

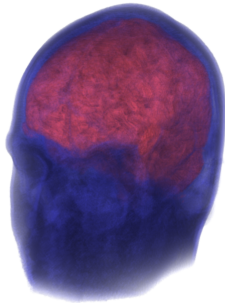
# Nouveau processus de segmentation dans Slicer 3

Nicolas Rannou

Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique



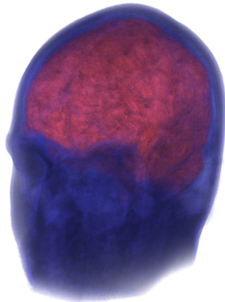
# Introduction



## Contexte

- IRM cérébrale

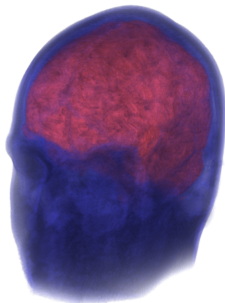
# Introduction



## Contexte

- IRM cérébrale
- Nombre important de données

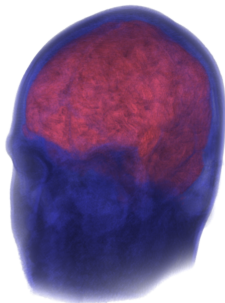
# Introduction



## Contexte

- IRM cérébrale
- Nombre important de données
- Segmentation manuelle coûteuse en temps

# Introduction

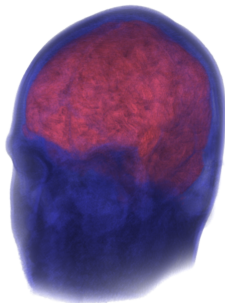


## Contexte

- IRM cérébrale
- Nombre important de données
- Segmentation manuelle coûteuse en temps
- Variabilité intra- et inter-expert



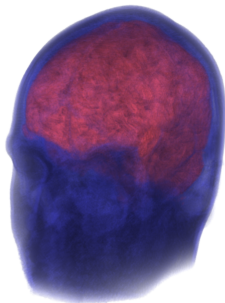
# Introduction



## Contexte

- IRM cérébrale
- Nombre important de données
- Segmentation manuelle coûteuse en temps
- Variabilité intra- et inter-expert
- Développement de méthodes de segmentation automatiques des tissus

# Introduction

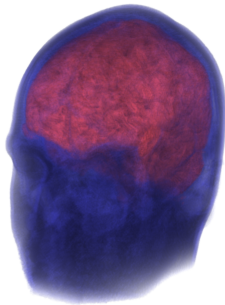


## Contexte

- IRM cérébrale
- Nombre important de données
- Segmentation manuelle coûteuse en temps
- Variabilité intra- et inter-expert
- Développement de méthodes de segmentation automatiques des tissus
- Apparition de la segmentation par exception-maximisation



# Introduction



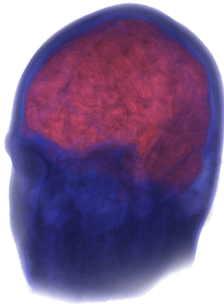
## Problème

Peu utilisé car

- processus de segmentation doit être amélioré



# Introduction

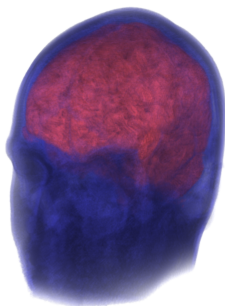


## Problème

Peu utilisé car

- processus de segmentation doit être amélioré
- paramètres optimums durs à choisir

# Introduction



## Problème

Peu utilisé car

- processus de segmentation doit être amélioré
- paramètres optimums durs à choisir
- paramètres peu explicites

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Segmentation par expectation maximisation
  - Principe
  - EM segmentation dans Slicer 3
- 3 Contributions
  - Initialisation des tissus à segmenter
  - Évaluation de la sélection des tissus
  - Correction des inhomogénéités d'intensité
  - Évaluation du paramètre de normalisation
- 4 Résultats
  - Segmentation sans contribution
  - Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité
  - Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

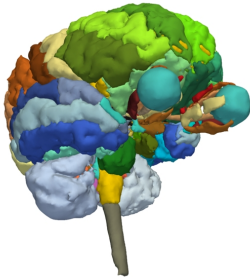


# Segmentation par expectation maximisation

## Principe



# La segmentation



## Définition

Diviser un ensemble en parties délimitées

# Origine de la segmentation par expectation-maximisation

- En 1977, Dempster, Laird et Rubin ont généralisé un principe utilisé depuis longtemps par les auteurs



# Origine de la segmentation par expectation-maximisation

- En 1977, Dempster, Laird et Rubin ont généralisé un principe utilisé depuis longtemps par les auteurs
- Utilisé pour résoudre des problèmes de classifications où des données sont manquantes



# Principe de la segmentation par expectation-maximisation

Deux étapes, l'expectation et la maximisation.

