

Etude et quantification des répercussions des déformations posturales du crâne sur les structures internes crâniennes à l'aide d'images en trois dimensions

Etudiante :

Mélissa SOLINHAC

Master 2 Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour la Santé (STIC pour la santé).

Spécialité Bio-informatique, Connaissances, Données (BCD)

Responsable de stage :

Pr. Guillaume CAPTIER

Dr. Gérard SUBSOL

Tuteur pédagogique :

Pr. Vincent BERRY

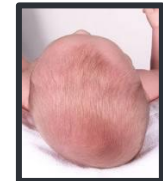
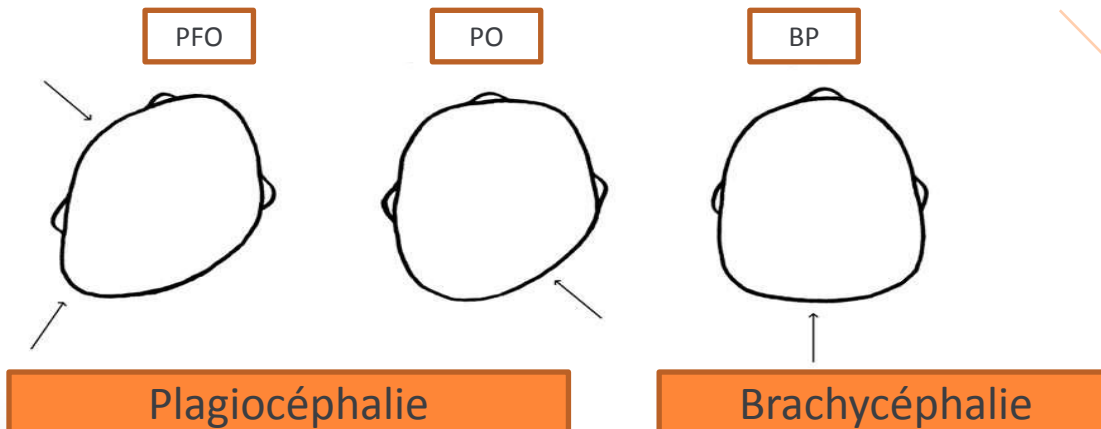
Plan

- Introduction
 - Les déformations crâniennes du nourrissons
 - Le contexte
- Etude quantitative des déformations posturales
 - La procédure mise en place
- Résultats et exploitation
- Discussions et perspectives
- Conclusions

Les déformations crâniennes du nourrisson

- Une anomalie de la forme du crâne
- Deux mécanismes des déformations
 - Par synostoses (craniosténoses)
 - Sans synostoses : les déformations posturales

Looman WS, Flannery AB,
Evidence-Based Care of the Child with Deformational Plagiocephaly, Part 1: Assessment and Diagnosis
2012



La problématique

- Déformations posturales = retard de développement ?

Collett BR et al, **Development in toddlers with deformational plagiocephaly** 2011

Speltz ML et al, **Case-Control Study of Neurodevelopment in Deformational Plagiocephaly** 2010

- => Méthode de quantification 3D des déformations crâniennes
 - Echelle de gravité
 - Répercussion sur les structures internes : endocrâne (enveloppe du cerveau)

Le contexte

- Etude de l'état de l'art

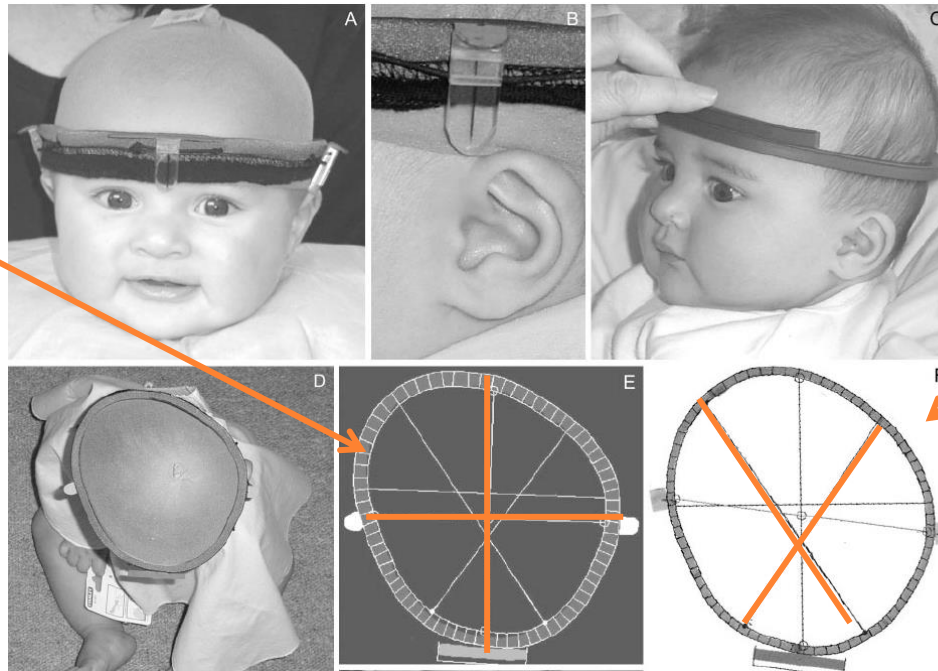
Hutchison BL, Hutchison LA, Thompson JM, Mitchell EA. Quantification of Plagiocephaly and Brachycephaly in Infants Using a Digital Photographic Technique, Cleft Palate Craniofac J. 2005 Sep;42(5):539-47.

