ECOLE SUPERIEURE D'INGENIEURS DE RENNES

UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Segmentation par Graph-Cut

Thomas Lemetayer, Corentin Salaün, Julie Fournier

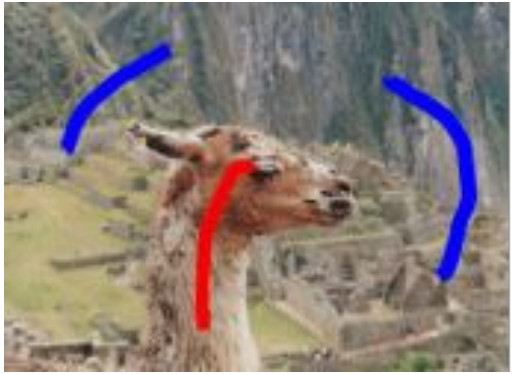
CHECK & VISIT La confiance est la clé

unity

b com

Introduction :

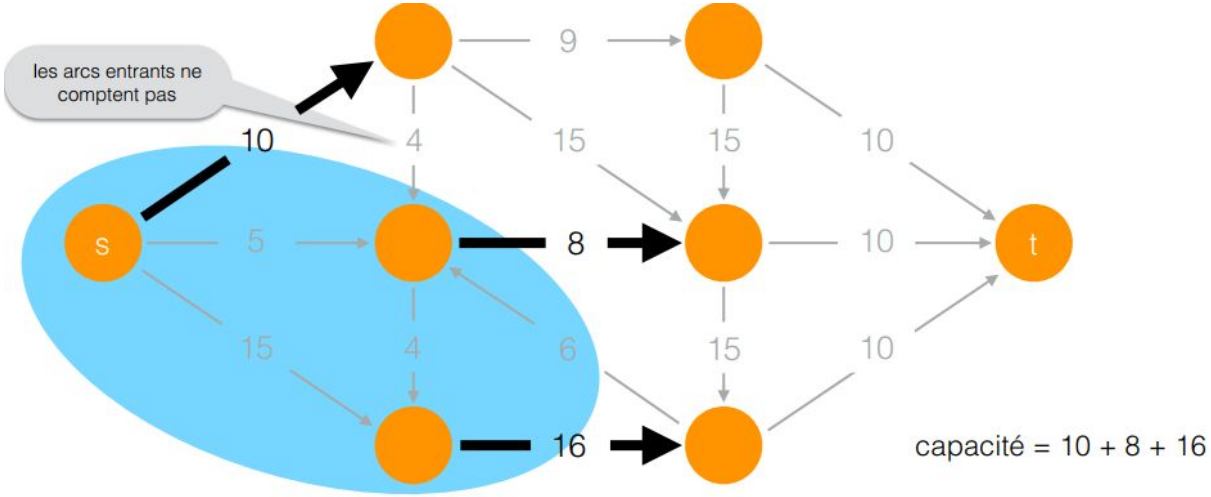
- La segmentation d'images médicales est un outil important pour l'aide au diagnostic
- La méthode par graph-cut est une méthode de segmentation basée régions assez robuste au bruit
- Nécessite un prétraitement définissant des exemples de zones de chaque classe
- Calculs simple et assez rapides