Soit  $\Phi$ , un ensemble contenant les paramètres à estimer.

$\Phi$  est initialisé par l'utilisateur.

## Étape d'expectation

- Estime la probabilité que le set de paramètres soit bon

## Étape de maximisation





# Principe de la segmentation par expectation-maximisation

Deux étapes, l'expectation et la maximisation.

Soit  $\Phi$ , un ensemble contenant les paramètres à estimer.

$\Phi$  est initialisé par l'utilisateur.

## Étape d'expectation

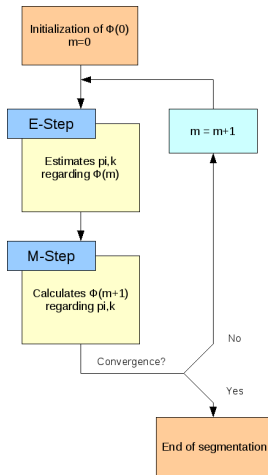
- Estime la probabilité que le set de paramètres soit bon

## Étape de maximisation

- Estime un nouveau set de paramètres



# Résumé de la segmentation par expectation-maximisation



# Segmentation par expectation maximisation

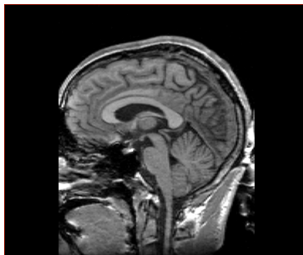
## EM segmentation dans Slicer 3



# EM segmentation dans Slicer 3

## Informations supplémentaires

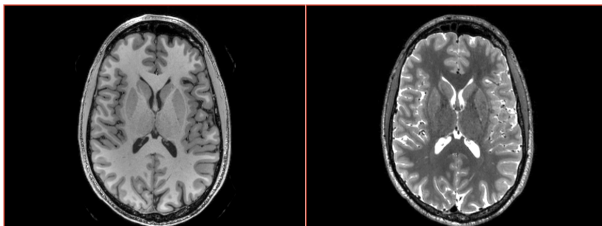
- Atlas probabilistes



# EM segmentation dans Slicer 3

## Informations supplémentaires

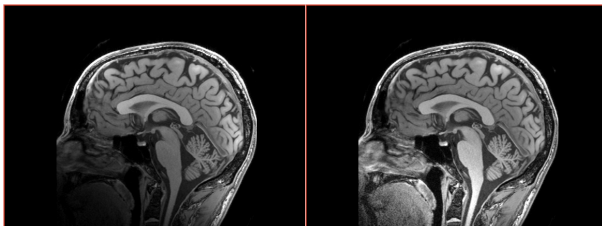
- Atlas probabilistes
- Segmentation multi-canaux



# EM segmentation dans Slicer 3

## Informations supplémentaires

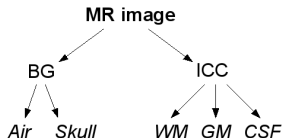
- Atlas probabilistes
- Segmentation multi-canaux
- Correction des inhomogénéités de l'intensité



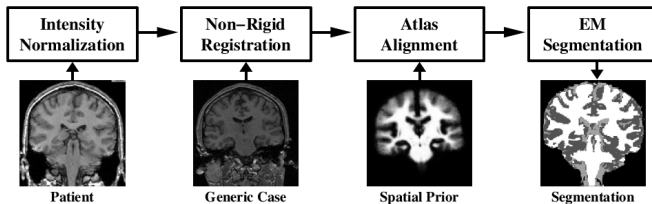
# EM segmentation dans Slicer 3

## Informations supplémentaires

- Atlas probabilistes
- Segmentation multi-canaux
- Correction des inhomogénéités de l'intensité
- Information hiérarchique



