mentonnier et la symphyse mentonnière



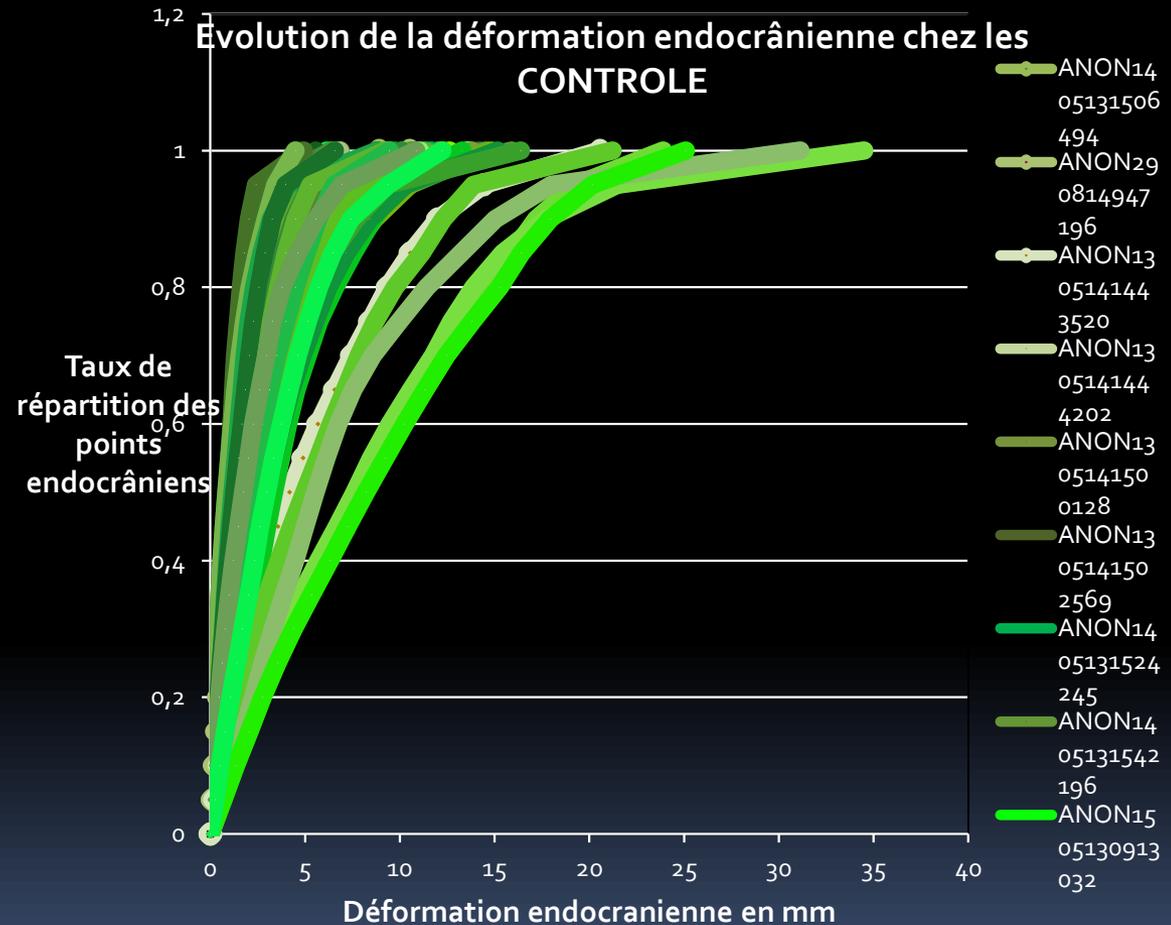
# Graphe sur l'évolution de la déformation endocrânienne chez les CONTROLE

Classement quantitatif qui correspond à l'étendue et à la répartition des données

Calcul de la fréquence cumulée des distances des points spécifiques à la surface endocrânienne pour recherche d'une distance seuil de 75% pour détermination quantitative et qualitative de l'asymétrie endocrânienne

