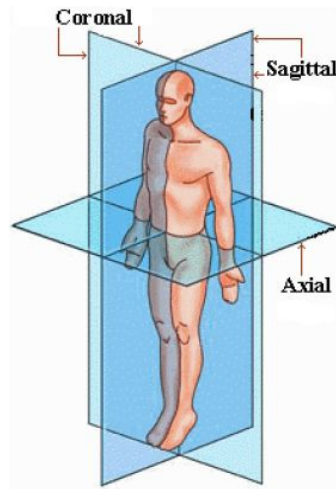


Compte Rendu TP1 Imagerie médicale

L'objectif de ce TP était de se familiariser avec la segmentation sur des images médicales. Pour cela nous disposons d'un volume 3D de cerveau acquise par IRM sur laquelle une opération de masquage a été effectuée.

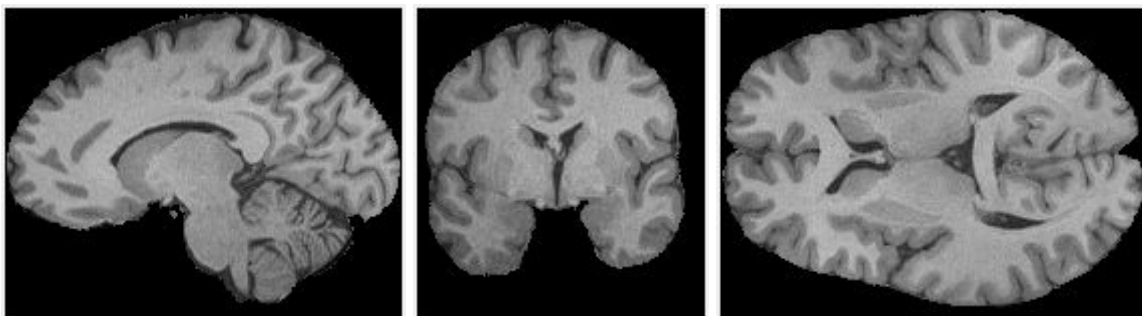
Exercice 1 : Extraire une coupe d'une image en 3 dimensions

A partir d'une image 3D, nous avons extrait des coupes du volume, à savoir ici le cerveau du patient. Nous en distinguons 3 différentes dans cet exercice (axiale, sagittale, coronale).



Les différentes coupes du volume

Pour chaque coupe du volume nous avons sélectionné le 80ème pixel et obtenu le résultat suivant:



Sagittale

Coronale

Axiale

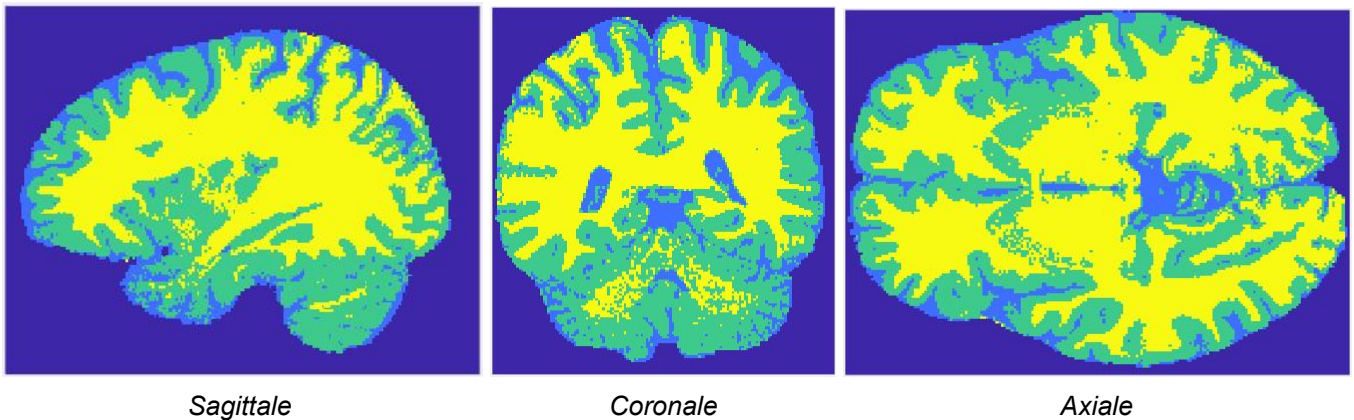
Exercice 2: Segmenter le cerveau avec l'algorithme des k-means

L'algorithme des k-means est un algorithme de partitionnement de données. Cela revient à segmenter des valeurs (dans notre cas les niveaux de gris) en k ensembles. A noter que dans ce cas, l'algorithme des k-means s'effectue en 1D. Nous initialisons uniformément k-1 seuils sur l'espace des niveaux de gris puis nous répartissons nos intensités de pixels dans chacune des k classes séparées par nos seuils. Ensuite nous établissons une moyenne pour chaque classe puis redéfinissons les seuils grâce à celles-ci en prenant comme nouvelle valeur de seuil la moyenne entre chaque moyenne de classe calculées. Nous répartissons de nouveau les niveaux de gris dans les classes correspondantes jusqu'à ce que les seuils se stabilisent.