# Processus de segmentation dans Slicer 3





# Plan

- 1 Introduction
- 2 Segmentation par expectation maximisation
  - Principe
  - EM segmentation dans Slicer 3
- 3 **Contributions**
  - Initialisation des tissus à segmenter
  - Évaluation de la sélection des tissus
  - Correction des inhomogénéités d'intensité
  - Évaluation du paramètre de normalisation
- 4 Résultats
  - Segmentation sans contribution
  - Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité
  - Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus



# Contributions

Initialisation des tissus à segmenter



# Initialisation des tissus à segmenter

## Présentation du problème

### Méthodes actuelles d'initialisation

- Manuelle : dur à estimer



# Initialisation des tissus à segmenter

## Présentation du problème

### Méthodes actuelles d'initialisation

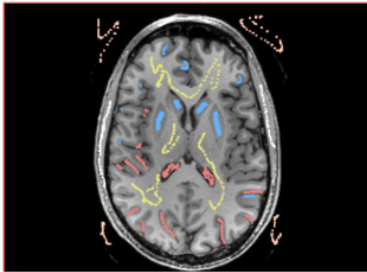
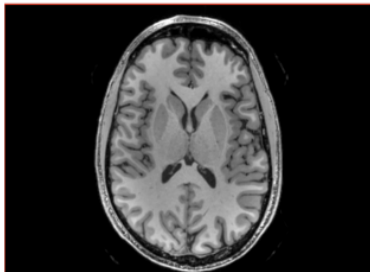
- Manuelle : dur à estimer
- Semi-automatique : peu représentatif du tissu et non reproductible



# Initialisation des tissus à segmenter

## Solution proposée

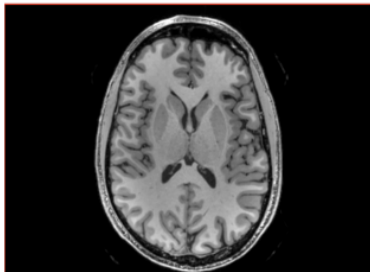
- Initialisation à l'aide d'une "labelmap"



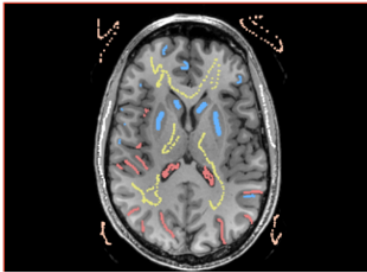
# Initialisation des tissus à segmenter

## Solution proposée

- Initialisation à l'aide d'une "labelmap"
- Représentatif du tissu à segmenter



(A)

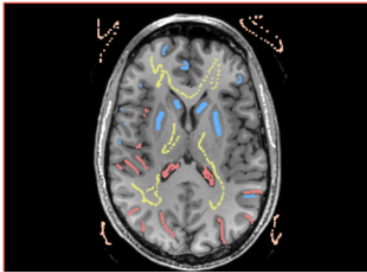
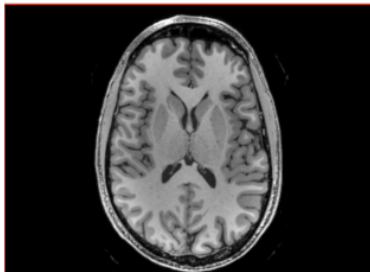


(B)

# Initialisation des tissus à segmenter

## Solution proposée

- Initialisation à l'aide d'une "labelmap"
- Représentatif du tissu à segmenter
- Reproductible



# Initialisation des tissus à segmenter

## Évaluation des résultats

Comparaison Semi-automatique/Labelmap (matière blanche, IRM T1)

- Semi-automatique (10 échantillons) :  $\mu = 543$ ,  $\sigma = 1105$



# Initialisation des tissus à segmenter

## Évaluation des résultats

Comparaison Semi-automatique/Labelmap (matière blanche, IRM T1)

- Semi-automatique (10 échantillons) :  $\mu = 543$ ,  $\sigma = 1105$
- Labelmap ( $\simeq 200$  échantillons) :  $\mu = 489$ ,  $\sigma = 592$

