



Analyse et traitement d'images

Compte-rendu TP2

Opérations morphologiques sur des images

Louis Jean
Master 1 IMAGINE
Université de Montpellier
N° étudiant : 21914083

02 février 2024

Table des matières

1	Introduction	3
2	Seuillage et érosion d'une image binaire	4
2.1	Seuillage	4
2.2	Érosion	5
3	Dilatation d'une image binaire	6
4	Fermeture et ouverture d'une image binaire	7
4.1	Fermeture	7
4.2	Ouverture	8
4.3	Fermeture puis ouverture	9
4.4	Ouverture puis fermeture	9
4.5	Application de 3 dilatations, 6 érosions puis 3 dilatations . . .	10
5	Segmentation d'une image	11

6	Bonus : extension aux images en niveaux de gris, puis en couleur	12
6.1	Niveaux de gris	12
6.1.1	Érosion	13
6.1.2	Dilatation	14
6.1.3	Fermeture	15
6.1.4	Ouverture	16
6.2	Couleur	17
6.2.1	Érosion	18
6.2.2	Dilatation	19
6.2.3	Fermeture	20
6.2.4	Ouverture	21
7	Conclusion	21

1 Introduction

L'objectif principal de ce TP était de manipuler et de traiter des images en explorant les techniques de seuillage, d'érosion, de dilatation ainsi que les opérations de fermeture et ouverture sur des images binaires, en niveaux de gris puis en couleur. Jusqu'au cas des images couleur, j'ai choisi d'utiliser l'image *coins.pgm* pour faire les traitements, qui est une image de taille 128x128 pixels et au format pgm. Pour tout le TP, j'ai choisi de prendre un **élément structurant en croix**, ce qui signifie que seuls les pixels directement connectés à un pixel central (**haut, bas, gauche, droite**) sont considérés.



Figure 1: coins.pgm

2 Seuillage et érosion d'une image binaire

2.1 Seuillage

Dans un premier temps, il a fallu réaliser un seuillage sur *coins.pgm* afin d'obtenir une image binaire sur laquelle travailler.

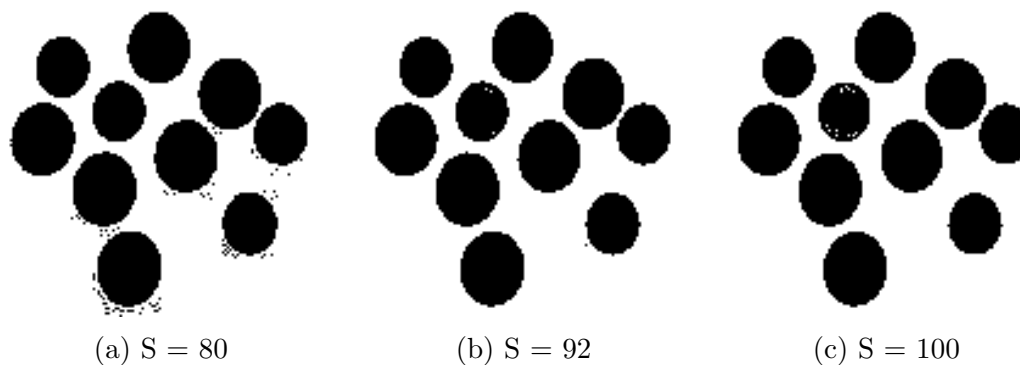


Figure 2: Différentes valeurs de seuil

J'ai choisi $S = 92$ comme seuil car je trouve que c'est l'image la plus intéressante, elle comporte des trous dans certains objets et aussi des points isolés dans le fond de l'image. **N.B :** on aurait pu transformer l'image au format pbm pour réduire la taille en bits de l'image (plus qu'un seul bit par pixel) et avoir une vraie image binaire.

