

MI206 - Géométrie Algorithmique Morphologie mathématique

KUNSCH Maxime

June 2025



Table des matières

1	Introduction	2
2	Raisonnement	2
2.1	Pré-traitement	2
2.2	Top-Hat multi-échelles	2
2.3	Image binaire	3
2.4	Composantes connexes	3
3	Résultats	4

1 Introduction

Le but de ce projet est de proposer une méthode automatique de segmentation du réseau vasculaire dans des images de rétine, exemple ci-dessous.

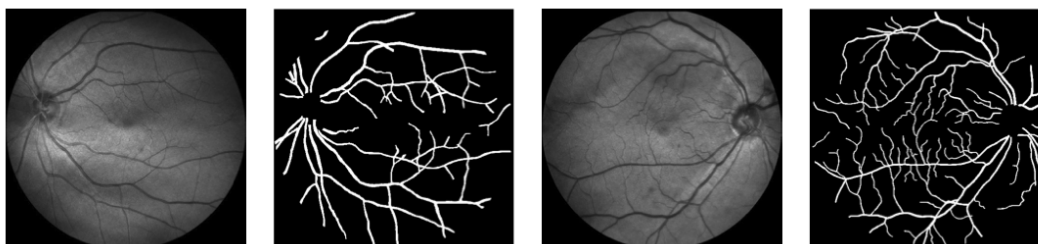


FIGURE 1 – Résultat attendu - Résultat dessiné par le médecin

Le programme sera écrit en Python, l'objectif est d'implémenter une succession de filtres ou d'actions sur l'image afin d'obtenir le résultat voulu.

2 Raisonnement

2.1 Pré-traitement

Le premier réflexe est d'inverser l'image, i.e. les pixels noirs deviennent blancs et inversement. En effet, nous nous intéressons au réseau vasculaire et ce dernier est noir sur les images. De plus, le filtre morphologique "top-hat"(que nous utilisons par la suite) est plus efficace sur des zones d'intérêts claires. On applique aussi un masque pour ne garder que la zone d'intérêt dans l'image.

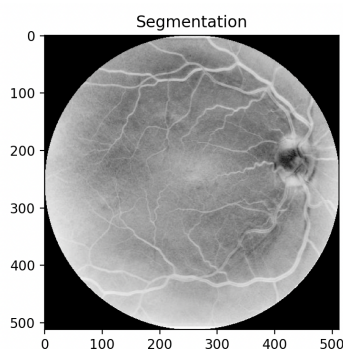


FIGURE 2 – Image inversée et masquée

2.2 Top-Hat multi-échelles

Le top-hat est le filtre morphologique qui me semblait le plus adapté, ce dernier permet d'augmenter le contraste entre l'arrière-plan et le réseau vasculaire.

Comme indiqué dans l'énoncé du TP j'ai aussi utilisé une approche multi-échelles. Pour ce faire, j'ai décidé de prendre trois éléments structurants en forme de disque(disque me donnait les meilleures performances) avec des rayons de tailles différentes(choisis après plusieurs essais, on prend les valeurs donnant les meilleurs résultats).

Pour chaque rayon, on applique le Top-Hat et on combine les résultats en prenant le maximum de chaque pixel sur l'ensemble des top-hats. Cela garantit la mise en évidence des vaisseaux de différentes tailles.

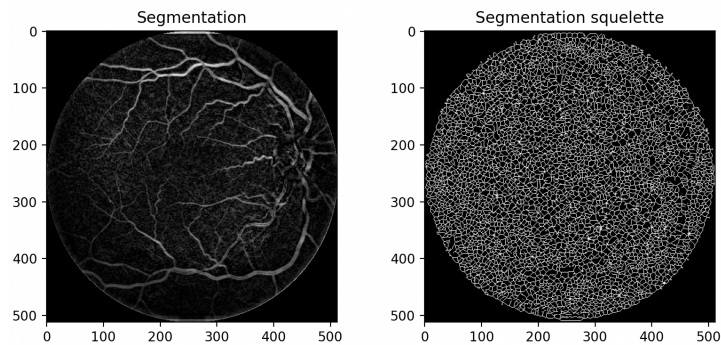


FIGURE 3 – Image bruitée après top-hat

2.3 Image binaire

J'ai ensuite utilisé un seuil d'intensité pour rendre l'image binaire (ici aussi, la valeur du seuil d'intensité a été choisie pour maximiser les performances), les pixels avec des valeurs inférieures au seuil deviennent noirs et les autres blancs.