# Contributions

## Évaluation de la sélection des tissus



# Évaluation de la sélection des tissus

## Présentation du problème

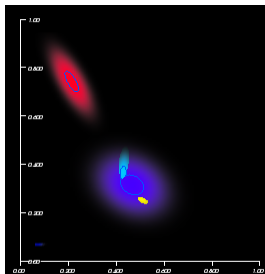
Aucun moyen de savoir si l'initialisation est la meilleure possible



# Évaluation de la sélection des tissus

## Solution proposée

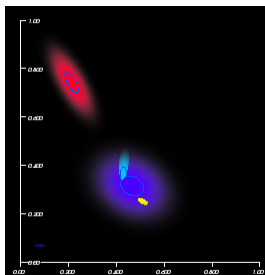
- Représentation de la distribution des tissus sous forme de Gaussiennes



# Évaluation de la sélection des tissus

## Solution proposée

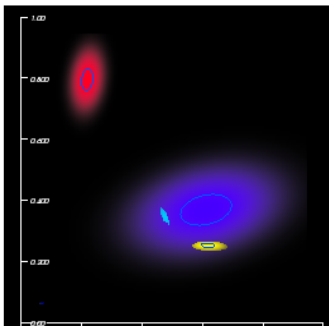
- Représentation de la distribution des tissus sous forme de Gaussiennes
- Connaissant les tissus à segmenter, on peut en déduire si l'initialisation est bonne



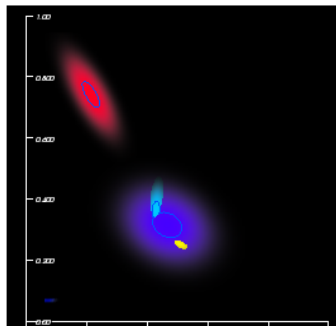
# Évaluation de la sélection des tissus

## Évaluation des résultats

- Os représenté en bleu



Nicolas Rannou

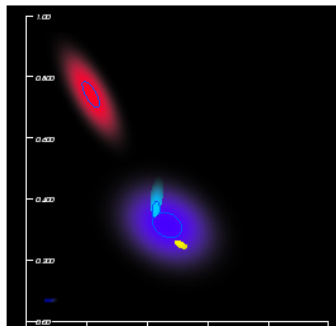
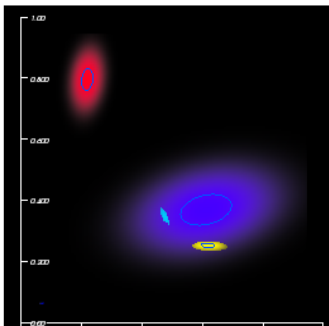


Nouveau processus de segmentation dans Slicer 3

# Évaluation de la sélection des tissus

## Évaluation des résultats

- Os représenté en bleu
- Gauche : Semi-automatique || Droite : Labelmap



# Contributions

## Correction des inhomogénéités d'intensité

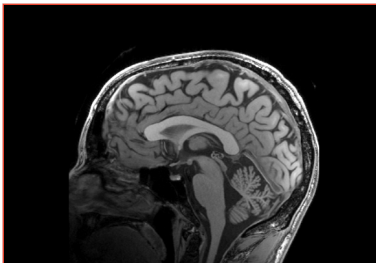




# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Présentation du problème

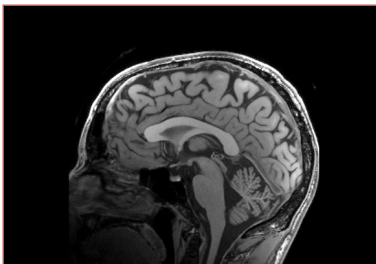
- Processus de segmentation fait pour traiter les IRM



# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Présentation du problème

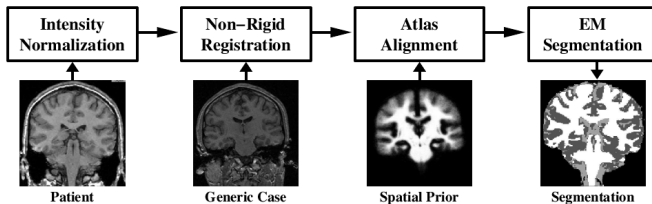
- Processus de segmentation fait pour traiter les IRM
- Inhomogénéités d'intensité problème récurrent



# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Présentation du problème

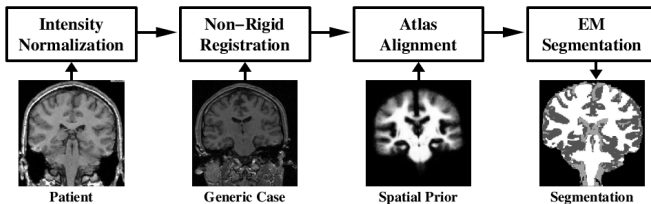
- Processus de segmentation fait pour traiter les IRM
- Inhomogénéités d'intensité problème récurrent
- Problème traité tardivement



# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Présentation du problème

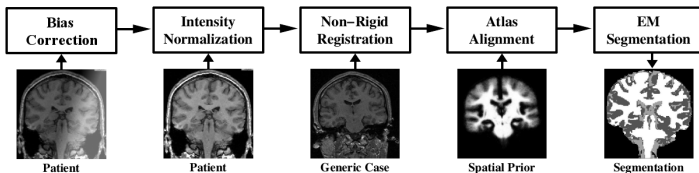
- Processus de segmentation fait pour traiter les IRM
- Inhomogénéités d'intensité problème récurrent
- Problème traité tardivement
- Apparition de problèmes de recalage et de distribution



# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Solution proposée

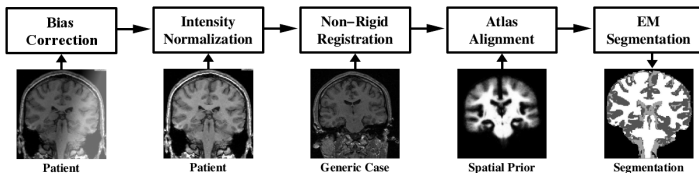
- Nouveau processus de segmentation



# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Solution proposée

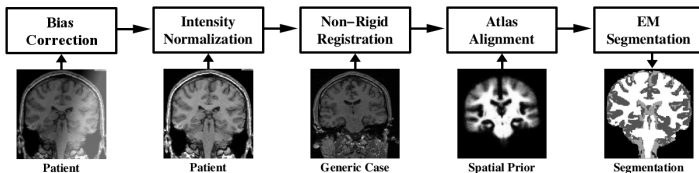
- Nouveau processus de segmentation
- Pour améliorer recalage



# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Solution proposée

- Nouveau processus de segmentation
- Pour améliorer recalage
- Pour améliorer la distribution des tissus

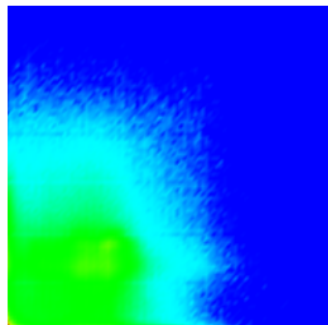
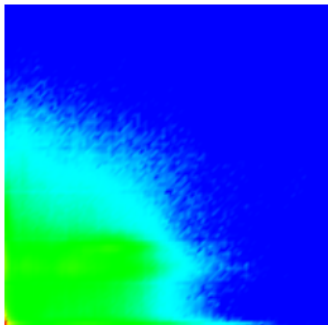


# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Évaluation des résultats

Recalage

Histogrammes joints sans correction du bias



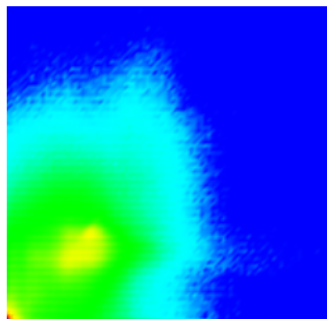
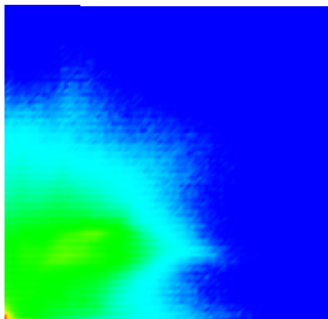


# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Évaluation des résultats

Recalage

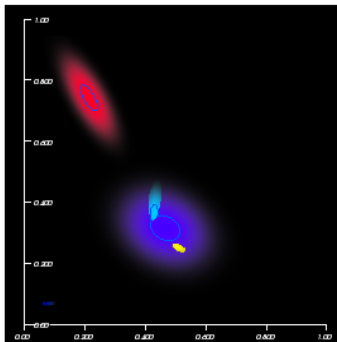
Histogrammes joints après correction du bias