Attention: Ici nous cherchons à segmenter le cerveau donc nous ne prenons pas en compte le fond (composé exclusivement de NAN). On cherche à segmenter la matière grise de la matière blanche ainsi que le liquide céphalo-rachidien. Notre segmentation sera donc composée de 3 classes ce qui implique que 2 seuils seront à définir.

Exercice 3: Application des k-means

Nous appliquons l'algorithme précédent sur l'image 3D d'un cerveau, ce qui nous permet d'apercevoir à l'aide de la fonction de l'exercice 1, les résultats 2D suivants :



Le bleu foncé représente le fond de l'image, le bleu clair représente le liquide céphalo-rachidien, le bleu-vert la matière grise et enfin le jaune symbolise la matière blanche.

Exercice 4: Observation d'une isosurface

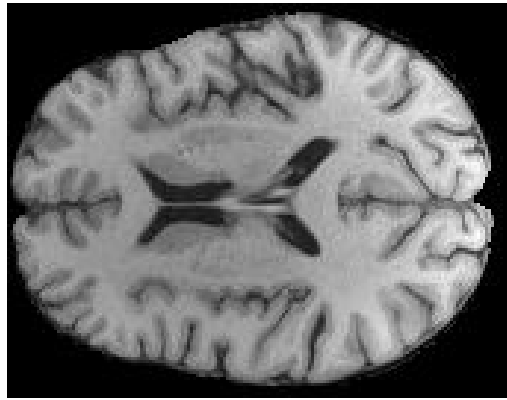
Dans cette partie nous utilisons la fonction MarchingCubes offrant une vision 3D du cerveau. A l'aide des seuils calculés par l'algorithme des k-means, il est possible de segmenter la partie du cerveau que nous souhaitons voir. Ainsi si nous prenons la valeur minimale des niveaux de gris nous observerons la surface extérieure du cerveau. Si nous prenons le 1er seuil de notre segmentation, nous apercevons la frontière entre le liquide céphalo-rachidien et la matière grise. Et enfin pour le 2ème et dernier seuil nous obtiendrons la séparation entre matière grise et matière blanche.



On peut apercevoir que plus nous cherchons à afficher un contour de notre segmentation situé en profondeur (entre matière grise et blanche en utilisant le 2ème seuil), plus les sillons du cerveau sont importants, ce qui est tout à fait logique.

Exercice 5: Visualisation des discontinuités.

La première image, issue d'un IRM, était de très bonne qualité. Cependant ce n'est pas toujours le cas. Il arrive parfois qu'un biais viennent se rajouter suite à l'inhomogénéité du champ magnétique que génère l'IRM. Dans la suite de ce TP, nous avons utilisé un volume 3D de cerveau détenant ce biais. Nous pouvons ainsi observer l'image suivante d'une coupe axiale du cerveau :