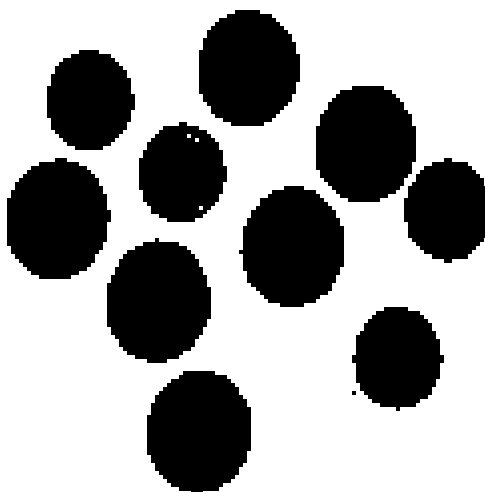


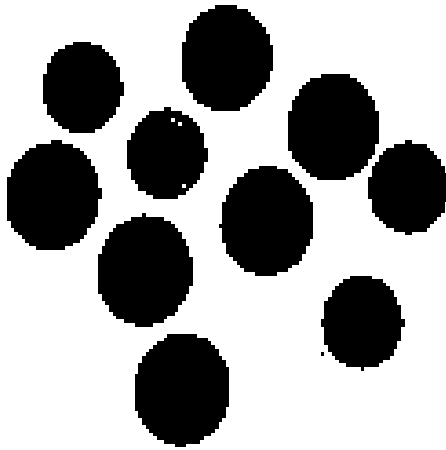
Figure 3: Image binaire *coins_binaire.pgm* choisie pour la suite

2.2 Érosion

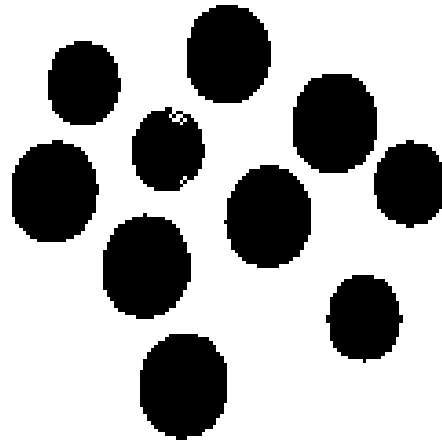
L'érosion est une opération morphologique qui vise à rétrécir ou à éliminer certaines parties des objets dans une image. Elle fonctionne en faisant glisser un élément structurant sur l'image et en conservant le pixel central uniquement si tous les pixels sous l'élément structurant correspondent à ceux de l'objet. L'érosion est particulièrement utile pour éliminer de petits bruits et pour séparer des objets qui sont légèrement connectés ou pour diminuer la taille des objets.

Pseudo-code de l'érosion binaire :

1. Parcourir chaque pixel de l'image binaire.
2. Pour chaque pixel, vérifier si au moins un des pixels sous l'élément structurant n'est pas un pixel d'objet (valeur différente de 0).
3. Si c'est le cas, le pixel est éliminé (mis à 255), car cela indique la présence d'un pixel de fond sous l'élément structurant. Sinon, si tous les pixels sous l'élément structurant sont des pixels d'objet (0), le pixel central est conservé comme pixel d'objet (mis à 0).



(a) Image témoin



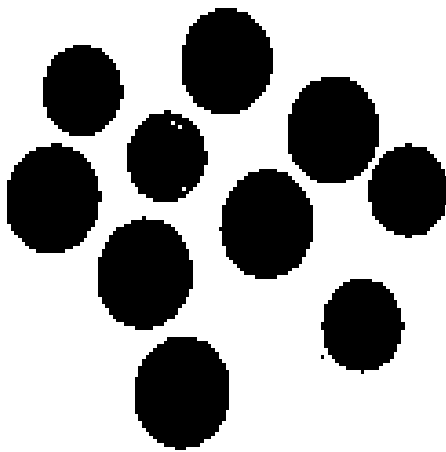
(b) Image obtenue après une érosion binaire