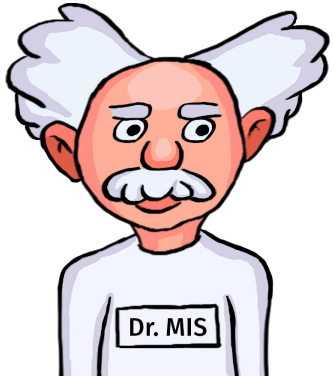
Graph cut

Graph cut

- **Problème d'optimisation visant à minimiser l'énergie d'une coupe**

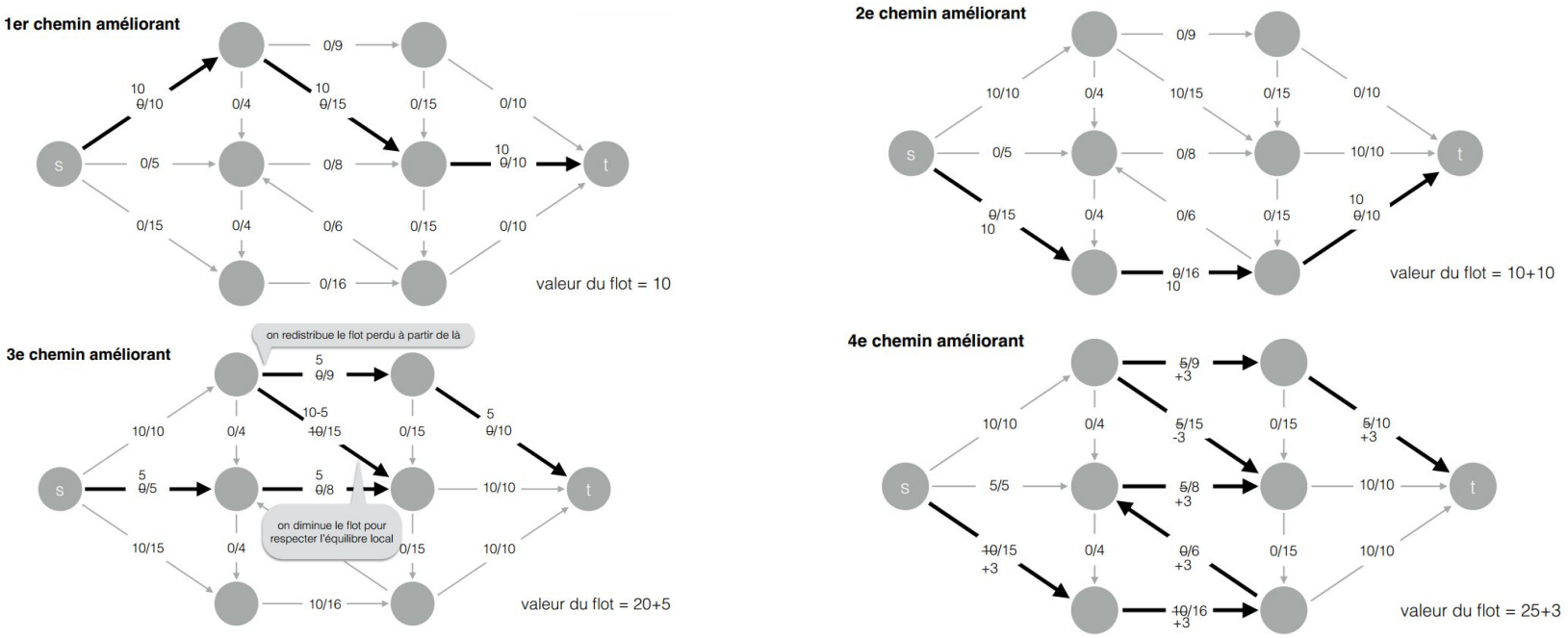


Exemple de coupe



Graph cut

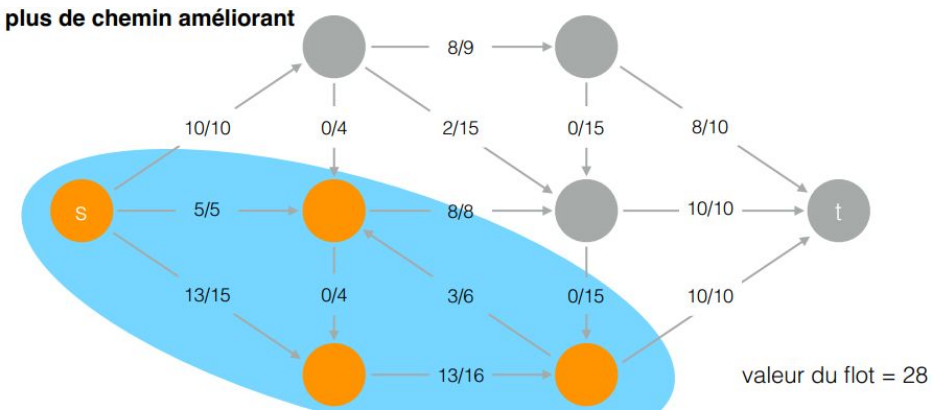
- **Problème d'optimisation visant à minimiser l'énergie d'une coupe**



Construction des chemins améliorants

Graph cut

- **Problème d'optimisation visant à minimiser l'énergie d'une coupe**
  - La capacité de la coupe minimum est égale à la valeur du flot maximum.