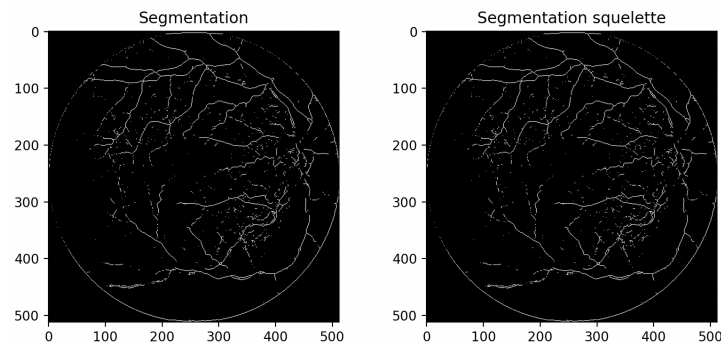


FIGURE 4 – Image binaire bruitée

2.4 Composantes connexes

J'ai ensuite remarqué que j'obtenais des petits bouts de pixels blancs seuls. Pour traiter ce problème que j'ai associé à du bruit, il faut également filtrer les composantes de taille inférieure à un certain seuil.

J'obtenais quelquefois des bouts blancs en dehors de ma zone d'intérêt, j'ai donc décidé d'utiliser une nouvelle fois le masque circulaire. J'obtiens une segmentation satisfaisante (visible dans la section Résultats).

3 Résultats

La précision mesure la proportion de pixels de vaisseaux correctement identifiés, tandis que le rappel mesure la proportion de pixels de vaisseaux réels qui ont été correctement identifiés. Ces deux métriques sont suffisantes pour montrer les performances de l'algorithme.

L'image segmentée et l'image de vérité terrain sont squelettisées pour se concentrer sur les pixels centraux des structures vasculaires pour l'évaluation.

Il est possible de modifier certaines valeurs de l'algorithme selon les préférences. Si on souhaite un modèle équilibré, avec une précision et un rappel élevés, nous obtenons la figure 5. Si nous souhaitons avoir une précision plus élevée et un rappel plus faible, nous obtenons la figure 6. À l'inverse, pour un rappel élevé et une précision faible, nous avons la figure 7.

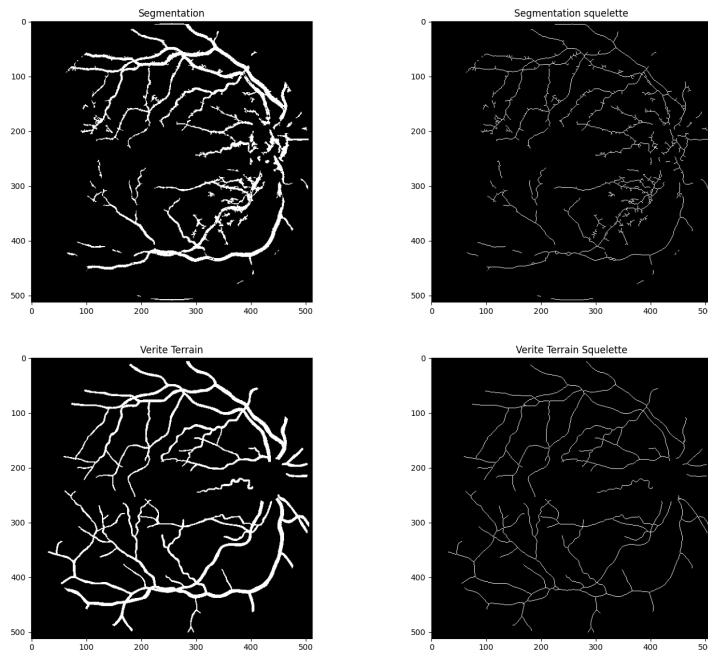


FIGURE 5 – Échelles = $[3,5,7]$, Seuil = 20, Component-size > 30, Accuracy = 0.73, Recall = 0.73