CONTROLE: Seuil 75 % compris entre 1,5 et 5,7 mm

Graphe étalon pour comparaison avec les PO et les PFO



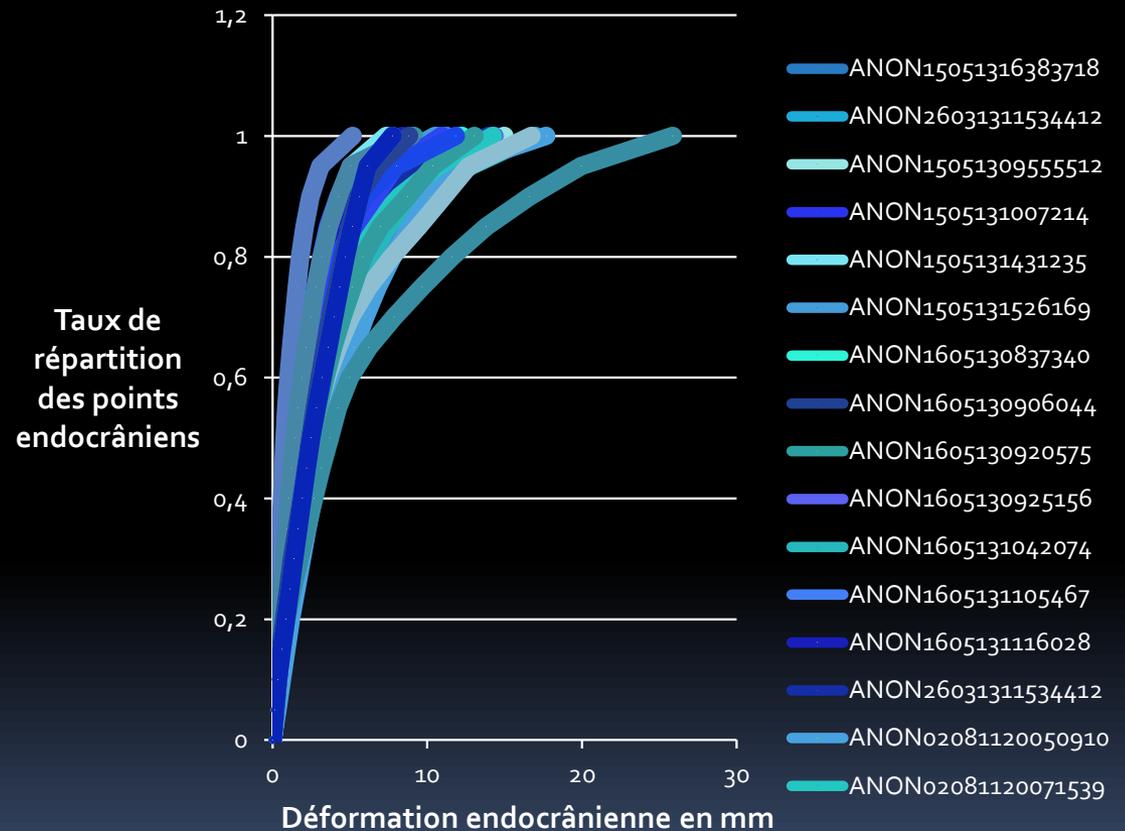
# Graphe sur l'évolution de la déformation endocrânienne chez les PO

PO : Seuil compris entre 1,6 et 6,2 mm

Pas de différences significatives par rapport aux CONTROLE

Possibilité de déformation crânienne et endocrânienne différente d'un point de vue biomécanique

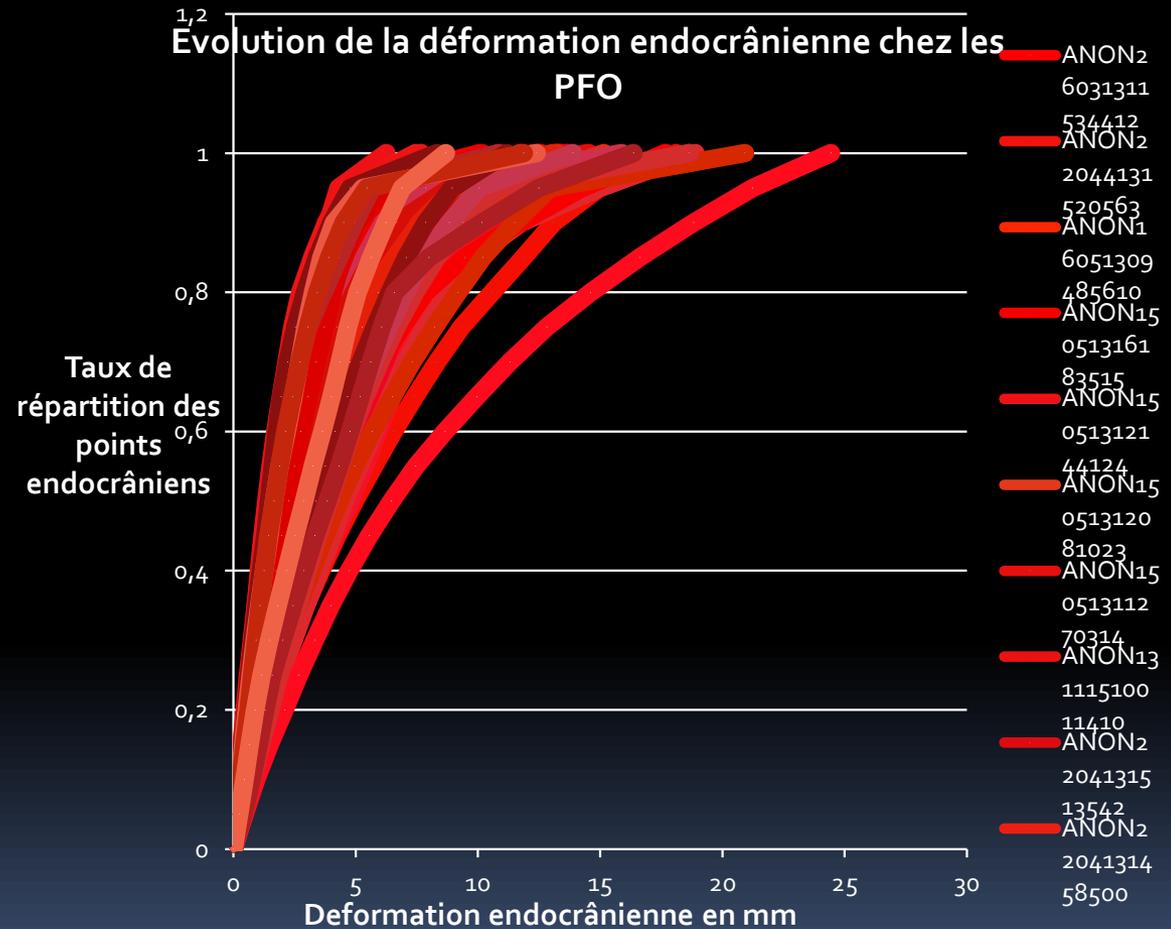
Evolution de la déformation endocrânienne chez les PO