Coupure minimale

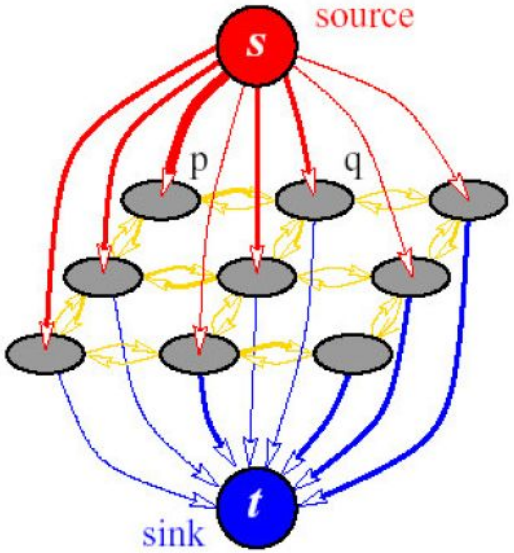
Segmentation en deux classes

Attribution des poids

- Les poids vers la source et le puit
  - Terme d'attache aux donnée
  - Méthode naïve
    - Distance colorimétrique

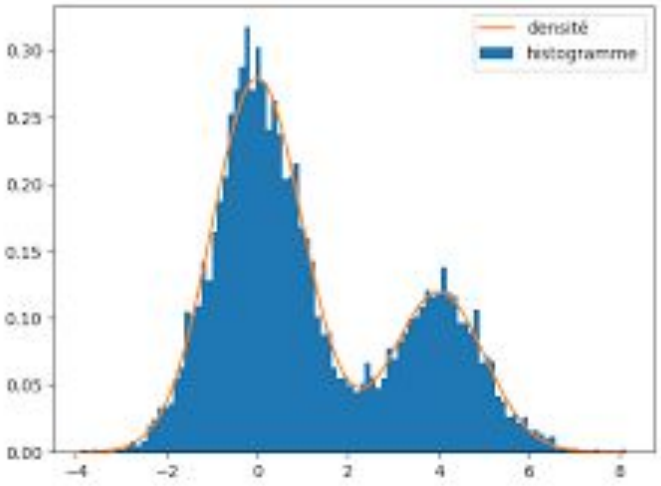
$$p_s(x) = I_x \qquad p_p(x) = 1 - I_x$$

  - Utilisation d'une pdf
    - Probabilité d'appartenance à une classe
    - Poids basé sur les pdf des différentes classes



$$w_p(x) = \frac{pdf_p(x)}{\sum_{i=1}^{N} pdf_i(x)} \qquad p_p(x) = -\lambda * log(w_p(x))$$

Attribution des poids

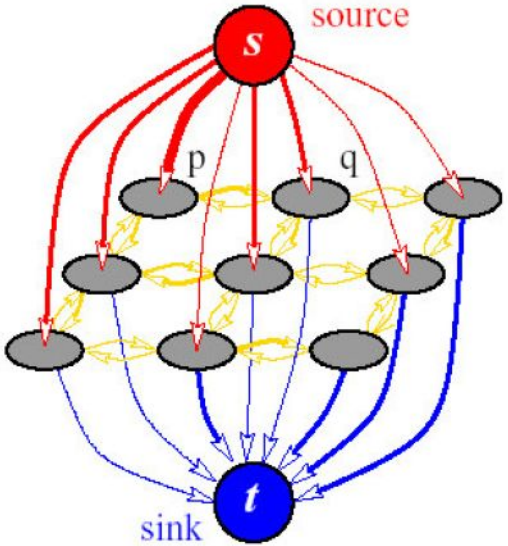


- Choix de pdf pour l'attache aux donnée
  - Définition d'un échantillon de chaque classe par l'utilisateur
  - Utiliser un modèle pour le calcul des pdf
    - Distribution gaussienne (moyenne, écart-type)
    - Distribution de l'histogramme
  - D'autres heuristiques possibles pour les pdf et le calcul de poids

