

## MI206 - Géométrie algorithmique & Morphologie mathématique

### TP n°2 - Projet

#### Problème

L'objectif de ce TP est de segmenter une collection d'images de rétine d'œil. On souhaite reconstruire de manière précise le réseau vasculaire de chaque image de rétine. On développe donc une méthode de segmentation automatique. On évaluera la performance de nos techniques en comparant nos résultats aux images de vérité terrain, qui correspondent au tracé manuel du réseau vasculaire par un expert.

#### Le filtre de Canny

Pour résoudre ce problème, on a fait appel au filtre de Canny. Le filtre de Canny est un opérateur qui utilise un algorithme multi-échelle dédié à la détection de contours dans une image.

Cette technique permet de réduire considérablement la quantité d'information contenue dans l'image en extrayant seulement les structures utiles. Ce filtre de Canny répond à plusieurs critères communs aux méthodes de détection de contour:

1. La détection de contour doit avoir un faible taux d'erreur, c'est-à-dire que le filtre doit détecter de manière précise le plus de contours possible.
2. L'opérateur doit localiser précisément le contour, en concordance avec le contour réel.
3. Chaque contour ne doit être détecté qu'une seule fois, et aucun faux contour ne doit être créé (faux positifs).

Le filtre de Canny doit son efficacité à la prise en compte des 3 critères d'optimisation de la détection de contour.

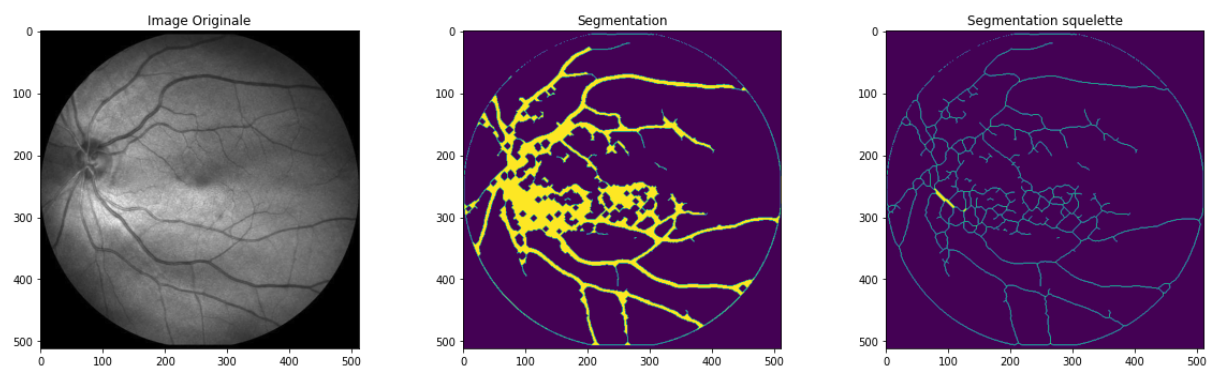
Le filtre de Canny se décompose en plusieurs étapes:

1. La première étape consiste à réduire le bruit de l'image en appliquant un filtre gaussien 2D à l'image. Cette étape permet de retirer les pixels isolés qui pourraient être détectés aux étapes suivantes. Ainsi on élimine les faux contours ou faux positifs. Il ne faut pas que la taille du filtre gaussien soit trop grande sinon l'erreur de localisation risque d'être importante.
2. On applique un gradient d'intensité pour détecter les intensités des contours.
3. Les contours se situent là où il y a une forte intensité du gradient. Pour détecter les contours on ne conservera que les maxima locaux du gradient d'intensité.
4. On seuille le gradient d'intensité par deux seuils : un seuil haut et un seuil bas. Le seuil haut conserve les contours les plus marqués.
5. On reconstruit les contours par hystérésis entre les deux seuillages réalisés précédemment:
  - Les points d'intensité supérieure au seuil haut sont conservés comme contour.
  - Les points d'intensité inférieure au seuil bas sont rejetés.
  - Les points d'intensité comprise entre le seuil haut et bas sont conservés.

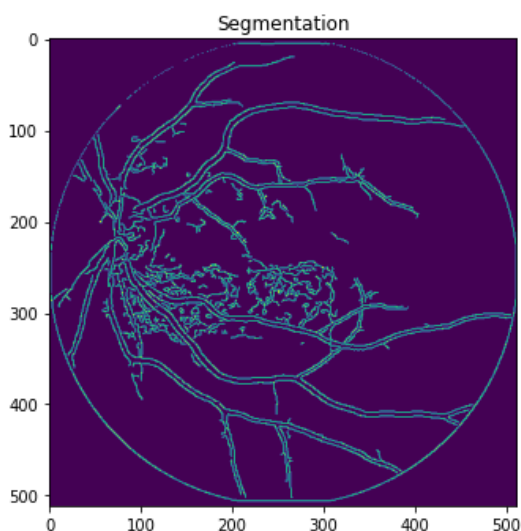
- comme contour seulement s'ils communiquent avec un point déjà accepté comme contour.

