

Analyse morphométrique 3D de l'encéphale dans les déformations sans synostose du crâne

Auteur : Adrien Galeron

Encadrants : Guillaume Captier, CHRU Lapeyronie, UM1

Gérard Subsol, LIRMM, UM2

Pathologie

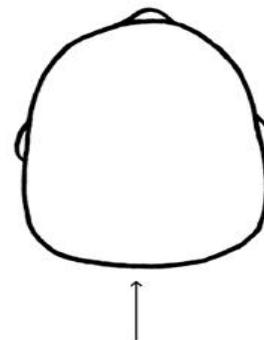
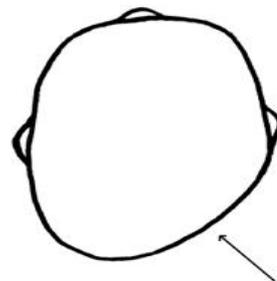
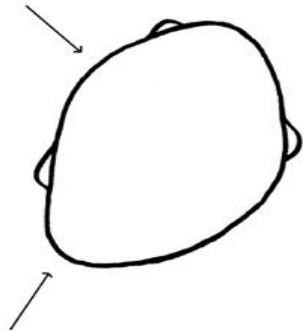
Déformations crâniennes sans synostoses



Plagiocéphalie fronto-occipitale

Plagiocéphalie occipitale

Platycéphalie



[Captier et al.,2002]

[Argenta et al.,2002]

Problématique

- Répercussions psychomotrices?

[Siatkowski et al.,2005] [Collett et al.,2011]

[Collett et al.,2012]

➡ Rôle de la compression cérébrale?

➡ Rôle du LCS dans la physiopathologie?

- **Besoin d'un outil de mesure 3D, quantitatif et objectif**

Données

- Base d'images **TDM**(CT + IRM)



Vue 3D du même examen CT

- **28 PO ; 33 PFO ; 18 BP ; 60 SAINS** (contrôles)

Objectifs du stage

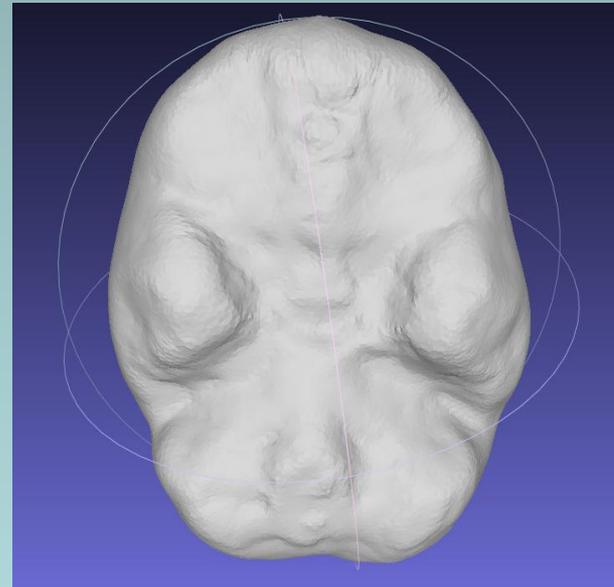
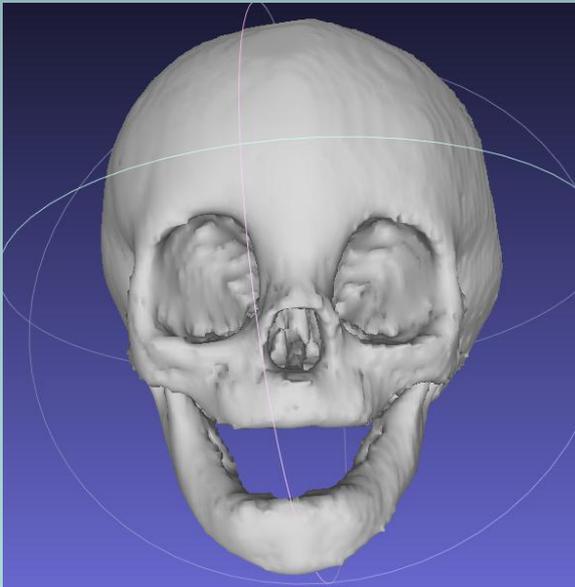
Pour chaque examen CT :

- 1) **Segmentation** 3D du crâne, de l'endocrâne, de l'encéphale et du LCS
- 2) Analyse du **volume** de chacune des structures
- 3) Analyses des **déformations 3D**

 **Comprendre les mécanismes de répartition des structures cérébrales chez les enfants atteints**

Segmentation 3D du crâne et de l'endocrâne

- Crânes et endocrânes (maillages 3D)
[M. Solinhac, G. Captier, G. Subsol., 2013]



Segmentation 3D de l'encéphale

- **Méthode de segmentation 3D [Gupta et al.,2010]:**

1 – **Seuillage**

2 – **Érosion (s)** 3D de l'image

3 - Recherche de **composantes connexes** (la plus grosse)

4 - **Dilatation (s)** 3D de l'image

5 - Si il y a des trous : fermeture par **Dilatation** puis **érosion**

Segmentation 3D de l'encéphale

- Etape 1 : **Seuillage** d'intensité (manuel):



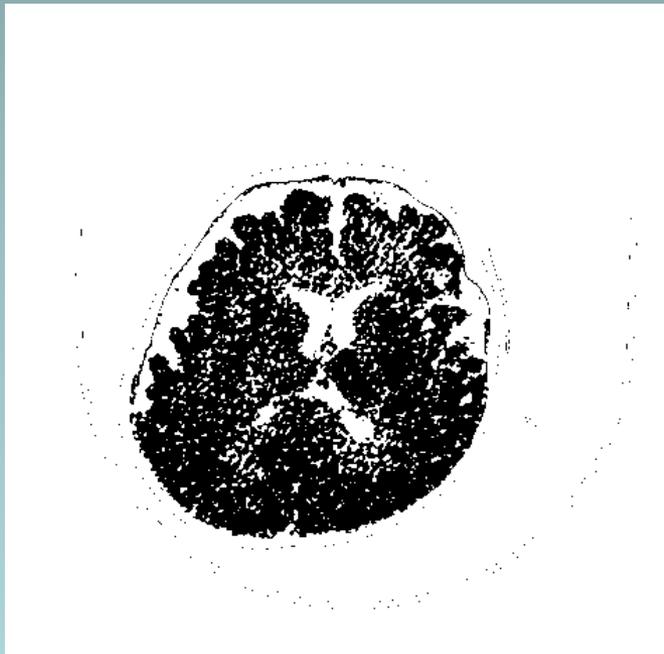
Coupe 166/239



Coupe 166/239

Segmentation 3D de l'encéphale

- **Etape 2: Erosion 3D** (élimination de structures fines + séparation des petits ponts) :