Attribution des poids

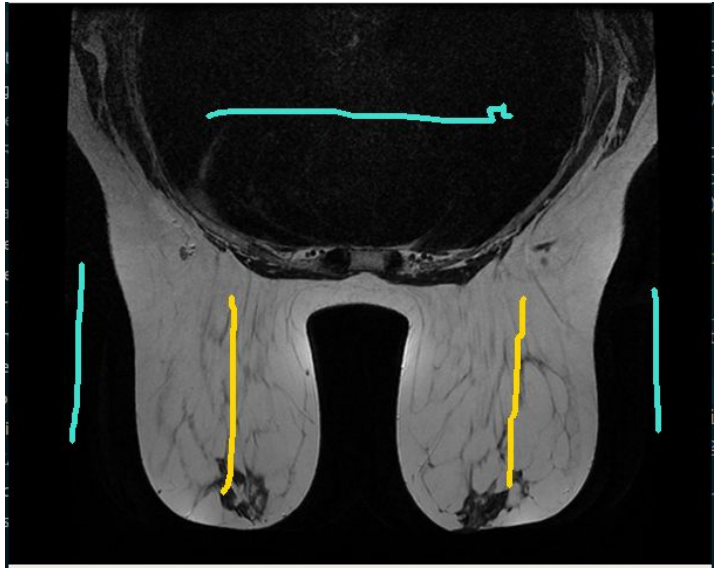
- Les poids entre les pixels
  - Terme de régularisation
    - Basé sur le gradient entre 2 pixels
    - Peut être calculé pour une 4, 8, .. connexité
  - Beaucoup de fonctions possibles mais assez peu détaillées dans l'état de l'art

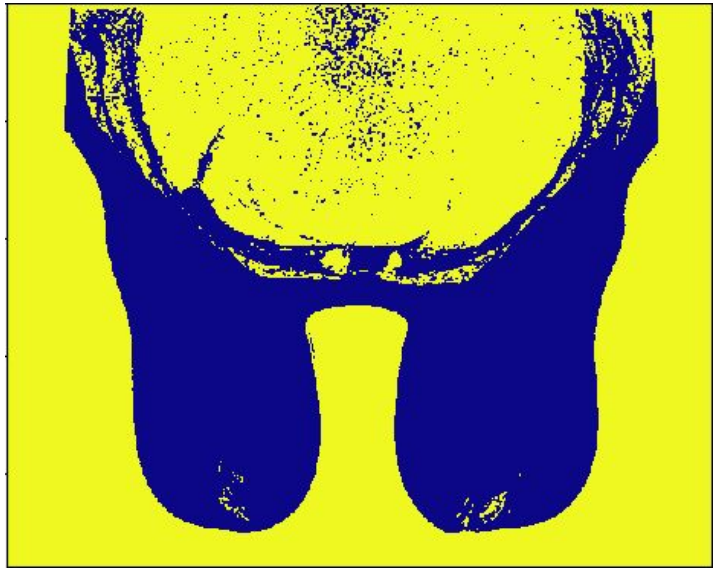
$$w(x, x') = e^{-\frac{(I_x - I_{x'})^2}{2\sigma^2}}$$



2 classes - niveaux de gris

- Application directe des fonctions présentées précédemment
  - Calcul du poids source et puit à partir des pdfs
  - Terme de régularisation basé gradient 4-connex