Stéphanie Lanche, Tron A. Darvann, Hildur Olafsdottir, Nuno V. Hermann, Andrea E. Van Pelt, Daniel Govier, Marissa J. Tenenbaum, Sybill Naidoo, Per Larsen, Sven Kreiborg, Rasmus Larsen, and Alex A. Kane, A Statistical Model of Head Asymmetry in Infants with Deformational Plagiocephaly, Proceeding, 2007, Pages 898-907 ISBN: 978-3-540-73039-2

Le contexte

- **Hutchison BL, Hutchison LA, Thompson JM, Mitchell EA. Quantification of Plagiocephaly and Brachycephaly in Infants Using a Digital Photographic Technique 2005**
 - Etude sur 60 enfants

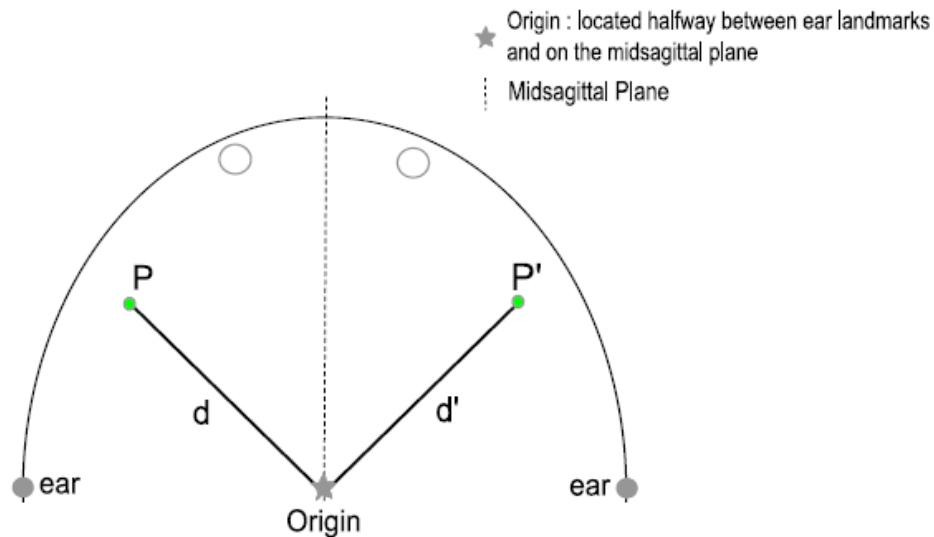
IC (index céphalique)



OCLR (ratio entre la plus grande longueur du crâne et la plus petite longueur du crâne)

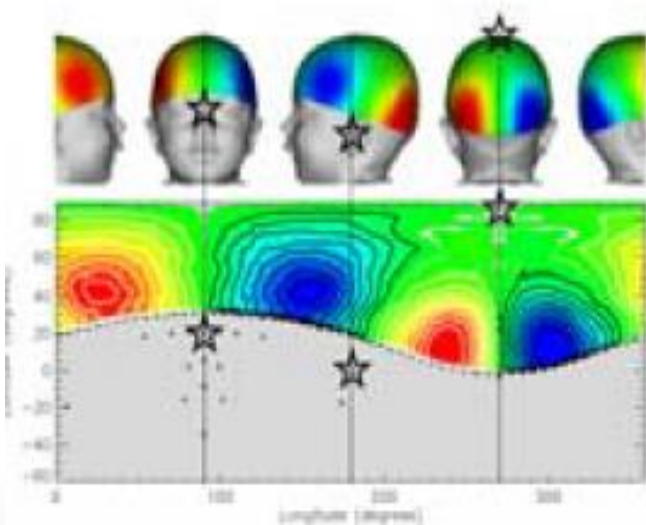
Le contexte

- ***Stéphanie Lanche et al, A Statistical Model of Head Asymmetry in Infants with Deformational Plagiocephaly 2007***
 - Evaluation et modélisation : 38 enfants atteints de déformations posturales

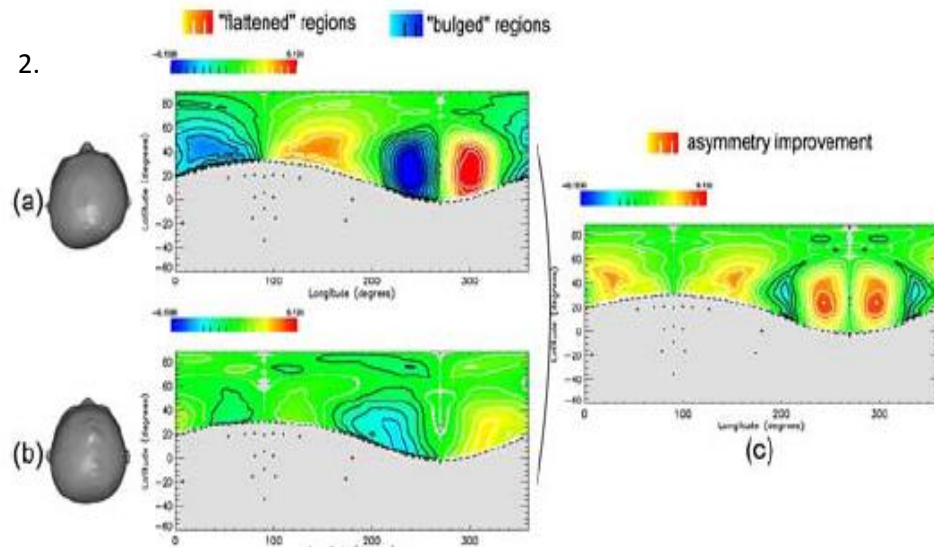


Le contexte

- ***Stéphanie Lanche et al, A Statistical Model of Head Asymmetry in Infants with Deformational Plagiocephaly 2007***
 - Evaluation et modélisation