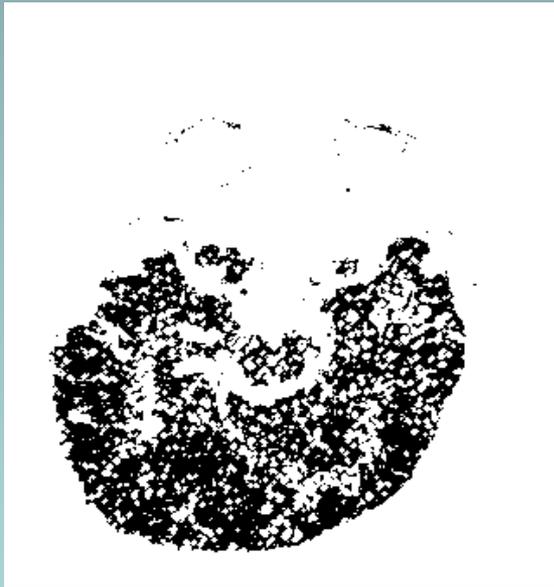
Coupe 166/239



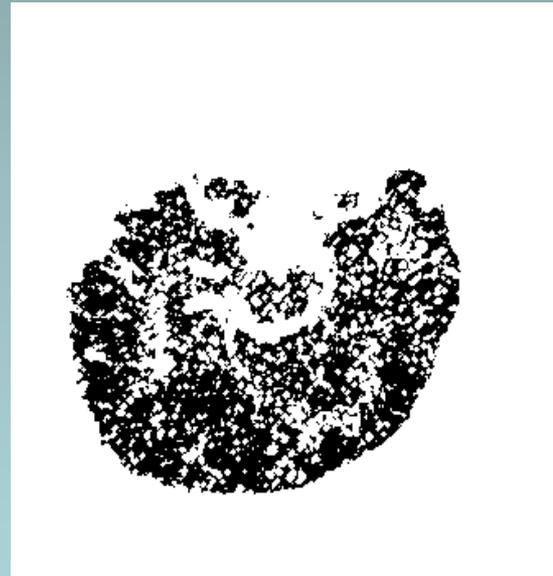
Coupe 166/239

Segmentation 3D de l'encéphale

- Etape 3 : Recherche de **composantes connexes 3D** (la plus grosse):



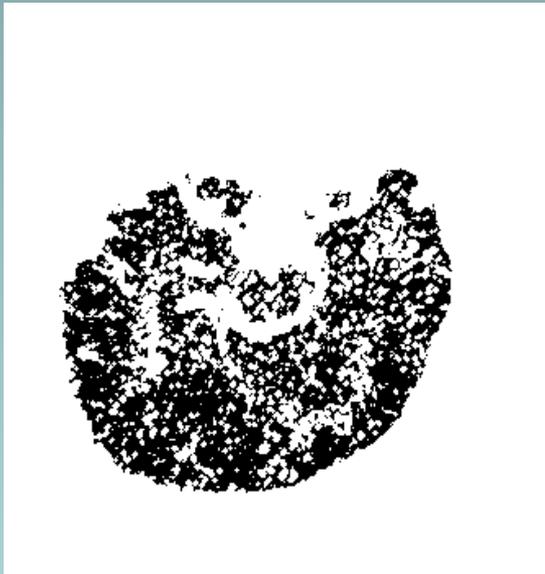
Coupe 135/239



Coupe 135/239

Segmentation 3D de l'encéphale

- Etape 4: Dilatation 3D:



Coupe 135/239



Coupe 135/239

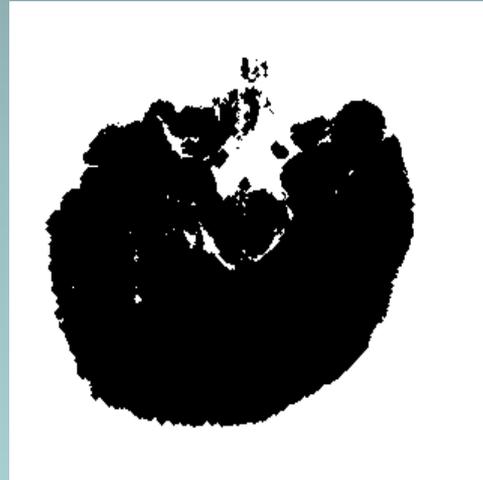
Segmentation 3D de l'encéphale

- Etape 5: Fermeture : Dilatation puis érosion :

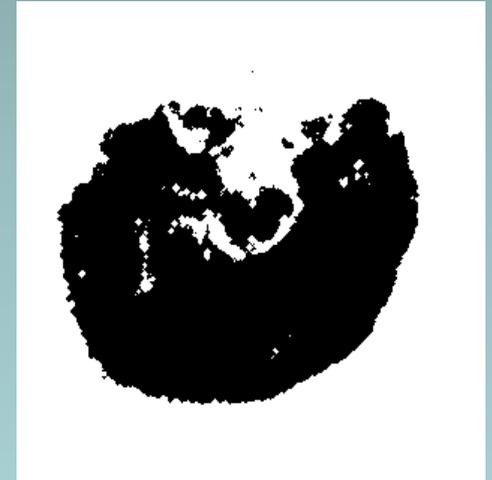
Sur l'examen en exemple : Dilatation (x2) (milieu) puis érosion (x2) (droite)



Coupe 135/239



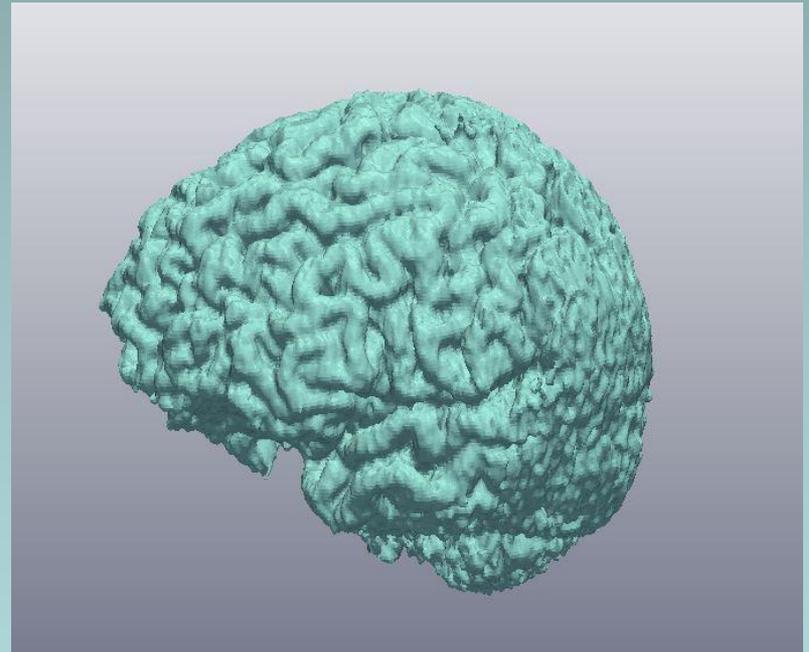
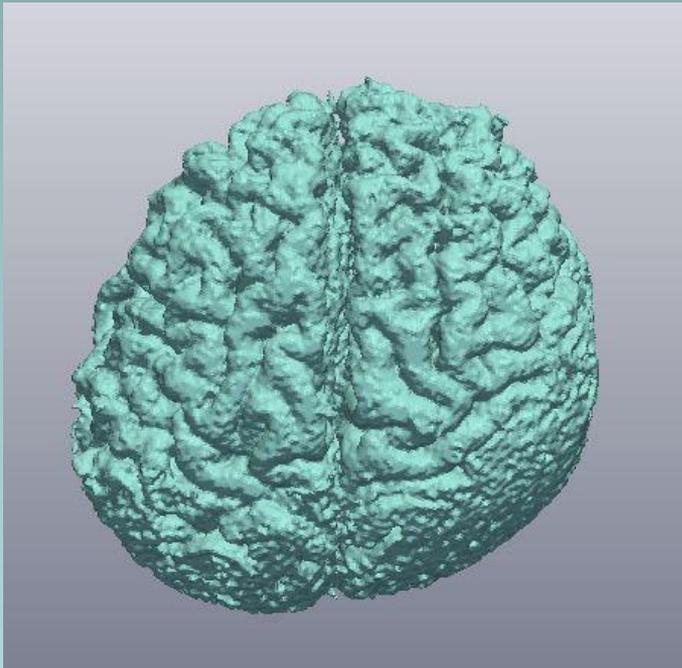
Coupe 135/239