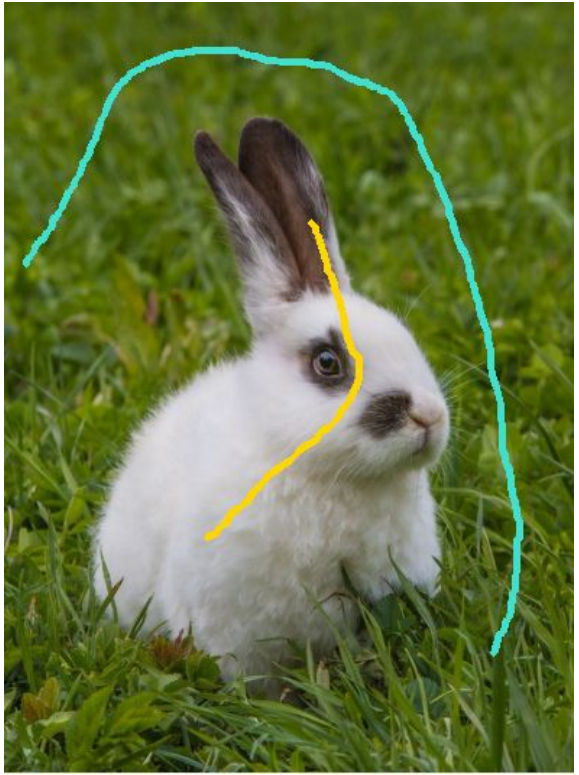


Segmentation multi-modale

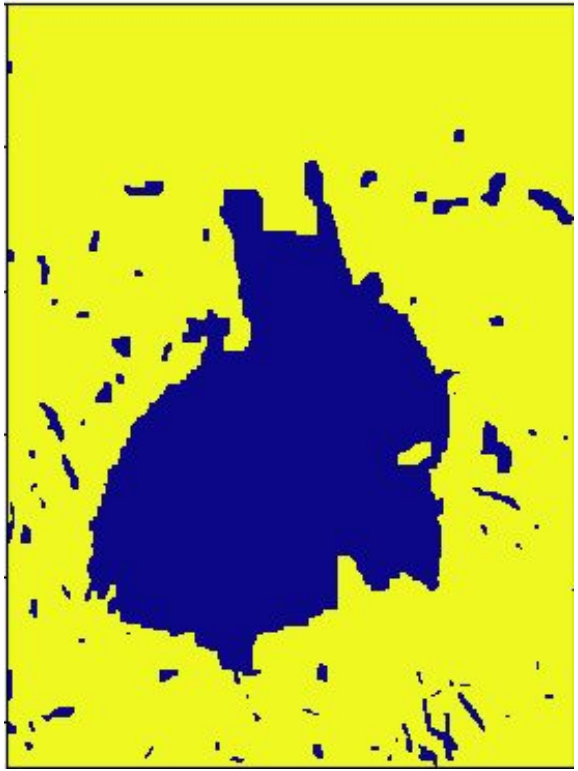
Attribution des poids

- Choix de pdf pour l'attache aux donnée
  - Calcul des pdfs puits et sources pour chaque canaux
  - Calcul des cartes de poids puits et sources pour chaque canaux
  - Sommes des cartes de poids pour donner la même importance à chaque canal.
  - Avoir plusieurs arcs entre pixels et source/puit équivalent à un arc avec la somme des poids