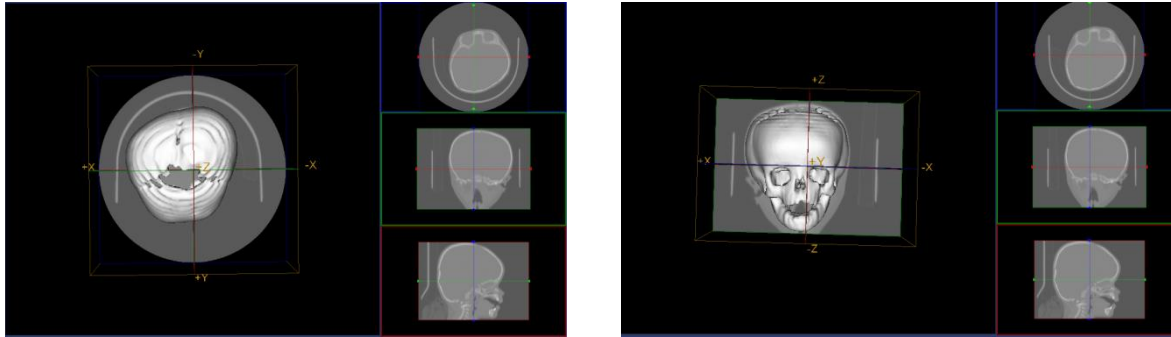
2.



- Aucune étude sur les structures internes

Etude quantitative

- Menée sur une grande base de données d'images scanner en 3D



- Crâne / Endocrâne (enveloppe osseuse du cerveau)
 - Segmentation
 - Symétrique
 - Calculs des distances
- Utilisation de plusieurs logiciels
 - Myrian, Endex, MeshLab, CloudCompare



La base de données

- Logiciel Myrian®
- Issue de la base du service de chirurgie plastique pédiatrique du CHRU Lapeyronie
- Référencée à l'APP n° IDDN11-300010-000
- Vérification de la base de données
- Base riche et variée
 - PFO
 - PO
 - BP
 - CSD
- 115 examens utilisés

	Filles	Garçons	Total
PFO	14	17	31
PO	16	9	25
BP	2	15	17
CSD	16	26	42
Total	48	67	115

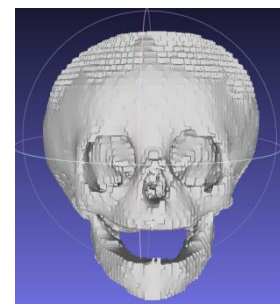
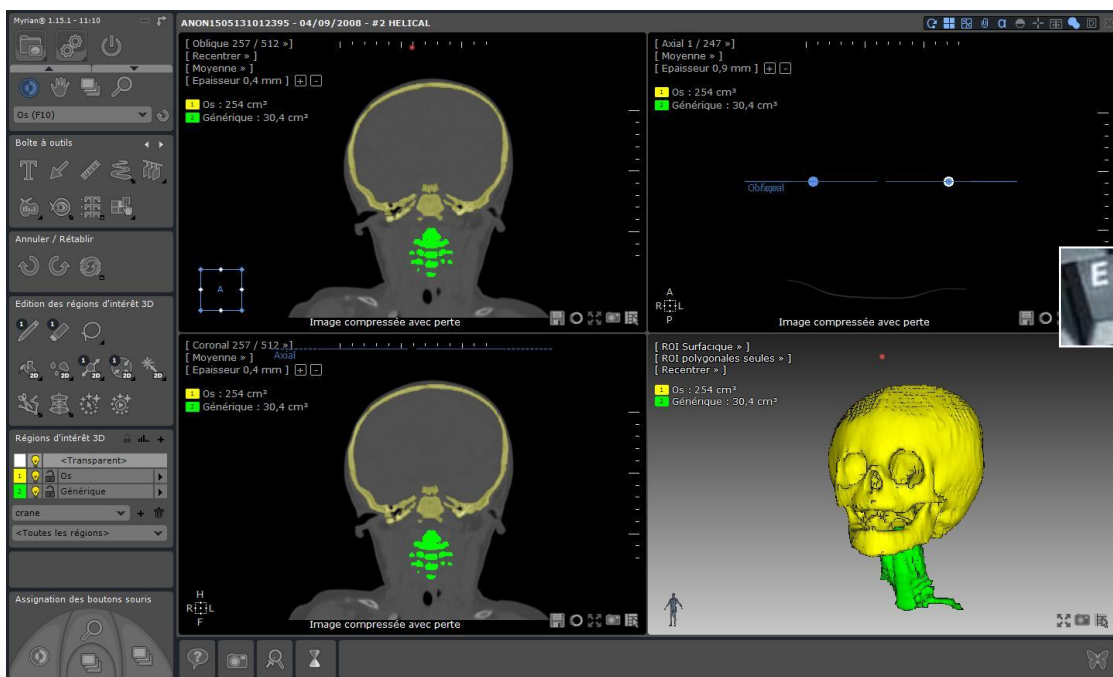
La méthode

- Création de la base de données
- Création de la surface 3D du crâne au format .obj pour chaque examen

Myrian®

1. Segmentation du crâne

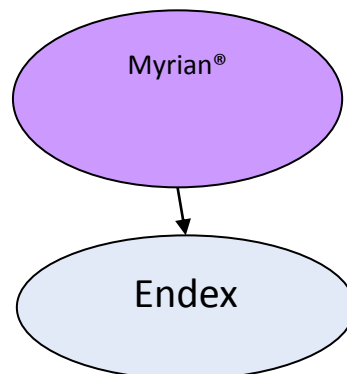
Segmentation par seuillage



La méthode

- Création de la base de données
- Création de la surface 3D du crâne au format .obj pour chaque examen