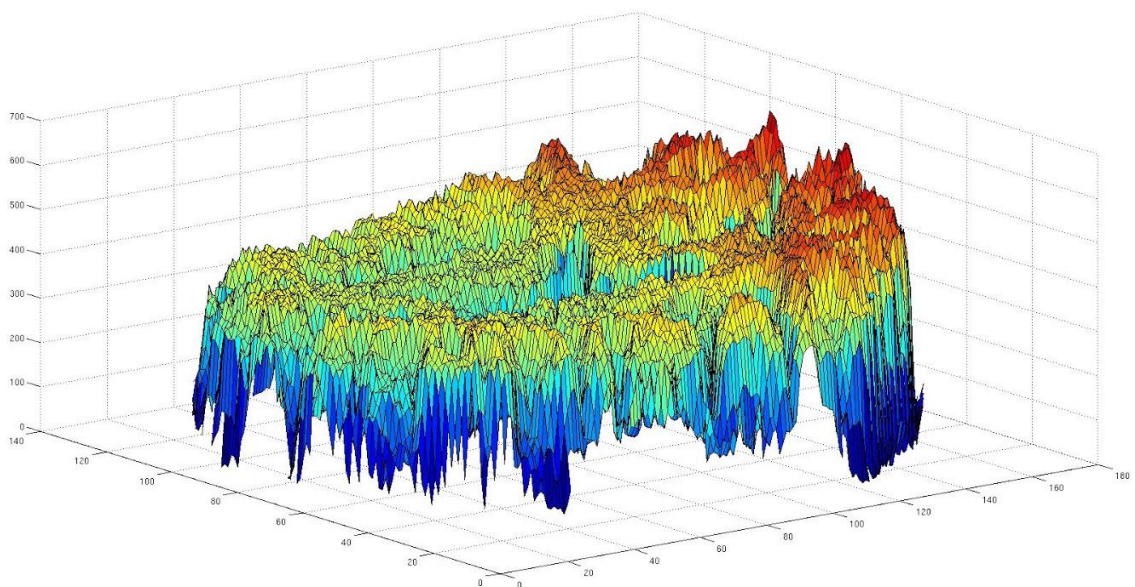


IRM d'un cerveau avec un biais

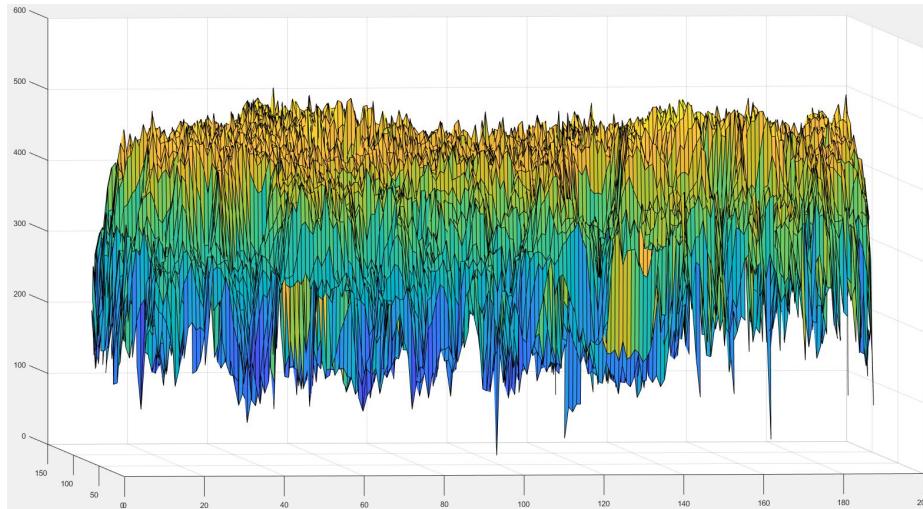
Si l'on fait attention aux niveaux de gris de l'image on s'aperçoit que l'arrière du cerveau (côté droit sur l'image) est plus lumineux que l'avant du cerveau (partie gauche sur l'image), ce qui est très embêtant lorsque l'on souhaite segmenter les différentes parties du cerveau en utilisant les intensités des pixels. En effet, il existe dans cette image des valeurs d'intensités de pixel situées dans la matière grise égales à d'autres dans la matière blanche, il y aura donc des problèmes dans la segmentation.

Exercice 6: Mise en évidence du biais

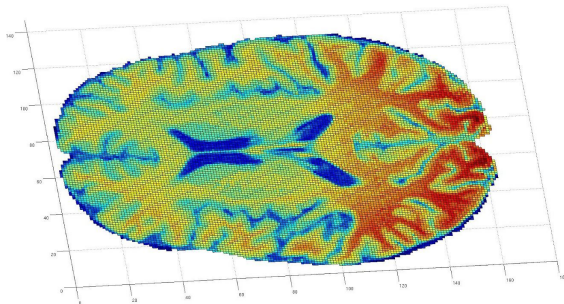
Il reste tout de même difficile d'analyser ce biais à l'oeil nu. Nous décidons donc de le représenter sous forme de surface afin d'avoir un meilleur aperçu du problème.