Coupe 135/239

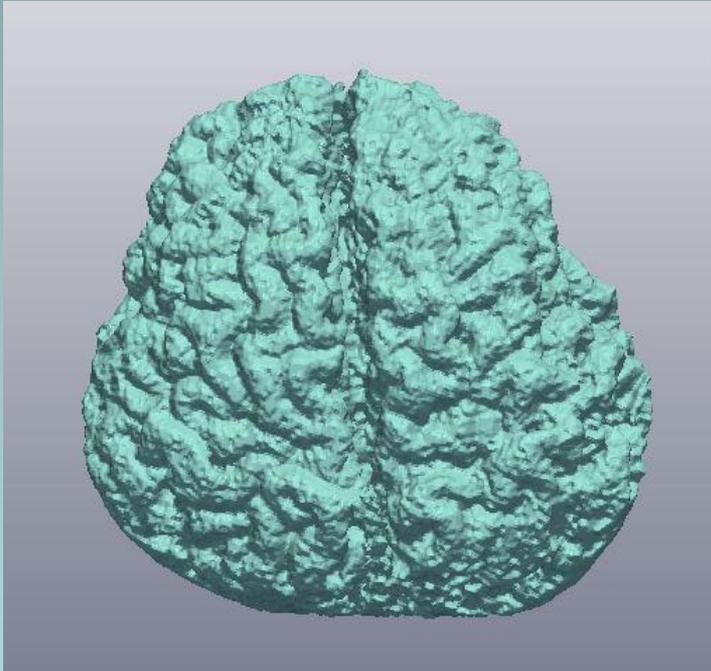
Segmentation 3D de l'encéphale

- **Visualisation 3D de l'encéphale:**
 - **Encéphale d'un nourrisson âgé de 6 mois et atteint d'une PFO**

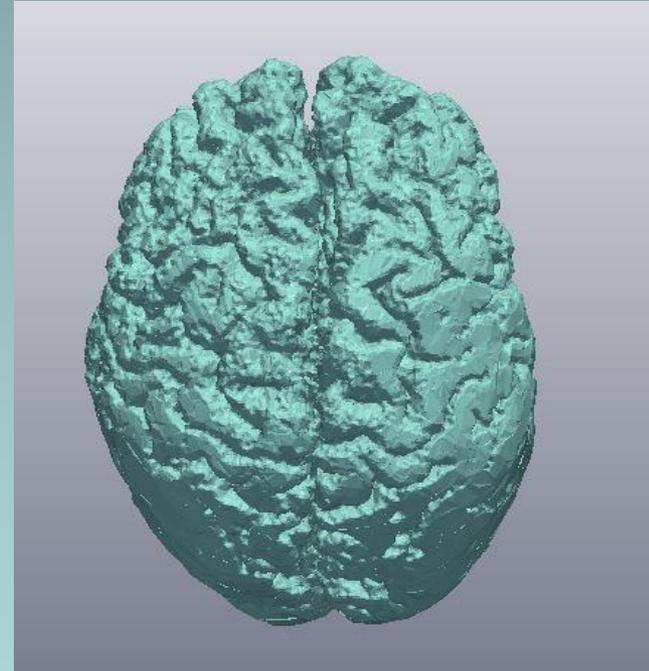


Segmentation 3D de l'encéphale

Encéphale d'un nourrisson âgé de 5,5 mois
et atteint d'une **BP**

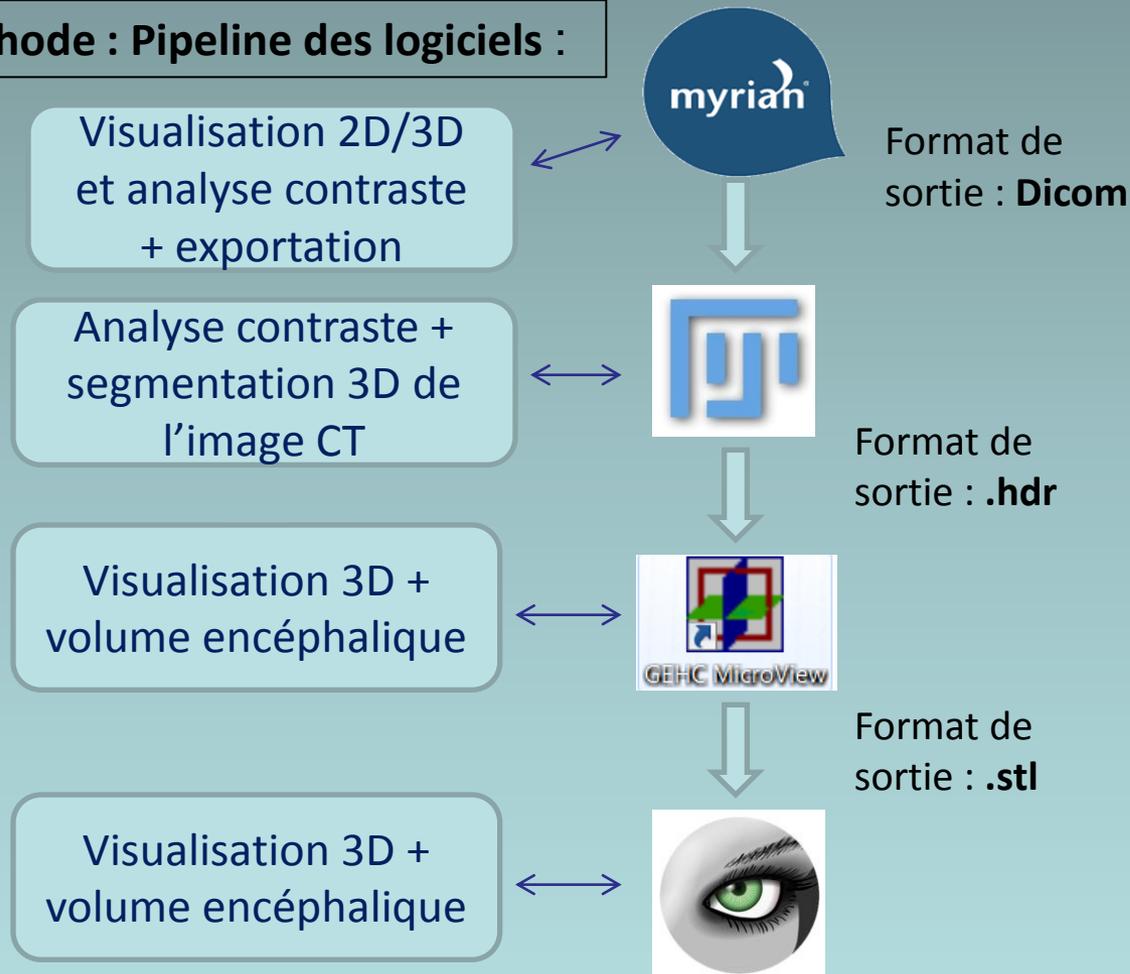


Encéphale d'un examen « **sain** »