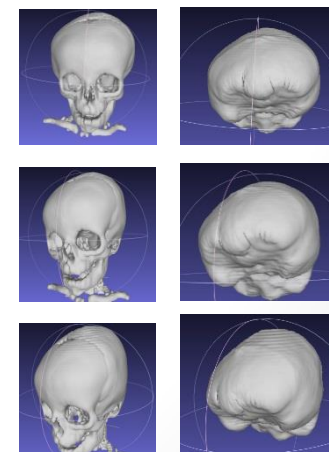
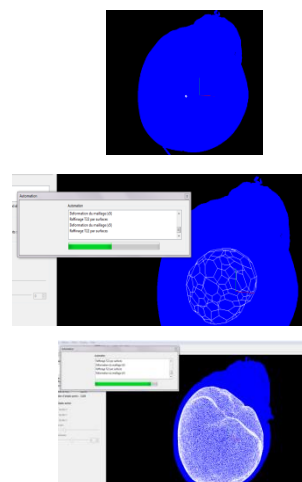
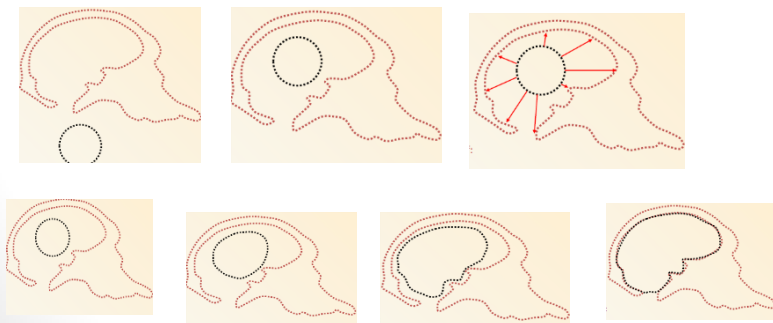
- Création de la surface 3D de l'endocrâne à partir de celle du crâne.



1. Segmentation du crâne

2. Segmentation de l'endocrâne

Segmentation par modèle déformable

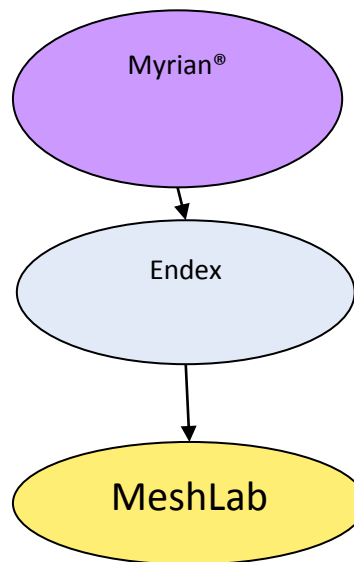


La méthode

- Création de la base de données
- Création de la surface 3D du crâne au format .obj pour chaque examen

- Création de la surface 3D de l'endocrâne à partir de celle du crâne.

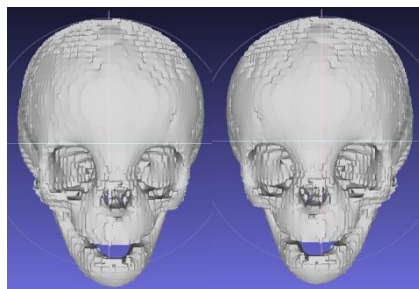
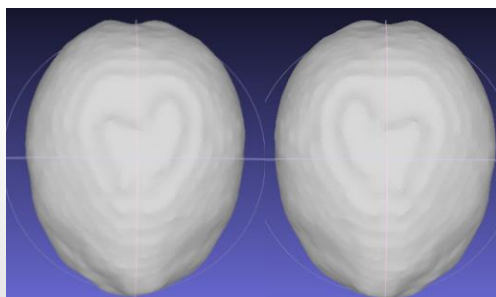
- Inversion de l'axe des x (suivant le plan Oyz) à partir de la surface 3D de l'endocrâne,
- Recalage rigide des deux surfaces.



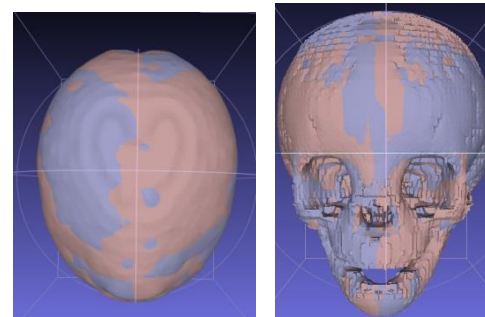
1. Segmentation du crâne

2. Segmentation de l'endocrâne

3. Création du symétrique suivant le plan sagittal médian



Recalage



Endocrâne/Crâne symétrique recalé



La méthode

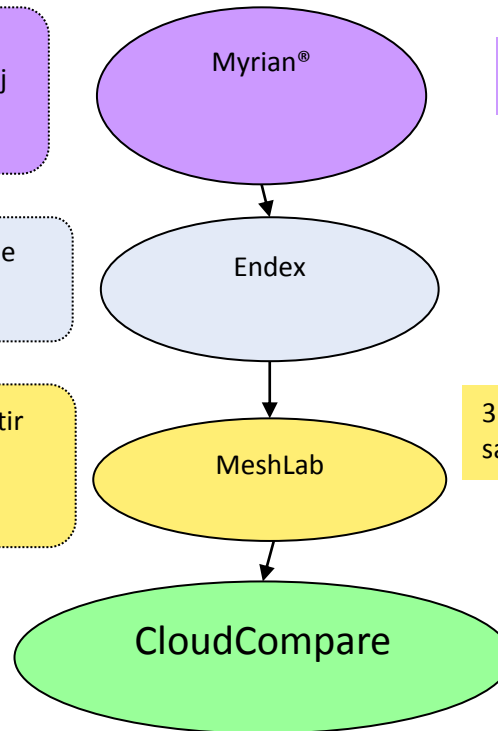
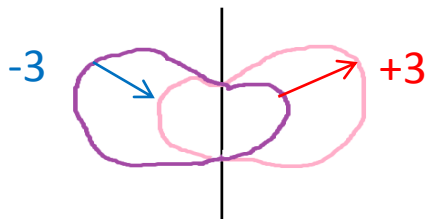
- Création de la base de données
- Création de la surface 3D du crâne au format .obj pour chaque examen

- Création de la surface 3D de l'endocrâne à partir de celle du crâne.