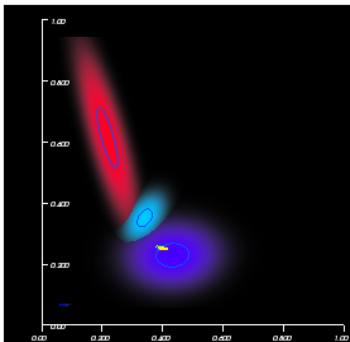
# Correction des inhomogénéités d'intensité

## Évaluation des résultats

### Distribution des tissus



(A)



(B)

# Contributions

## Évaluation du paramètre de normalisation



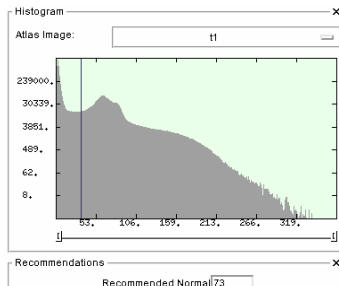
# Évaluation du paramètre de normalisation

## Présentation du problème

Difficile à évaluer précisément

## Solution proposée

Développement d'un outil d'évaluation



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Segmentation par expectation maximisation
  - Principe
  - EM segmentation dans Slicer 3
- 3 Contributions
  - Initialisation des tissus à segmenter
  - Évaluation de la sélection des tissus
  - Correction des inhomogénéités d'intensité
  - Évaluation du paramètre de normalisation
- 4 Résultats
  - Segmentation sans contribution
  - Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité
  - Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus



# Résultats

## Segmentation sans contributions



# Segmentation sans contributions

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal



# Segmentation sans contributions

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel



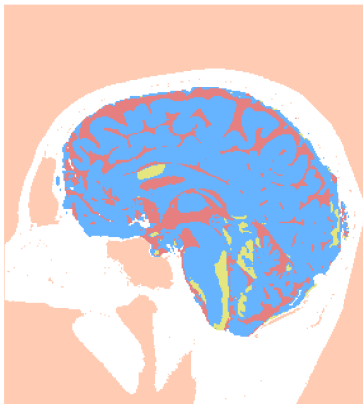


# Segmentation sans contributions

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel
- Images cibles contiennent des inhomogénéités d'intensité