## Application et implémentation

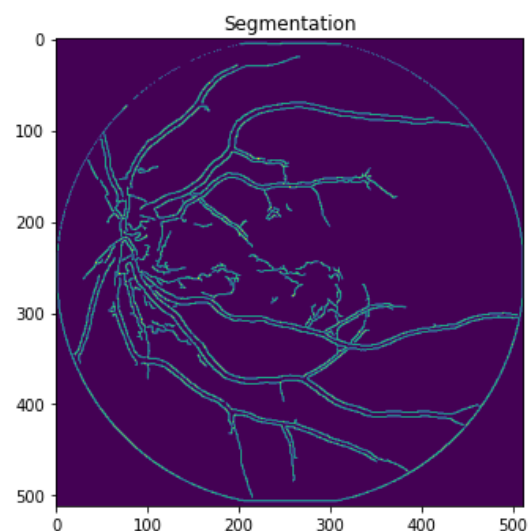
Ici on tente d'abord d'appliquer l'algorithme de canny tel quel, puis d'effectuer une série de dilations et érosions dans le but de remplir les contours des veines que l'algorithme aura repéré. Le souci est que la sortie de cet algorithme est bruitée et détecte de nombreux contours faux positifs dans la région centrale de la rétine. Ces faux positifs sont par la suite amplifiés par notre remplissage ce qui donne un résultat médiocre (mais qui a tout de même une accuracy de 0.83).



On va donc tenter dans ce nouvel essai de prétraiter notre image avant d'appliquer notre algorithme, pour éliminer ces faux positifs. On va donc commencer par appliquer un autre flou gaussien avec un paramètre sigma de 0.85 (plus sigma est grand plus notre image est floutée) pour lisser notre image et faire disparaître ces faux positifs.