- Inversion de l'axe des x (suivant le plan Oyz) à partir de la surface 3D de l'endocrâne,
- Recalage rigide des deux surfaces.

- Calcul des écarts de distances entre la surface 3D et son symétrique.

 Structure
 Symétrique

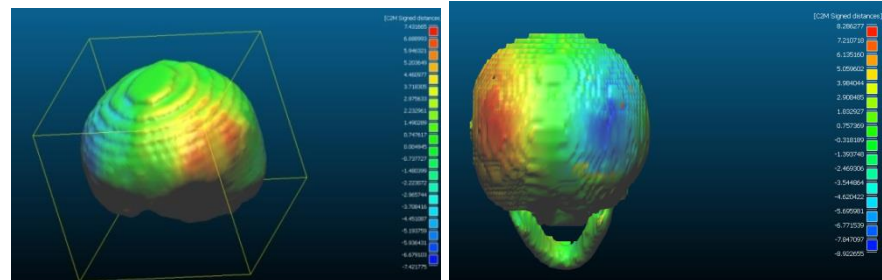


1. Segmentation du crâne

2. Segmentation de l'endocrâne

3. Création du symétrique suivant le plan sagittal médian

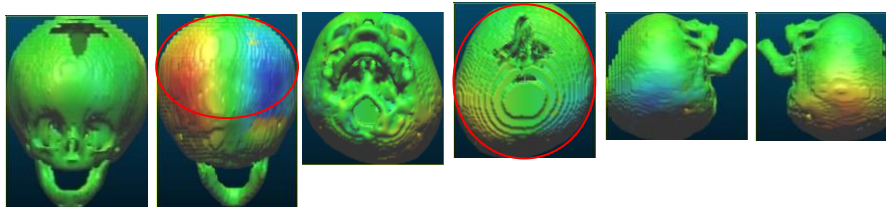
4. Création des cartes de dissymétrie



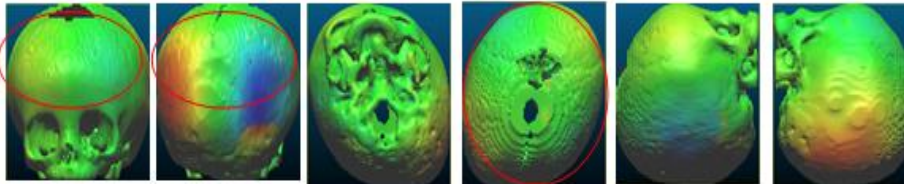
Les résultats

- 1. Définition d'un critère de gravité quantitatif

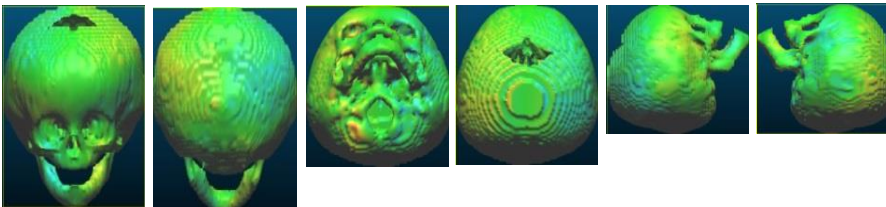
PO



PFO



BP



- Classification quantitative : amplitude des cartes de dissymétrie

ID	Amplitude	Classement
ANON1704130906391	12,121729	1
ANON15051311124113	12,550239	2
ANON16051309561512	14,319354	3
ANON14051316222816	15,631316	4
ANON15051316383718	16,826399	5
ANON1505131431235	17,149648	6
ANON1605130920575	18,400763	7
ANON1605131116028	20,701578	8
ANON16051311300911	22,168488	9
ANON1704130859474	22,359295	10
ANON15051311013912	24,105012	11
ANON16051309595913	25,210857	12
ANON1605130906044	25,542903	13
ANON1605131105467	26,197056	14
ANON1505131526169	29,305520	15
ANON15051311562920	29,904409	16
ANON15051312020921	33,590241	17
ANON15051309523011	34,068000	18
ANON02081120071539	36,823266	19
ANON1605130925156	37,273974	20
ANON1605130837340	37,458420	21
ANON1505130955512	38,367025	22
ANON1605130847441	39,181657	23
ANON1605131042074	41,062082	24
ANON02081120050910	47,370875	25

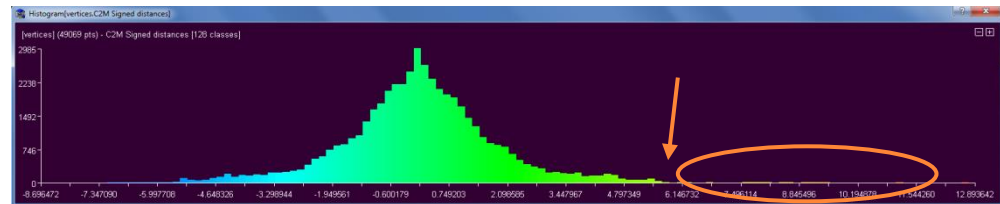
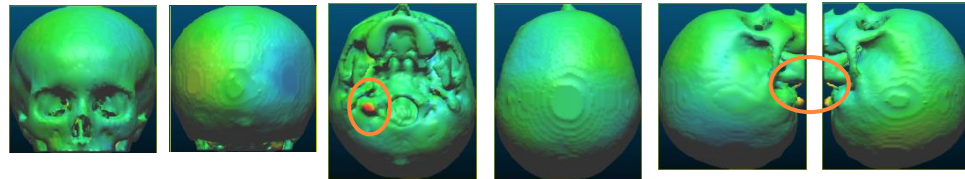
ID	Amplitude	Classement
ANON26031311534412	12,015505	1
ANON22044131520563	12,045724	2
ANON1905131024225	12,676718	3
ANON0208112004579	12,844333	4
ANON1605131025321	13,359270	5
ANON15051312081023	13,953699	6
ANON02081120084857	14,073175	7
ANON1505131514498	16,264200	8
ANON02081120091863	24,097529	9
ANON2204131458900	25,944885	10
ANON1605130935157	26,053832	11
ANON02081120061926	26,522004	12
ANON0208112004294	28,923738	13
ANON1405131555509	32,381297	14
ANON16051311260710	32,882884	15
ANON1505131421053	35,958115	16
ANON1505130948051	38,827516	17
ANON15051316183515	40,443354	18
ANON15051311270314	41,226322	19
ANON2204131513542	42,440809	20
ANON16051309485510	42,899445	21
ANON1505131025417	43,810117	22
ANON1605131054145	44,004798	23
ANON15051316102114	47,394400	24
ANON1505131019576	50,622455	25
ANON1605130945229	50,982000	26
ANON02081120061223	52,013871	27
ANON02081120061223	52,013871	27
ANON1605131019576	50,622455	25
ANON1605131019576	50,622455	25
ANON02081120053714	60,638847	30
ANON2304131518070	73,716136	31