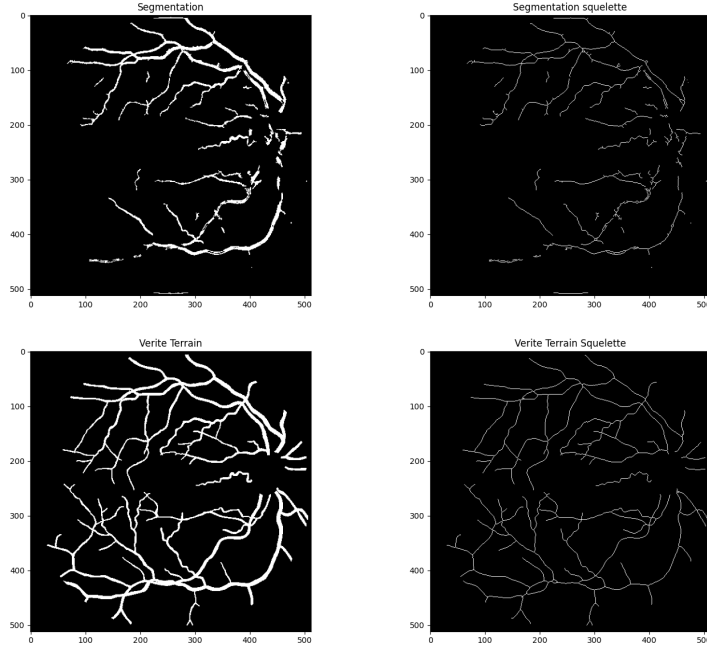


FIGURE 6 – Échelles = $[4,5,6]$, Seuil = 25, Component-size > 30 , Accuracy = 0.88, Recall = 0.56

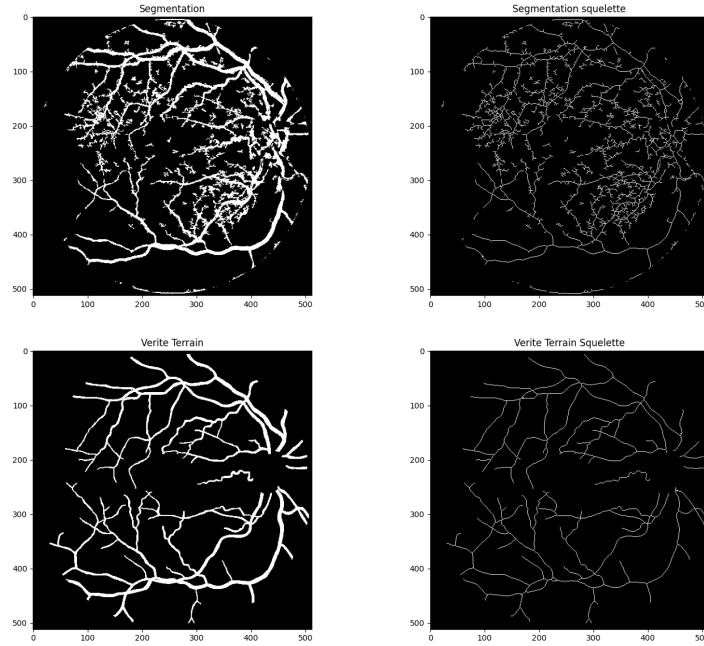


FIGURE 7 – Échelles = $[3,5,7]$, Seuil = 20, Component-size > 25 , Accuracy = 0.47, Recall = 0.87

Le choix le plus judicieux semble être le profil le plus équilibré, car ce dernier reste précis avec un bon rappel. Toutefois, le modèle avec un rappel plus élevé peut permettre à un médecin de voir tout le réseau et d'ensuite peaufiner la précision.

Pour améliorer cet algorithme, on pourrait essayer d'optimiser encore les paramètres ou envisager d'utiliser des réseaux de neurones, même si cette deuxième approche est plus coûteuse en ressources et en temps de calcul.