2 classes - RGB



λ=1/4

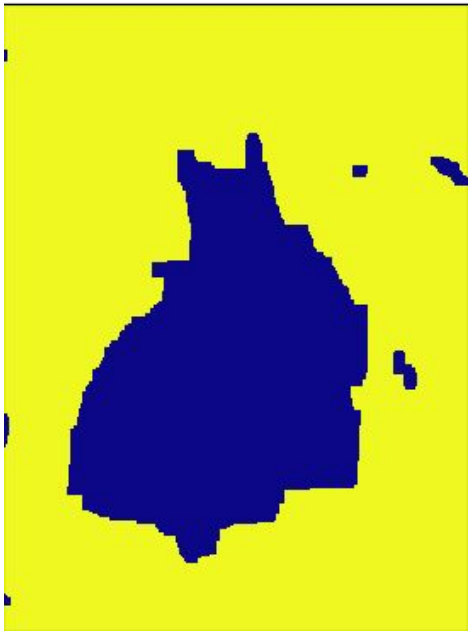


λ=27

2 classes - Lαβ

- Décorrélation des canaux pour un calcul de pdfs plus proches de la réalité

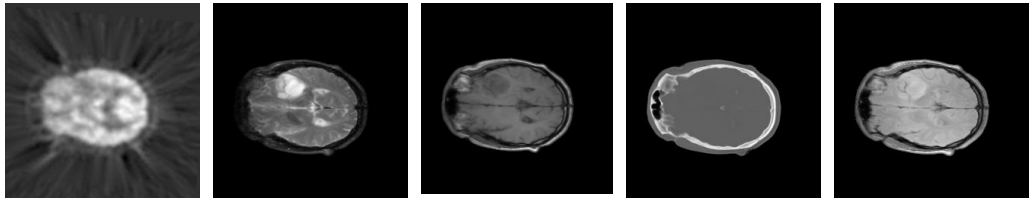
λ=1/4

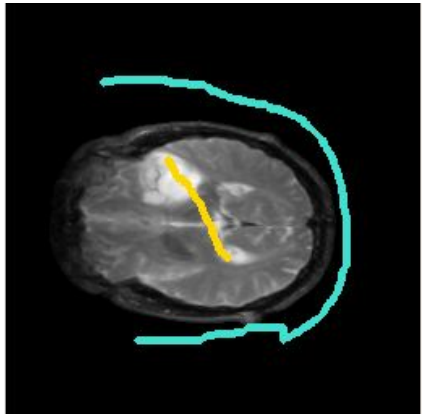


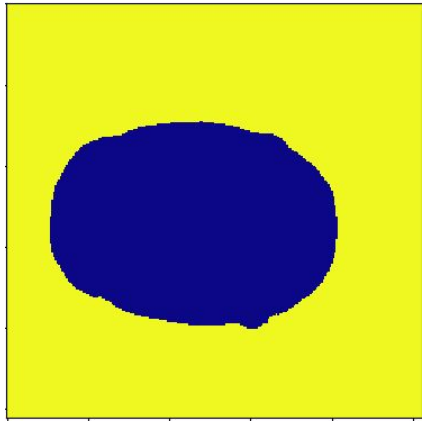
λ=27

2 classes - Multi-modale

- Extension de 3 canaux à N-canaux avec la base données RIRE pour segmenter des images multi-modales



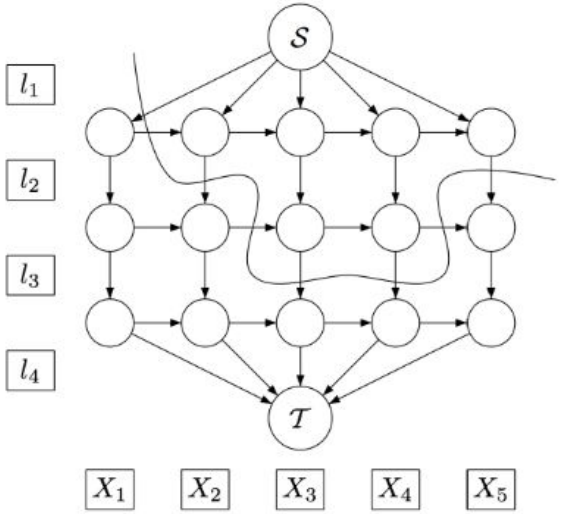




Segmentation multi-classes

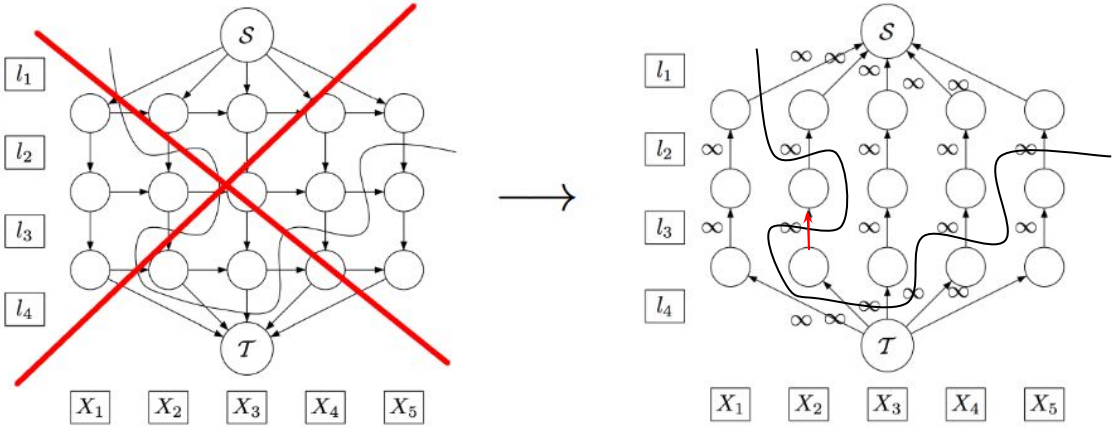
Segmentation multi-classes

- Principe : utilisation d'un tableau de noeuds de profondeur nombre de classe-1
  - Les pixels sont dupliqués et la classe est donnée par l'arc coupé entre deux pixels identiques