ID	Amplitude	Classement
ANON1704130858001	9,334085	1
ANON02081120095871	9,578562	2
ANON15051315354910	11,042709	3
ANON1605130942178	12,501036	4
ANON0208112004496	14,8735579	5
ANON1505131418072	15,154042	6
ANON1505131449376	17,179841	7
ANON1605131032072	19,625392	8
ANON15051311503519	20,269064	9
ANON02081120060520	21,938537	10
ANON02081120065736	23,573606	11
ANON1505131425464	24,650491	12
ANON1605131121359	25,553433	13
ANON1605131037073	26,303101	14
ANON1505131012395	26,390558	15
ANON02081120092968	26,46719	16
ANON1505131029398	55,439331	17

Les résultats

- **1. Définition d'un critère de gravité quantitatif**
 - **Classification quantitative** : Quelques problèmes

- Points aberrants



- Normalisation des données : ratio de la distance et de la racine cubique du volume de l'endocrâne.

Les résultats

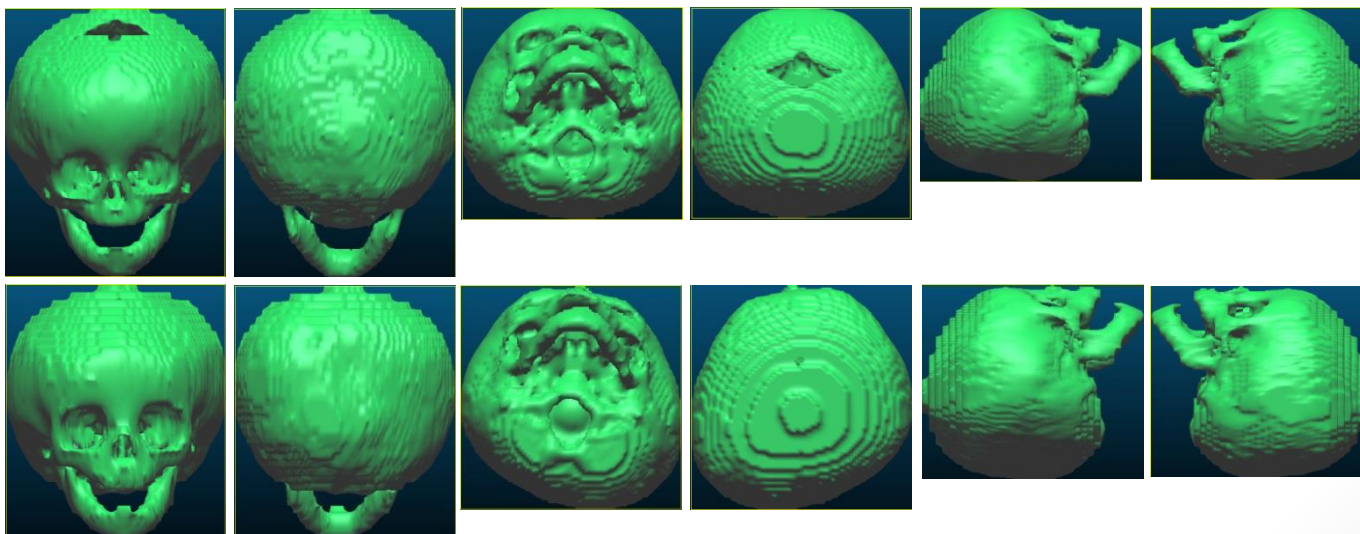
- **1. Définition d'un critère de gravité quantitatif**
 - **Classification qualitative** : segmentation des crânes
 - 56 % pour les déformations PO
 - 67 % pour les déformations PFO
 - 42 % pour les déformations BP

PO

ID	age	Amplitudes	Classement Q	Classement V	Différence
ANON1505131431235	0,9	17,149648	6	8	2
ANON1505131526169	0,7	29,305510	15	10	5
ANON1605130837340	0,8	37,458420	21	11	10
ANON1605130906044	0,7	25,542903	13	15	2
ANON1605130920575	0,8	18,400763	7	7	0
ANON1605130925156	0,7	37,273974	20	25	5
ANON1605131042074	0,8	41,062082	24	20	4
ANON1605131105467	0,8	26,197056	14	19	5
ANON1704130859474	0,4	22,359295	10	22	12
ANON02081120050910	0,8	47,370875	25	24	1
ANON02081120071539	0,6	36,823266	19	17	19
ANON14051316222816	1,8	15,631316	4	4	0
ANON15051311013912	0,5	24,105012	11	16	5
ANON15051311124113	0,4	12,550239	2	1	1
ANON15051311562920	1,3	28,961409	16	21	5
ANON15051312020921	1	33,590241	17	14	3
ANON15051316383718	0,7	16,826399	5	5	0
ANON16051309523011	0,6	34,068030	18	13	5
ANON16051309561512	1,4	14,319854	3	2	1
ANON16051309595913	1,1	25,210857	12	12	0
ANON16051311300911	0,7	22,168488	9	9	0
ANON17041309063911	0,6	12,121729	1	3	2
ANON1505130955512	1,3	38,367025	22	23	1
ANON1605130847441	0,6	39,181657	23	18	5
ANON1605131116028	0,4	20,701578	8	6	2
					56