3 Dilatation d'une image binaire

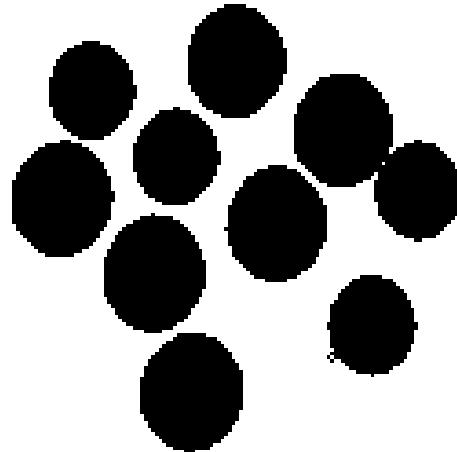
La dilatation est une autre opération morphologique qui a pour effet d'agrandir les régions d'objets dans une image. Contrairement à l'érosion, la dilatation ajoute des pixels aux contours extérieurs des objets. Elle est réalisée en faisant glisser un élément structurant sur l'image et en affectant la couleur de l'objet au pixel central si au moins un des pixels sous l'élément structurant appartient à l'objet. La dilatation est utile pour combler de petits trous dans les objets et pour connecter des régions légèrement séparées.

Pseudo-code de la dilatation binaire :

1. Parcourir chaque pixel de l'image binaire.
2. Pour chaque pixel, vérifier si au moins un des pixels sous l'élément structurant est un pixel d'objet (valeur de 0).
3. Si c'est le cas, le pixel est transformé en pixel d'objet (mis à 0), car cela indique la connexion avec un pixel d'objet sous l'élément structurant. Sinon, si aucun des pixels sous l'élément structurant n'est un pixel d'objet, le pixel central est conservé comme pixel de fond (mis à 255).



(a) Image témoin

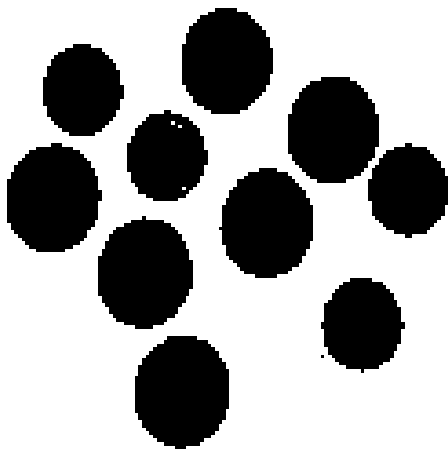


(b) Image obtenue après une dilatation binaire

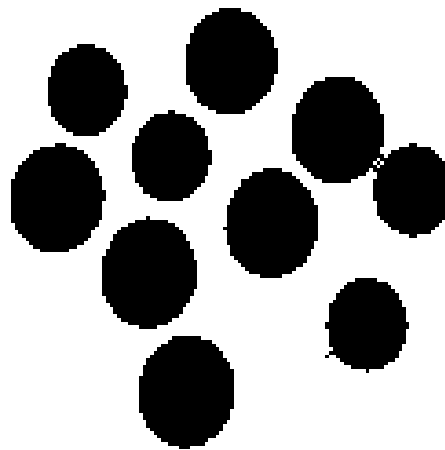
4 Fermeture et ouverture d'une image binaire

4.1 Fermeture

L'opération de fermeture consiste à enchaîner une dilatation puis une érosion. Cette séquence spécifique est utilisée pour combler les petites perforations et fissures dans les régions d'objets, ainsi que pour connecter des régions adjacentes légèrement séparées. En dilatant d'abord, les objets s'élargissent et les petits trous ou espaces entre les objets peuvent se fermer. En effectuant ensuite une érosion, les contours des objets sont réduits à leur taille d'origine, mais les trous et interruptions qui étaient présents avant la dilatation ne réapparaissent pas.