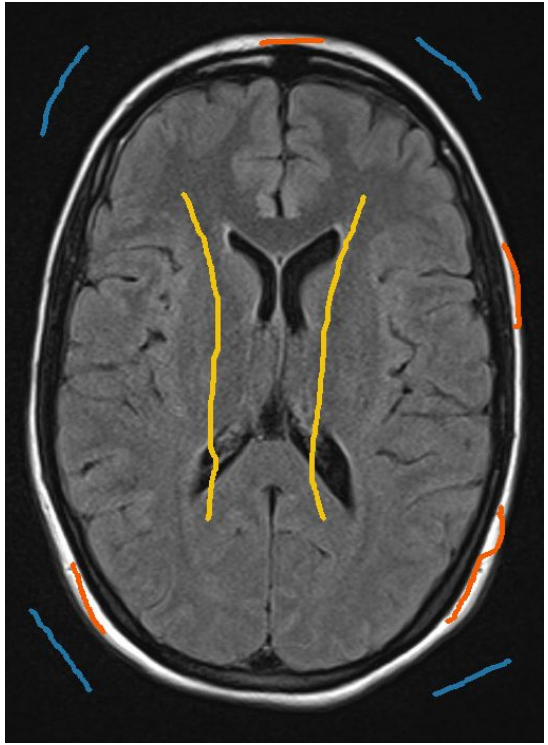


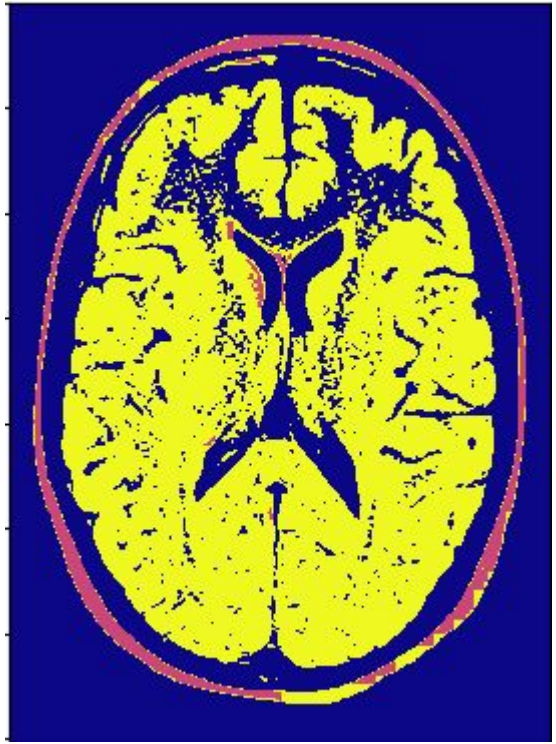
Segmentation multi-classes

- Principe : utilisation d'un tableau de noeuds de profondeur nombre de classe-1
  - Les pixels sont dupliqués et la classe est donnée par l'arc coupé entre deux pixels identiques
  - Attention à ce qu'un pixel n'appartienne qu'à une seule classe : poids des arcs retours infinis



Segmentation Multi-classes





Conclusion

Conclusions

Résultats obtenus :

- Algorithme de segmentation d'images par graph cut
- Différentes heuristiques de poids du graphes
- Extension aux images couleurs/multi-modales
- Extension Multi-classes

Ajouts possible :

- Nouveaux calculs de poids
- Pré-traitement avec des algorithmes multi-classe classiques (k-means, watershed, …)
- Implémentation GPU

Sources

- Librairie de GraphCut
  - https://github.com/pmneila/PyMaxflow/

- Cours sur les Graph Cut appliqués à la vision par ordinateur
  - http://mickaelpechaud.free.fr/graphcuts.pdf

- An Experimental Comparison of Min-Cut/Max-Flow Algorithms for Energy Minimization in Vision
  - https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/13383/1/13383.pdf

- DataSet
  - https://www2.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/

- Cours de Théorie des Graphes - David Pichardie
  - https://people.irisa.fr/David.Pichardie/teaching/L3/ALGO/cm8.pdf

- Notre implémentation
  - https://github.com/Totorro35/IMM_GraphCut

ECOLE SUPERIEURE
D'INGENIEURS DE RENNES

Thank you

T. Lemetayer, C. Salaün, J. Fournier