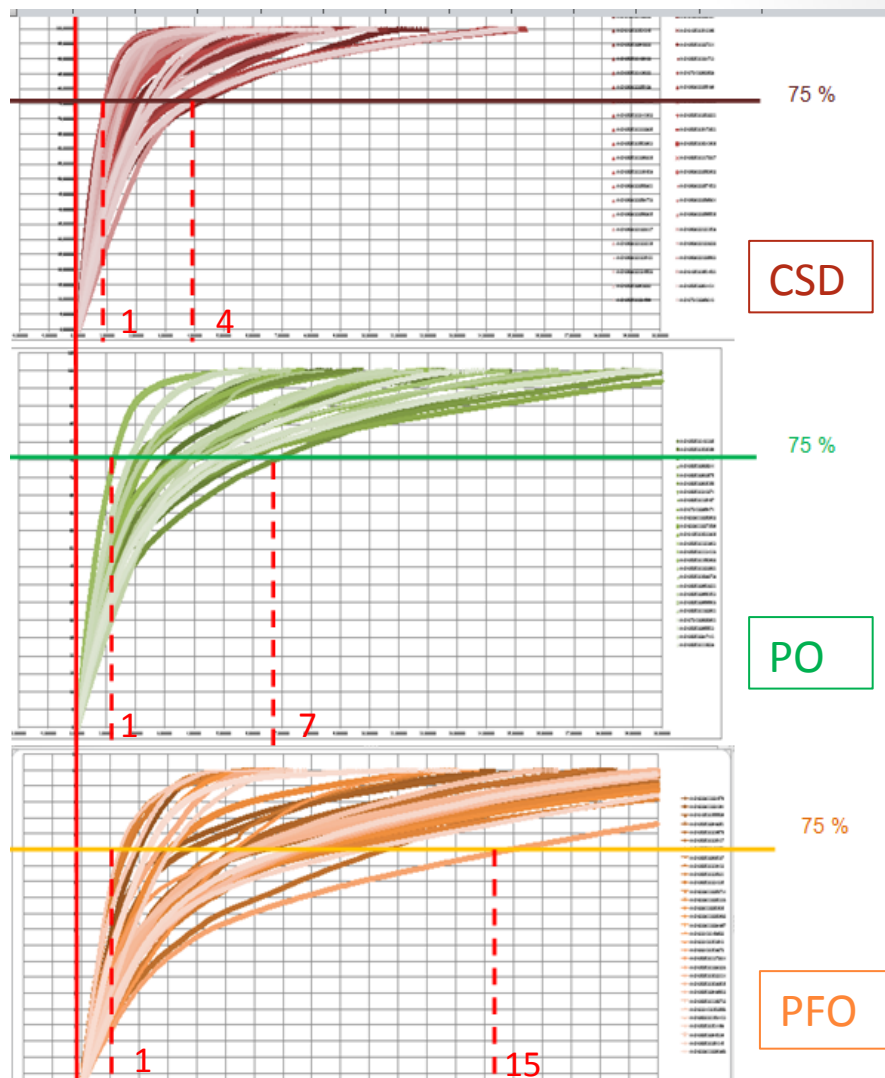
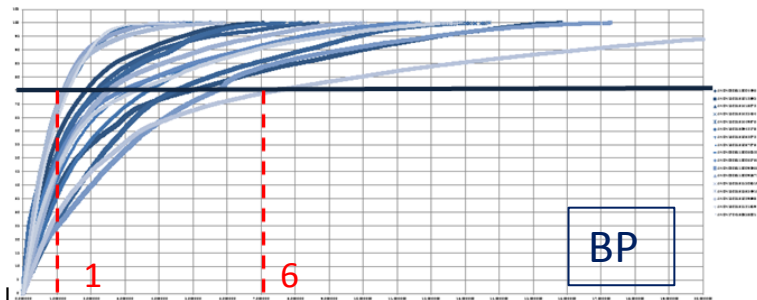
Les résultats

- **1. Définition d'un critère de gravité quantitatif**
 - **Classification qualitative** : segmentation des crânes
 - 56 % pour les déformations PO
 - 67 % pour les déformations PFO
 - 42 % pour les déformations BP



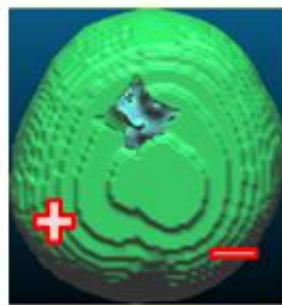
Les résultats

- **2. Classification automatique**
 - Courbes des pourcentages des points en fonction des distances