Segmentation 3D de l'encéphale

Méthode : Pipeline des logiciels :

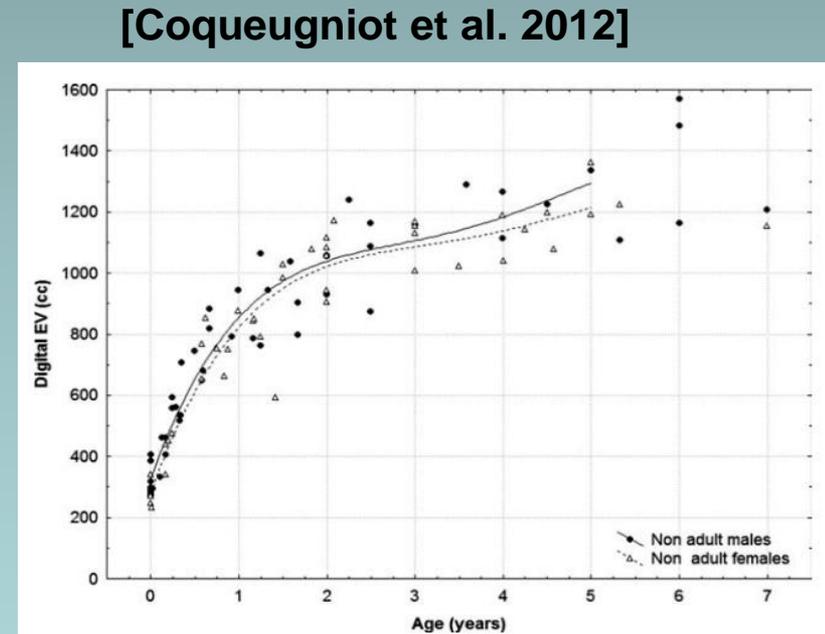
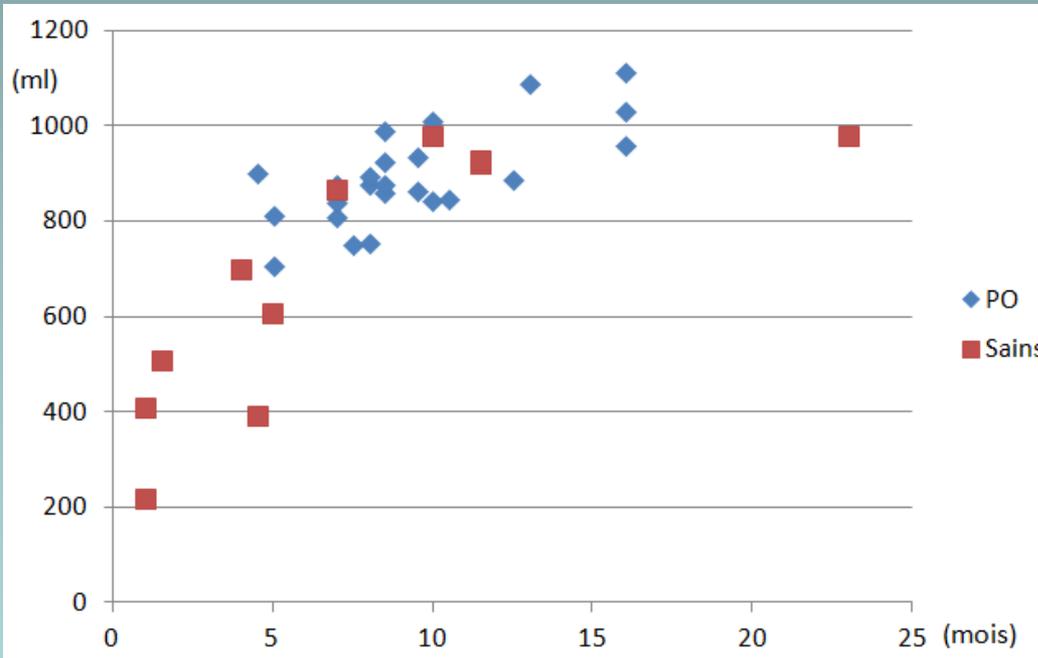


Analyse

- Méthode appliquée sur **tous** les **examens**
- Adaptée selon le **contraste** de l'image
- Choix des images CT selon la **qualité** de la segmentation
 - ➔ Surfaces (**maillages 3D**)
 - ➔ Calcul des **volumes**

Analyse du volume endocrânien

Volume endocrânien (en cm³) en fonction de l'âge (en mois) chez des nourrissons atteints de PO (24 PO et 11 Sains)