# Segmentation sans contributions

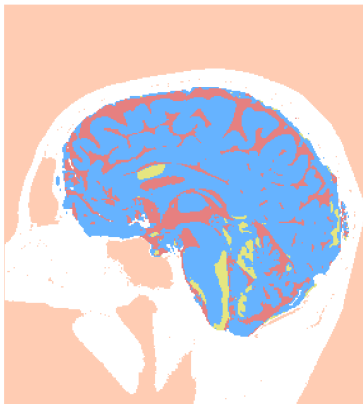


## Point de vue de l'expert

- Matière grise surestimée

## Discussion

# Segmentation sans contributions

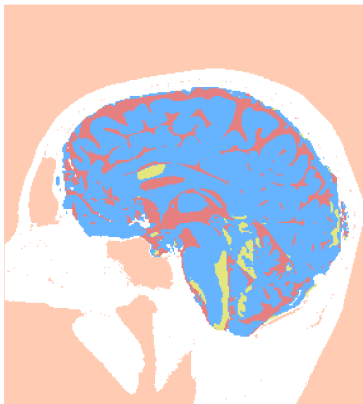


## Point de vue de l'expert

- Matière grise surestimée
- Mauvaise segmentation

## Discussion

# Segmentation sans contributions

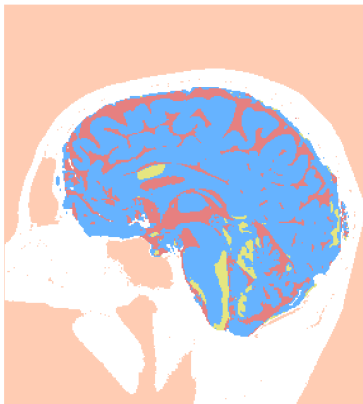


## Point de vue de l'expert

- Matière grise surestimée
- Mauvaise segmentation
- Inutilisable

## Discussion

# Segmentation sans contributions



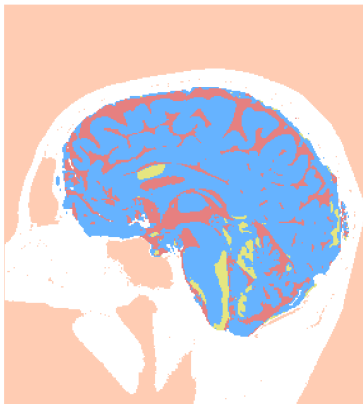
## Point de vue de l'expert

- Matière grise surestimée
- Mauvaise segmentation
- Inutilisable

## Discussion

- Mauvais recalage

# Segmentation sans contributions



## Point de vue de l'expert

- Matière grise surestimée
- Mauvaise segmentation
- Inutilisable

## Discussion

- Mauvais recalage
- Mauvaise distribution ds tissus

# Résultats

## Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité



# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal





# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel



# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité

## Méthode de tests

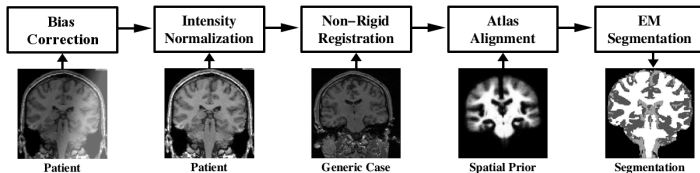
- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel
- Images cibles contiennent des inhomogénéités d'intensité



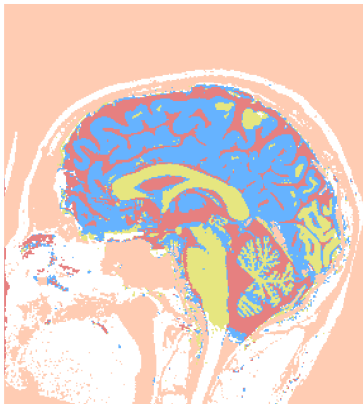
# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel
- Images cibles contiennent des inhomogénéités d'intensité
- Nouveau processus de segmentation



# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité



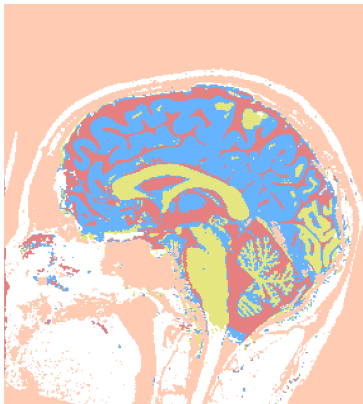
## Point de vue de l'expert

- Erreurs de classification dans la zone de l'os

## Discussion



# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité



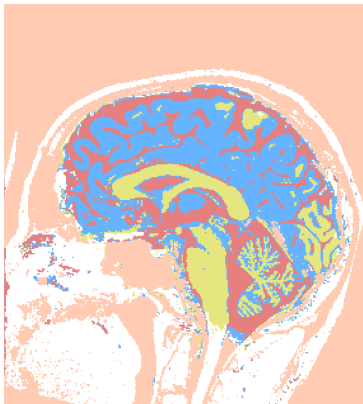
## Point de vue de l'expert

- Erreurs de classification dans la zone de l'os
- Effet de volume partiel

## Discussion



# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité



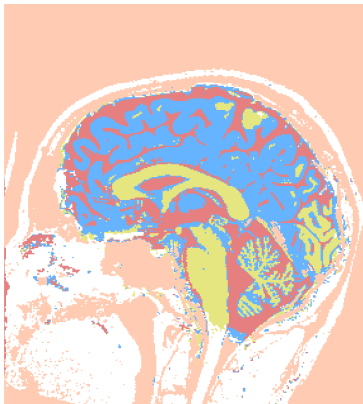
## Point de vue de l'expert

- Erreurs de classification dans la zone de l'os
- Effet de volume partiel

## Discussion

- Segementation meilleure

# Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité



## Point de vue de l'expert

- Erreurs de classification dans la zone de l'os
- Effet de volume partiel

## Discussion

- Segementation meilleure
- Problème liés à la segmentation de l'os peuvent être résolus



# Résultats

Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus





# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal



# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel



# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel
- Images cibles contiennent des inhomogénéités d'intensité



# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel
- Images cibles contiennent des inhomogénéités d'intensité
- Nouveau processus de segmentation