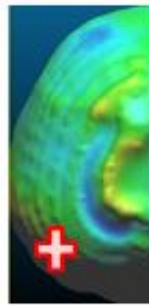


Les résultats

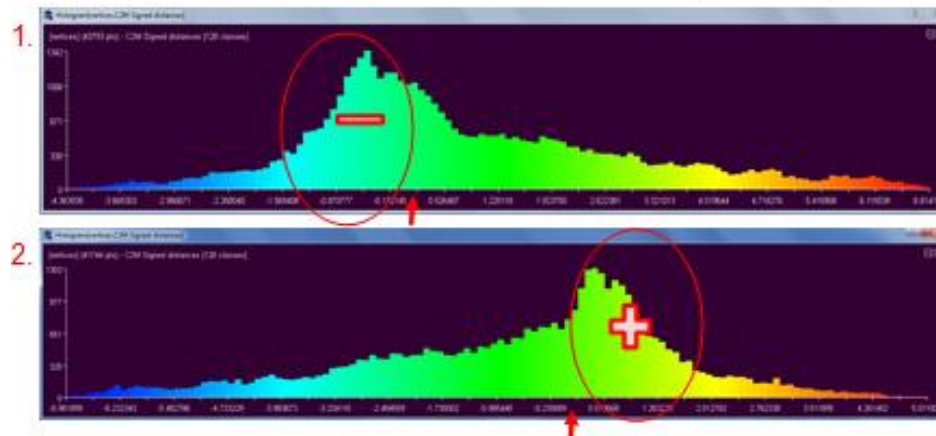
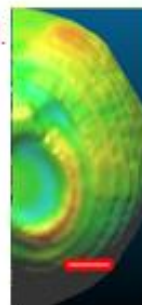
- **2. Classification automatique**
 - Détermination du type de la déformation à partir des cartes de distances



1.



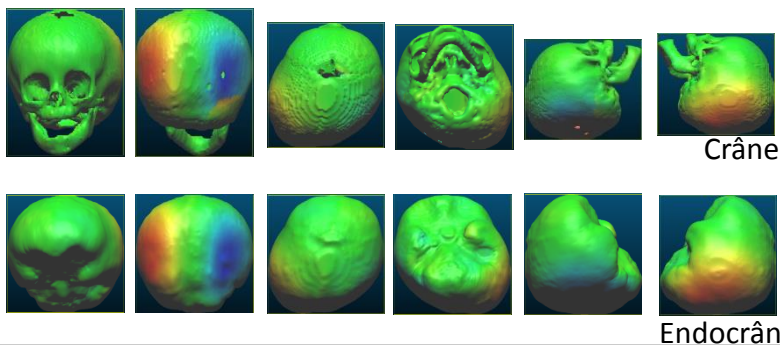
2.



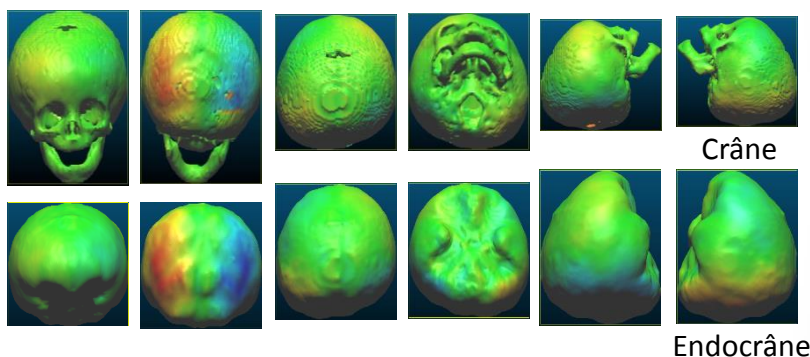
Les résultats

- **3. Répercussions sur les structures internes**
 - Comparaison des cartes de dissymétrie (crâne/endocrâne)

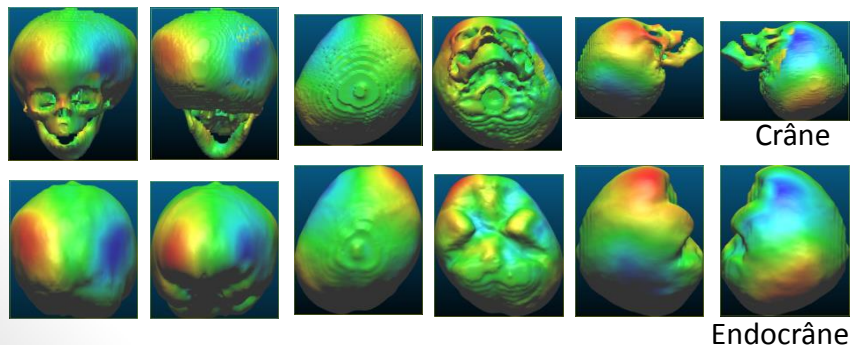
PO



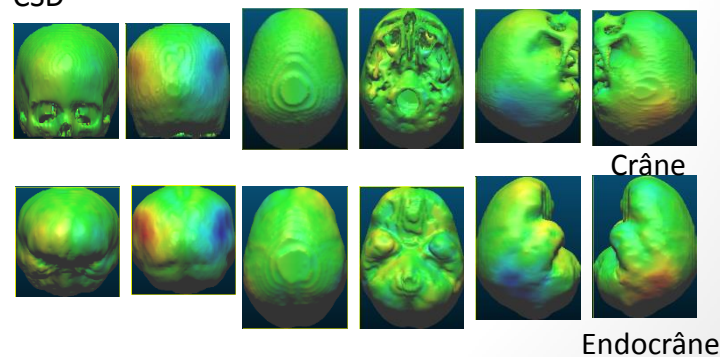
BP



PFO



CSD



Discussions et perspectives

- La méthodologie
 - Le plan de symétrie
 - La détection des points aberrants
 - Le calcul des amplitudes
- Etude statistique : à partir de quand le crâne est considéré comme déformé ?
- Pour aller plus loin
 - Quantification des endocrânes
 - Corrélation avec le cerveau
 - Etude de la localisation

Conclusion

- Recherche de critères de gravité quantitatifs
 - Mieux comprendre et mieux classer les déformations posturales
- Grande base de données : manipulation et traitement d'images scanner en trois dimensions
- Milieu hospitalier et données cliniques
- Collaboration avec support techniques de Myrian[®]
- Formation d'un stagiaire M1 sur la méthodologie
- Poster aux Journées Ouvertes en Biologie, Informatique et Mathématiques

Merci de votre attention