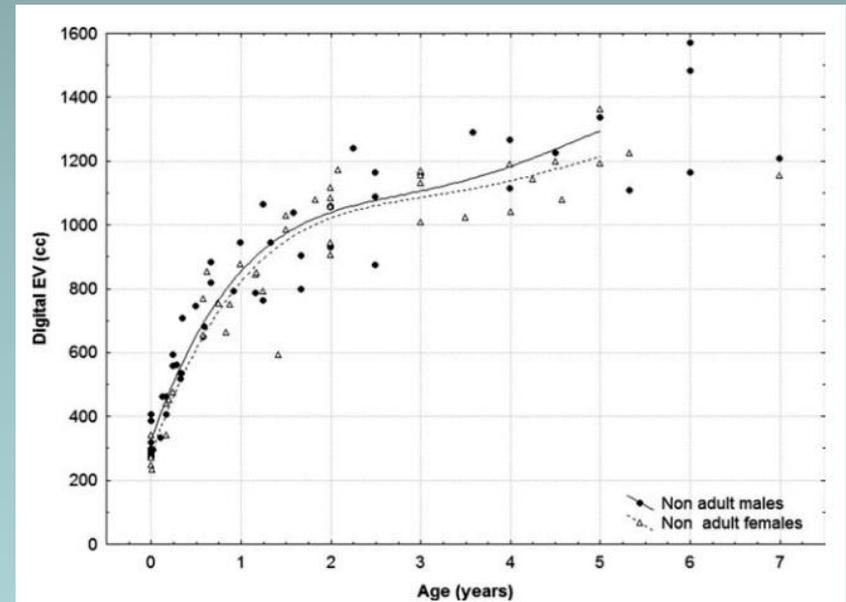
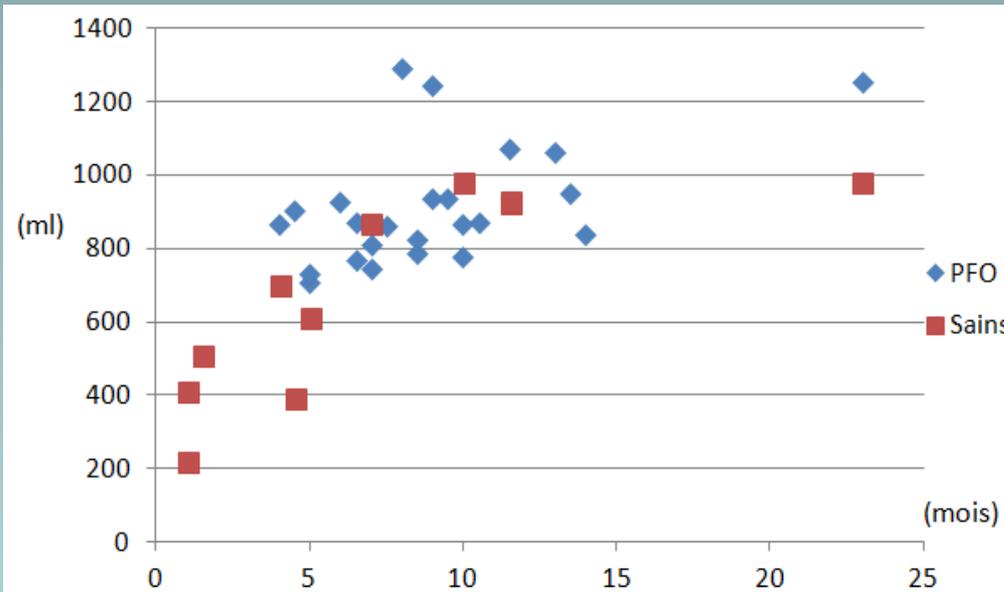


➔ Volumes endocrâniens **équivalents** entre les **PO** et les **sains** ?

Analyse du volume endocrânien

Volume endocrânien en fonction de l'âge chez des nourrissons atteints de PFO (24 PFO et 11 Sains)

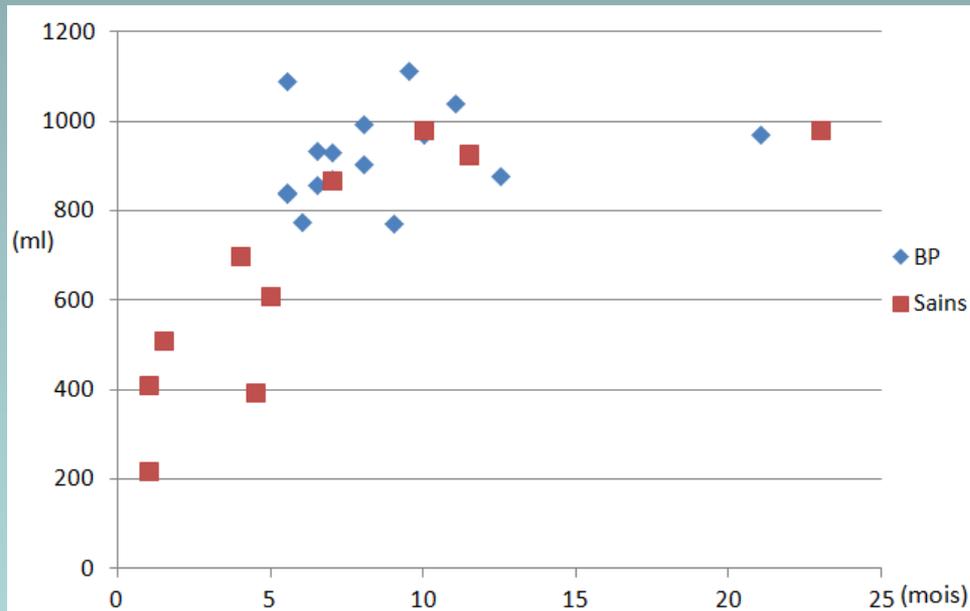
[Coqueugniot et al. 2012]



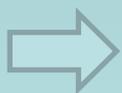
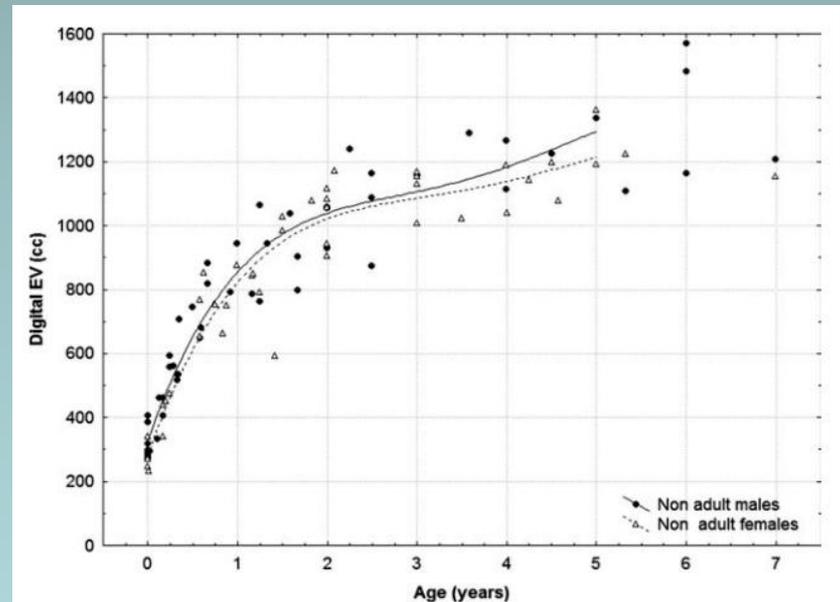
⇒ Volumes endocrâniens **supérieurs** pour les **PFO**?

Analyse du volume endocrânien

Volume endocrânien en fonction de l'âge chez des nourrissons atteints de BP (16 BP et 11 sains)