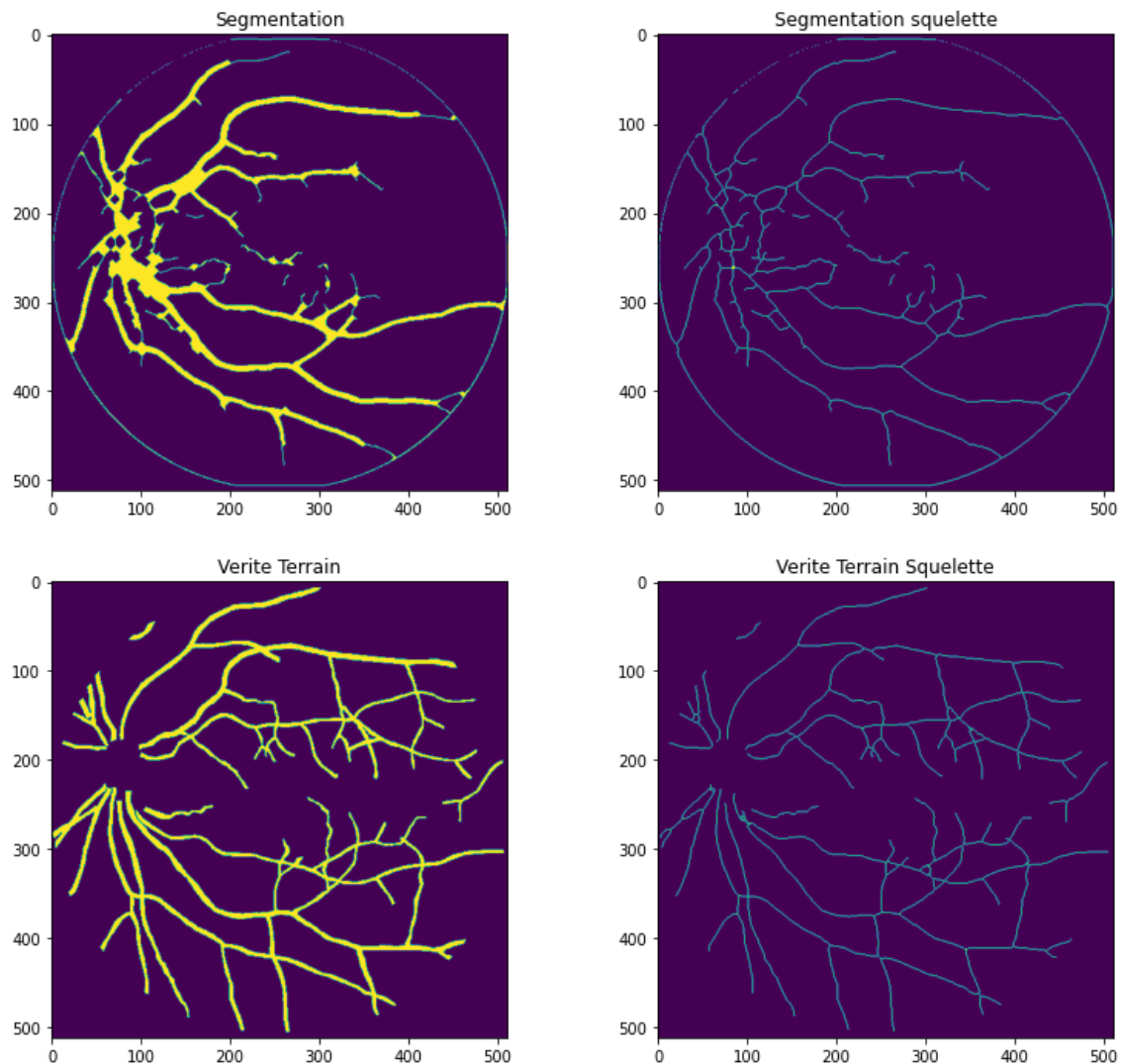


Avant



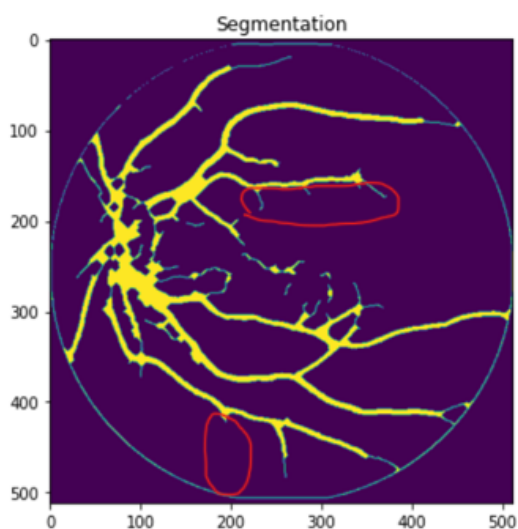
Après

Le résultat semble plus cohérent avec la réalité terrain de l'emplacement des capillaires, donc après remplissage on se retrouve avec le résultat suivant qui est satisfaisant :

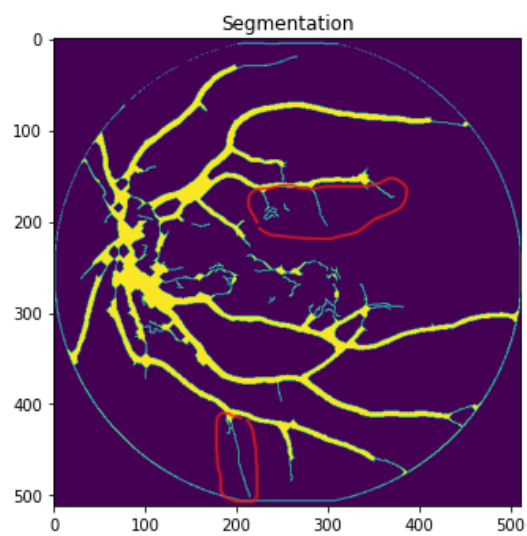


Nouvelle approche multiéchelle:

Cependant on remarque qu'avoir appliqué un flou conséquent en amont de l'algorithme de canny fait disparaître les capillaires les plus fins dont on aimerait bien retrouver la trace. On est alors confronté à un autre problème, lorsqu'on cherche à remplir nos grosses veines car ces fins capillaires vont fusionner entre eux et donner un résultat éloigné de la réalité. On va donc sommer deux images passées par un filtre de canny : une fortement floutée qu'on va dilater et éroder pour obtenir les larges veines de la rétine, et une image moins floutée qu'on va sommer sans lui apporter de modifications pour rendre compte de l'existence de ces fins capillaires.



# Avant



# Après

On remarque une baisse du score donné par la fonction d'évaluation du TP (passage de 0.86 => 0.84). Cependant cette fonction a des biais, et ce qu'il faut avant tout privilégier, c'est l'observation par un œil humain. Ainsi cette nouvelle segmentation semble rendre compte plus fidèlement de la réalité d'après nos observations donc nous avons décidé de la garder.

## Conclusion

Ainsi nous avons pu développer dans ce TP une méthode de segmentation efficace fondée sur l'algorithme de canny. Vous pourrez trouver les résultats de cette méthode sur les autres images du jeu de données en annexe de ce document (avec des scores de précision allant de 0.79 à 0.87). On remarque parfois l'apparition de légers artefacts qui fusionnent certains capillaires de taille intermédiaire des images, mais il est possible de corriger ces soucis en faisant varier les valeurs de sigma dans les filtres gaussiens.

## ANNEXE