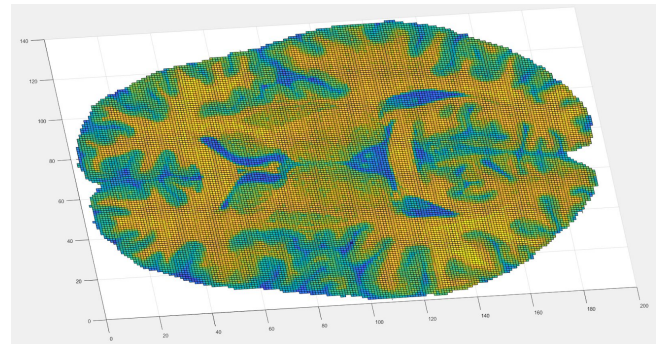
Surface du cerveau avec un biais en 3D



Surface du cerveau sans biais en 3D



Surface du cerveau avec un biais en 2D



Surface du cerveau sans biais 2D

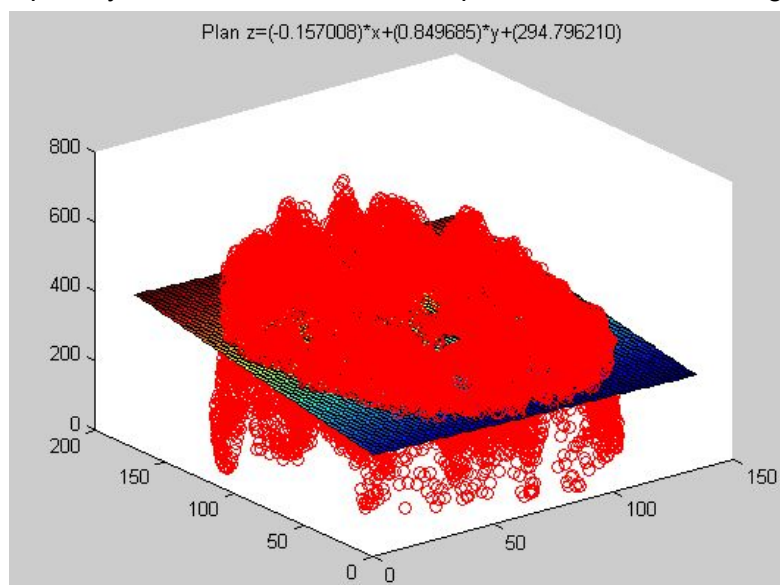
On aperçoit clairement la différence entre les 2 cerveaux (même s'il ne représente pas la même coupe). L'une dispose de couleur uniforme tandis que l'autre a ses valeurs qui croissent.

Exercice 7: Correction du biais

Pour corriger ce biais, nous allons modéliser les niveaux de gris par un plan d'équation :

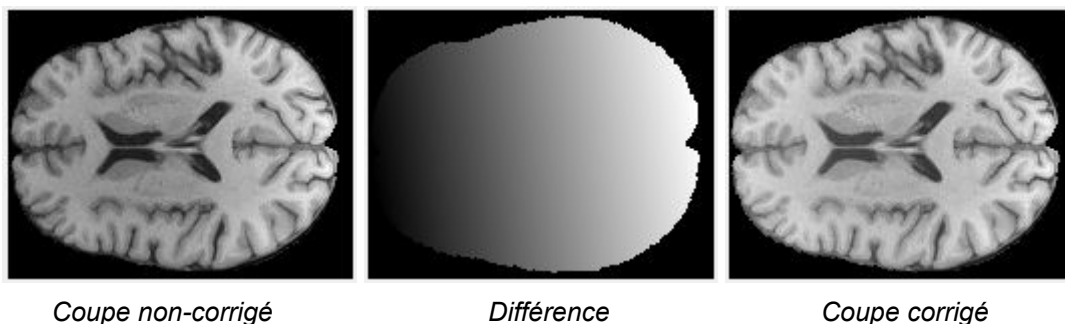
$$z = a x + b y + c.$$

L'objectif sera donc de définir les coefficients a , b et c les plus représentatifs de notre nuage de points (x : l'abscisse du pixel, y : l'ordonnée de ce même pixel et z : le niveau de gris associé).



Plan least square de l'IRM avec biais

Comme on peut le voir sur l'image on obtient l'équation d'un plan détenant donc 3 coefficients. Une fois cela obtenue, nous devons rectifier l'image. Une simple soustraction par l'équation obtenue (sans le dernier coefficient qui n'est autre que l'ordonné à l'origine du plan) nous permet de obtenir le résultat suivant :



Avec cette nouvelle coupe, il sera facile d'effectuer une segmentation car les valeurs de niveau de gris séparant la matière grise, matière blanche ainsi que le liquide céphalo-rachidien sont maintenant assez distincts.

En conclusion, nous avons implémenté une première méthode utilisant l'algorithme des k-means afin de segmenter un volume 3D représentant, dans notre cas, un cerveau même s'il reste tout de même applicable à d'autre type d'image médicale. De plus, nous avons programmé une méthode permettant de corriger une erreur causée par l'IRM dans l'acquisition du volume 3D qui peut être très contraignante lorsque l'on souhaite segmenter celui-ci.