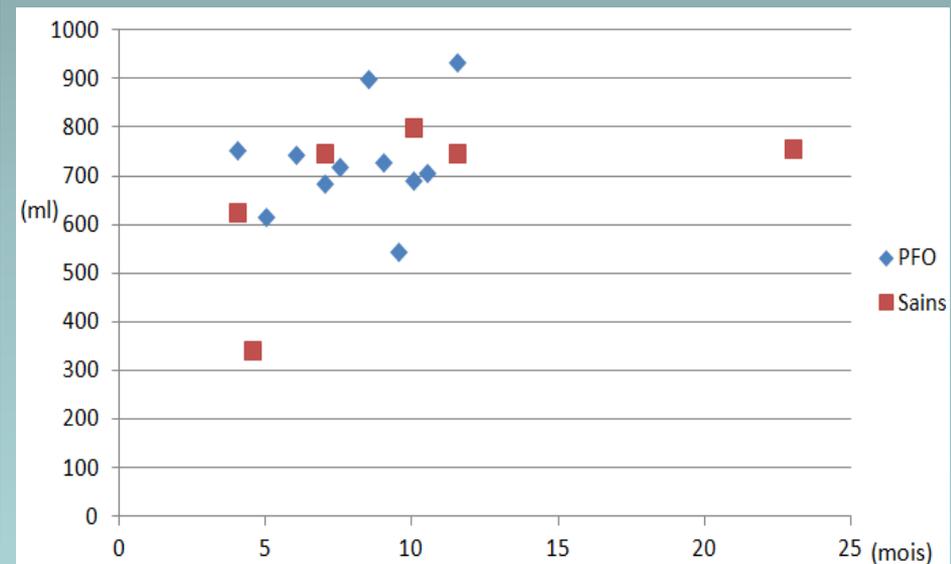
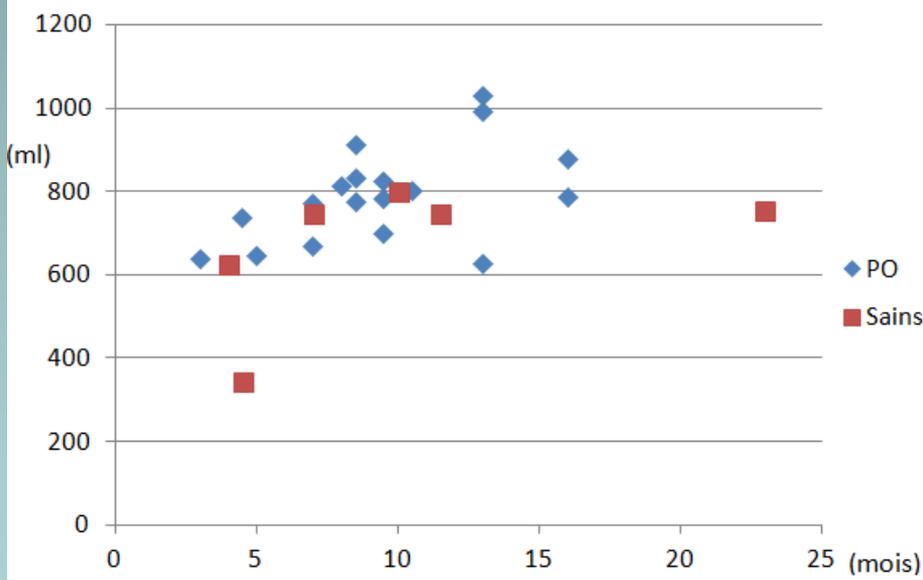
[Coqueugniot et al.,2012]



Volumes endocrâniens **supérieurs** pour les **BP**?

Analyse du volume encéphalique

Volume encéphalique (en cm³) en fonction de l'âge (en mois) chez des enfants atteints de PO (à gauche) et de PFO (à droite)

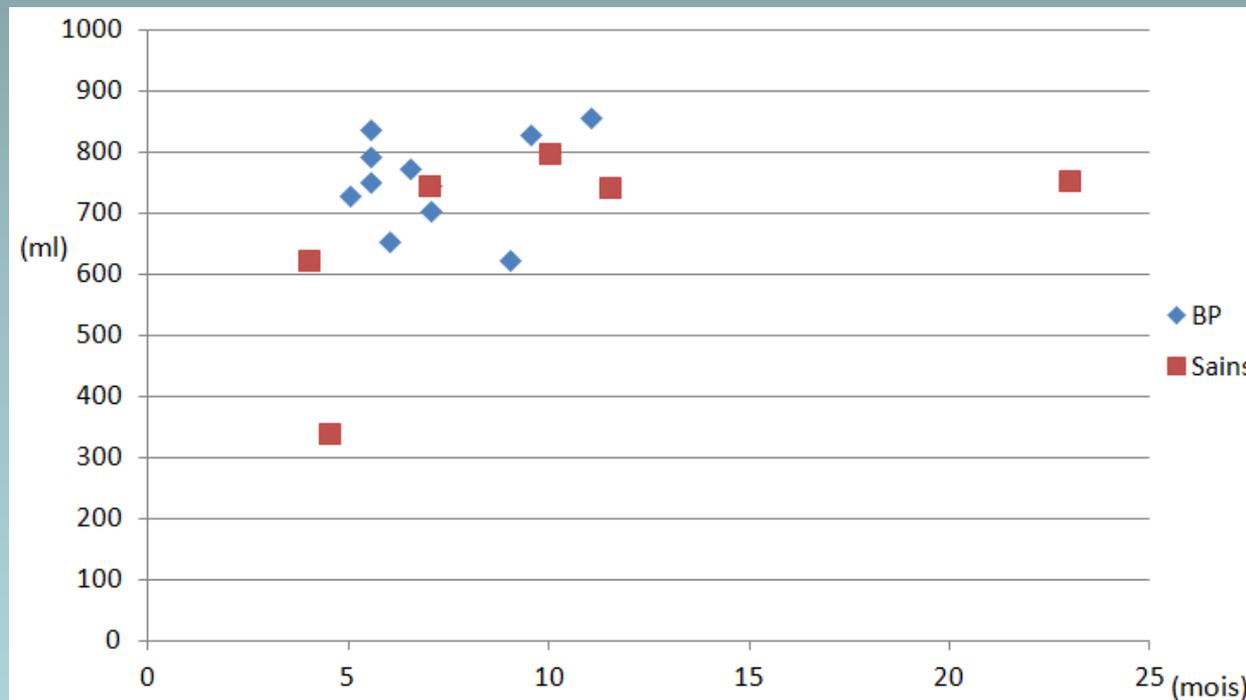


Volumes encéphaliques **équivalents**
entre les **PO** et **sains** ?

Volumes encéphaliques **équivalents**
entre **PFO** et **sains** ?

Analyse du volume encéphalique

Volume encéphalique (en cm³) en fonction de l'âge (en mois) chez des enfants atteints de BP



⇒ Volumes encéphaliques **équivalents** entre les **BP** et **sains** ?

Analyse du volume de LCS

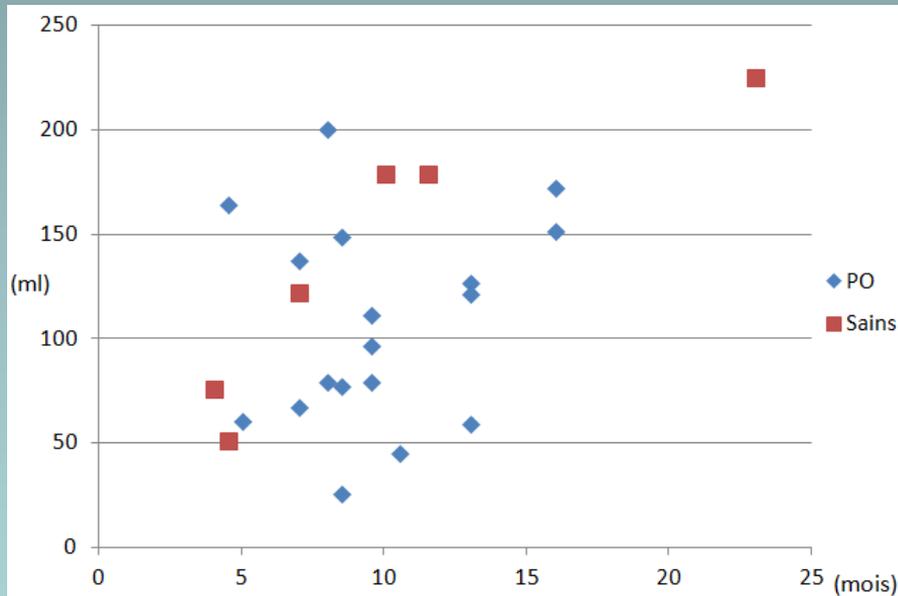
- **Quantification** du LCS [Sawin et al.,1996]:

- **Volume** endocrânien – **Volume** encéphalique
= **Volume** LCS

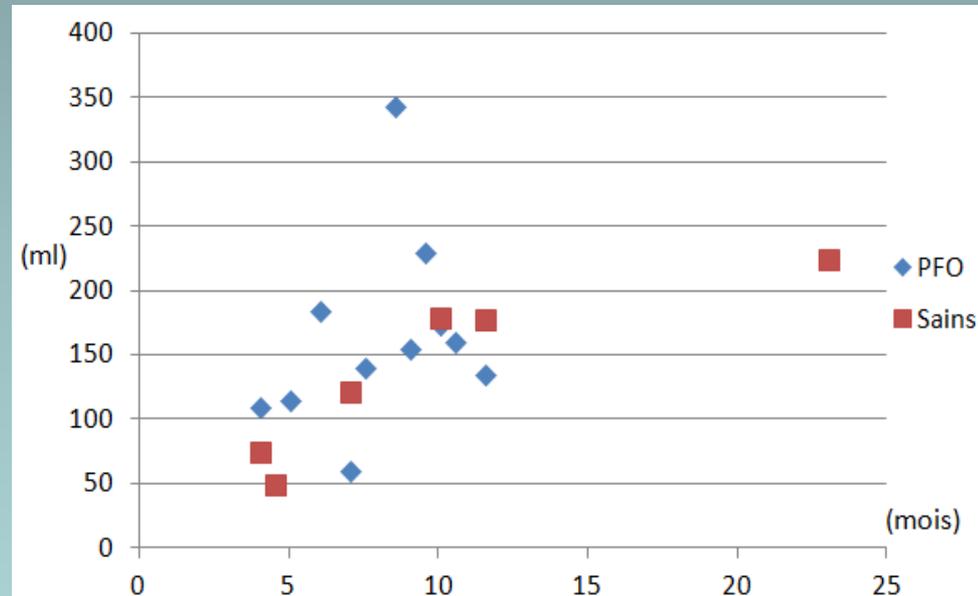
- 18 PO
- 11 PFO
- 11 BP
- 6 Sains (contrôles)

Analyse du volume de LCS

Volume de LCS (en ml) en fonction de l'âge (en mois) chez des nourrissons atteints de PO (à gauche) et de PFO (à droite)



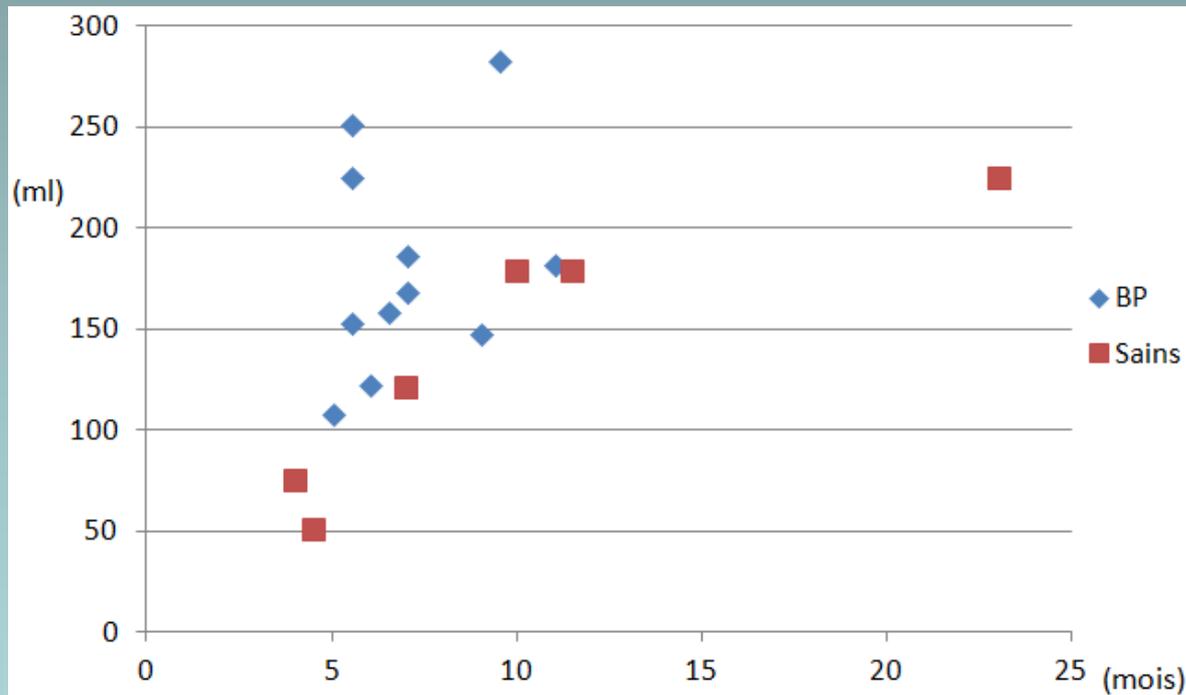
Volumes de LCS inférieurs
chez les **PO**?



Volumes de LCS équivalents
entre les **PFO** et les **sains**?

Analyse du volume de LCS

Volume de LCS (en ml) en fonction de l'âge (en mois) chez des nourrissons atteints de BP



⇒ Volumes de LCS **supérieurs** pour les **BP** ?