# Graphe sur l'évolution de la déformation endocrânienne chez les PFO

PFO : Seuil 75% compris entre 2 et 8,2 mm

Résultat en cohérence au vu des déformations des PFO



# Normalisation des distances de déformations

- Comparaison entre endocrâne difficile car une même déformation est moins importante sur un « gros » endocrâne que sur un « petit ».
- Normalisation des distances = ratio entre la distance de déformation sur la racine cubique du volume endocrânien et ainsi mise en place d'une échelle commune .

# Description morphologique pour procédure de normalisation

Tableau descriptif de la détermination du type d'endocrâne analysé

5 types d'endocrânes trouvés : CONTRÔLE, PO, PO intermédiaire (PO int), PFO, PFO intermédiaire (PFO int)

Asymétrie arrière	Asymétrie avant	Type d'endocrâne
NON	NON	CONTROLE
OUI LEGER	NON	PO int
OUI	NON	PO
NON	OUI ( ou OUI LEGER)	PFO int
OUI LEGER	OUI LEGER	PFO int
OUI	OUI LEGER	PFO int
OUI	OUI	PFO

## Résultats de la normalisation des distances

- CONTRÔLE: Distance normalisée comprise entre 0.0188 et 0.167 mm
- 51 endocrânes dont 20 CONTRÔLE, 8 PFO, 3 PO int, 4 PO, 16 PFO int
- Correspondance de  $20/51 * 100 = 39.12\%$
- PO: Distance normalisée comprise entre 0.026 et 0.24 mm
- 26 endocrânes dont 2 CONTRÔLE, 7 PFO, 2 PFO int, 15 PO
- Correspondance de  $15/26 * 100 = 57.69\%$
- PFO: Distance normalisée comprise entre 0.035 et 0.19 mm
- 43 endocrânes dont 11 CONTRÔLE, 19 PFO, 7 PFO int, 6 PO
- Correspondance de  $20/51 * 100 = 39.12\%$

# Résultats de la normalisation des distances

Tableau représentant les moyennes des sous-groupes d'endocrânes spécifiques aux groupes endocrânes

Différences de moyenne entre groupe et sous-groupe témoignent d'un mécanisme différent de déformations où on peut déceler des états intermédiaires de déformations endocrâniennes

Groupe d'endocrânes / Sous groupes d'endocrânes	CONTROLE	PFO	PO
CONTROLE	0,06393868	0,044355818	0,055513
PO intermédiaire	0,04498533	0	0
PO	0,04574775	0,07026283	0,08749633
PFO intermédiaire	0,05781481	0,092122	0,0526145
PFO	0,071964	0,09367782	0,072346

## 4) Discussion

- Pistes de réflexion à exploiter:
  - étude de la surface des cartes de distances
  - étude des différences d'amplitudes entre l'espace endocrânien et crânien
  - quantifier les différentes pressions exercées sur le crâne et l'endocrâne
  - quantifier les volumes des déformations crâniennes et endocrâniennes

## V) Conclusion

- Objectif du stage: étude de l'asymétrie crânienne -endocrânienne surtout- et mandibulaire et quantification de celles-ci
- Normalisation des distances de déformation a permis de hiérarchiser les déformations endocrâniennes et de mettre en évidence des états intermédiaires de déformations
- D'autres manipulations possibles et envisageables peuvent compléter cette étude sur les Déformations Crâniennes Posturales