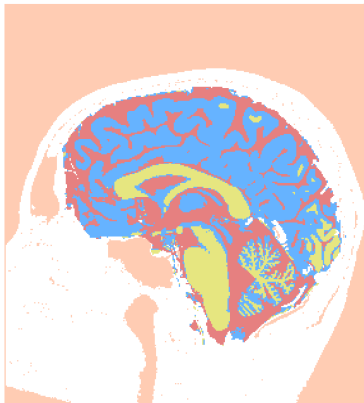
# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

## Méthode de tests

- Segmentation multi-canal
- Suit un tutoriel
- Images cibles contiennent des inhomogénéités d'intensité
- Nouveau processus de segmentation
- Initialisation des tissus par Labelmap



# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

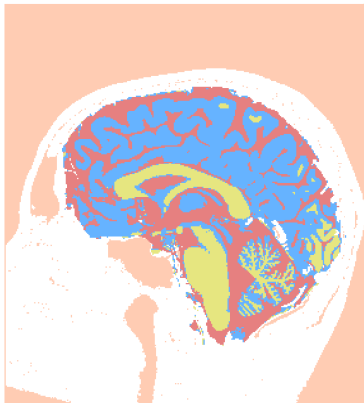


## Point de vue de l'expert

- Os mieux segmenté

## Discussion

# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus

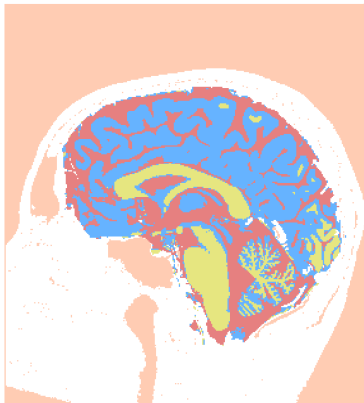


## Point de vue de l'expert

- Os mieux segmenté
- Sous estimation de la matière blanche dans le cerebulum

## Discussion

# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus



## Point de vue de l'expert

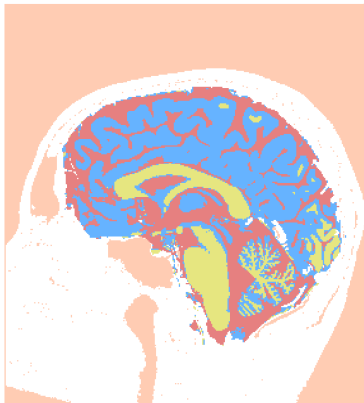
- Os mieux segmenté
- Sous estimation de la matière blanche dans le cerebulum

## Discussion

- Meilleure distribution des tissus, et notamment de l'os



# Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus



## Point de vue de l'expert

- Os mieux segmenté
- Sous estimation de la matière blanche dans le cerebulum

## Discussion

- Meilleure distribution des tissus, et notamment de l'os
- Segmentation du cerebulum, problème complexe



# Plan

- 1 Introduction
- 2 Segmentation par expectation maximisation
  - Principe
  - EM segmentation dans Slicer 3
- 3 Contributions
  - Initialisation des tissus à segmenter
  - Évaluation de la sélection des tissus
  - Correction des inhomogénéités d'intensité
  - Évaluation du paramètre de normalisation
- 4 Résultats
  - Segmentation sans contribution
  - Segmentation après correction des inhomogénéités d'intensité
  - Segmentation avec la nouvelle méthode d'initialisation des tissus
- 5 Perspectives



# Perspectives

## Perspectives



# Perspectives

## Priorités

- Faire des efforts au niveau des algorithmes



# Perspectives

## Priorités

- Faire des efforts au niveau des algorithmes
- Améliorer la vitesse de l'agorithme d'EM segmenation



# Perspectives

## Priorités

- Faire des efforts au niveau des algorithmes
- Améliorer la vitesse de l'agorithme d'EM segmenation
- Améliorer la vitesse de l'algorithme de correction du biais



# Conclusion

- Présentation d'un nouveau processus de segmentation



# Conclusion

- Présentation d'un nouveau processus de segmentation
- Résultats intéressants





# Conclusion

- Présentation d'un nouveau processus de segmentation
- Résultats intéressants
- Vitesse de traitement doit être améliorée



# Conclusion

Merci de votre attention !

Des questions ?