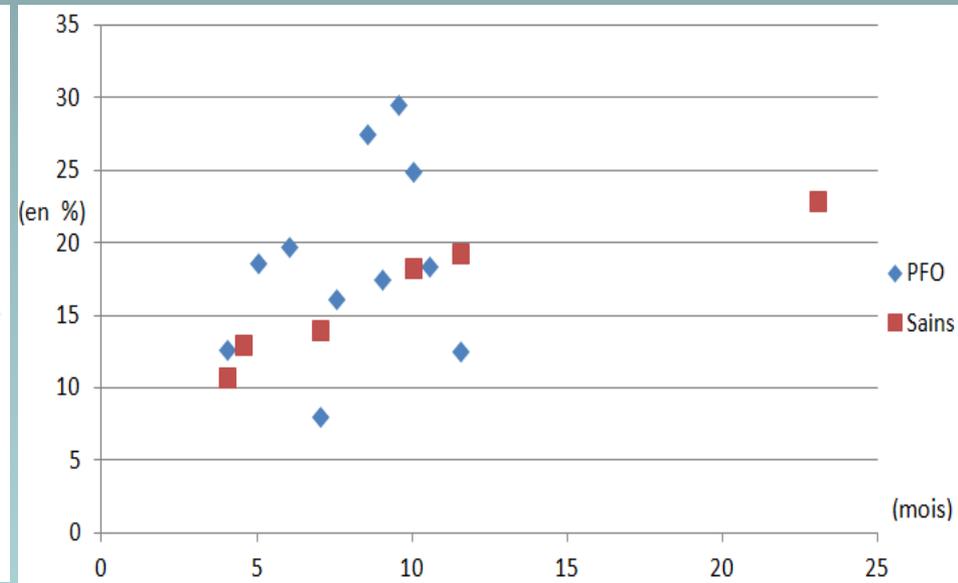
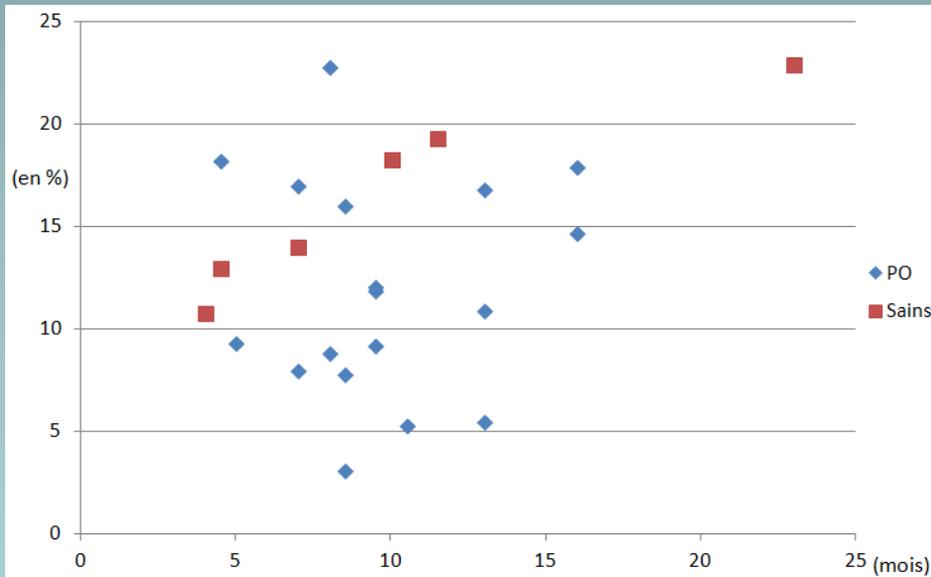
Analyse du volume de LCS

- Encéphales segmentés et quantifiés
- LCS quantifiés
- Problème de taille relative des enfants lors de la comparaison des volumes entre examens
- **Calcul d'un ratio:**
 - Volume LCS / Volume endocrânien

permet de mieux comparer et d'évaluer les différences ou similitudes entre les valeurs

Analyse du volume de LCS

Ratio LCS/endocrâne (en %) en fonction de l'âge (en mois) chez des nourrissons atteints de PO (à gauche) et de PFO (à droite)

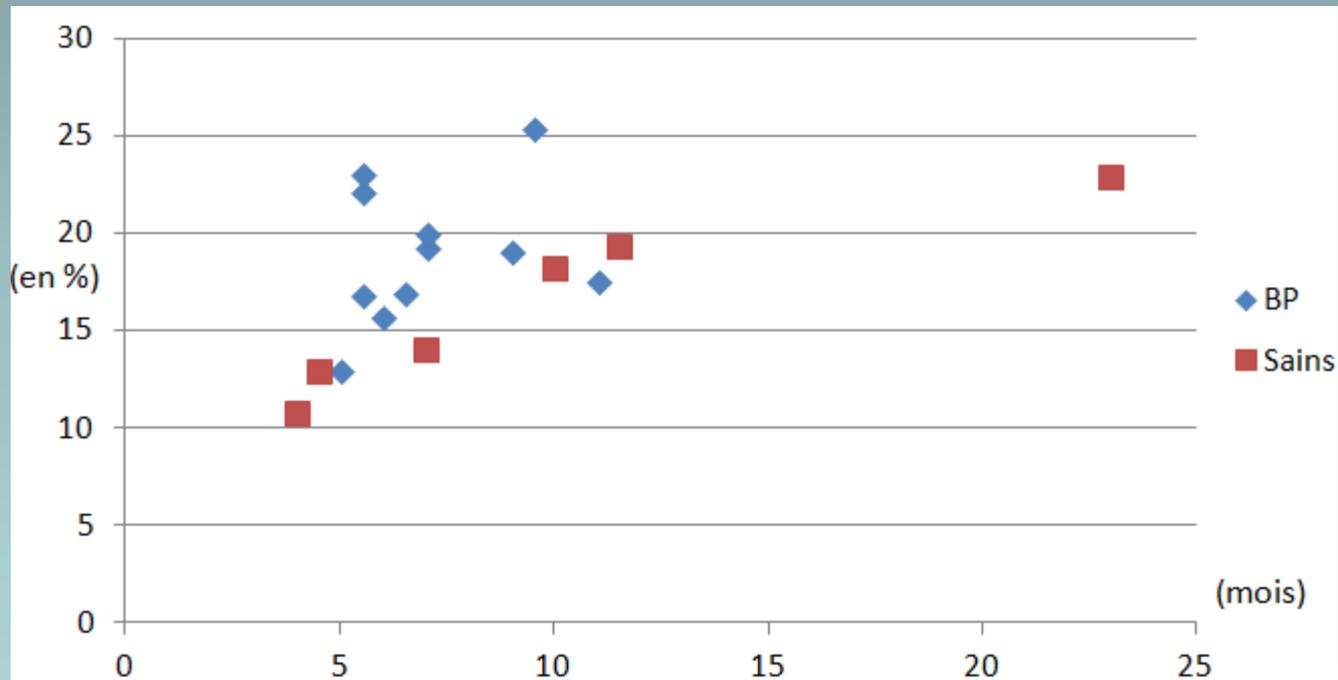


Ratios **inférieurs** chez les PO?

Ratios **supérieurs** chez les **PFO** ??

Analyse du volume de LCS

Ratio LCS/endocrâne (en %) en fonction de l'âge (en mois) chez des nourrissons atteints de BP



⇒ Ratios **supérieurs** pour les **BP**?

V) Discussion

- Volumes endocrâniens **supérieurs** chez les **PFO** et **BP**?
 - Volumes encéphaliques **équivalents** parmi les différents groupes ?
 - Volumes LCS **inférieurs** pour les **PO**?
 - Volumes LCS **supérieurs** pour les **BP** (et **PFO**)?
- ⇒ **Excès de LCS** semble être confirmée pour les enfants atteints de **BP** (et **PFO**) ?

VI) Perspectives

- **Renforcer** l'étude avec de nouveaux examens (de type «**sains** » notamment)
- Etudier une possible **corrélation** entre le **degré de sévérité** d'une **déformation** et **quantité** de **LCS** dans un endocrâne
- Etudier une possible **corrélation** entre une **déformation** de l'encéphale et celle de l'endocrâne (ou du crâne) en calculant l'asymétrie

Fin

Merci de votre attention.