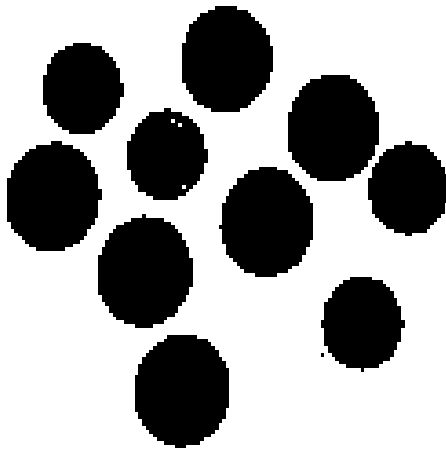
(a) Image témoin



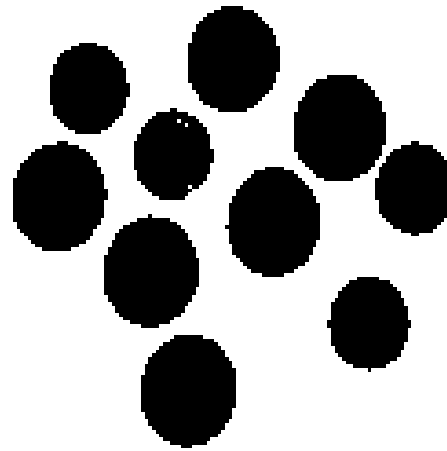
(b) Image obtenue après une
fermeture binaire

4.2 Ouverture

L'opération d'ouverture est le processus inverse de la fermeture et consiste à effectuer une érosion suivie d'une dilatation. Cette séquence est utilisée pour éliminer les petites saillies et ponts de pixels sur les objets sans affecter significativement leur taille globale. L'érosion initiale supprime les détails fins et détache les objets proches, tandis que la dilatation subséquente restaure la taille des objets érodés mais ne ramène pas les détails éliminés.

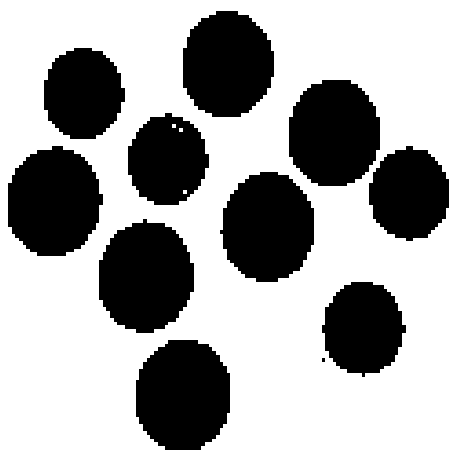


(a) Image témoin

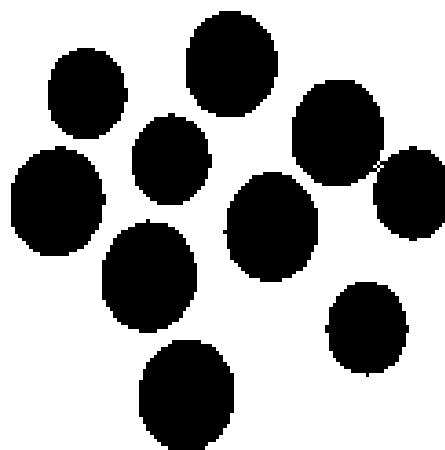


(b) Image obtenue après une
ouverture binaire

4.3 Fermeture puis ouverture

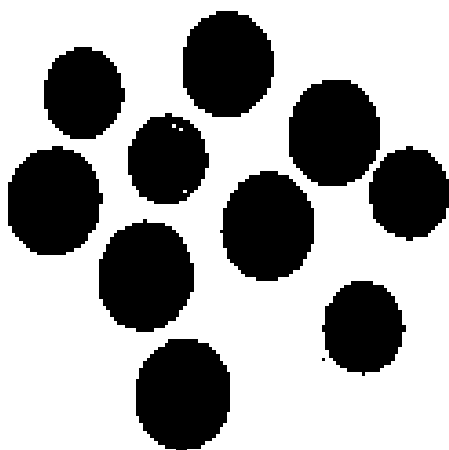


(a) Image témoin

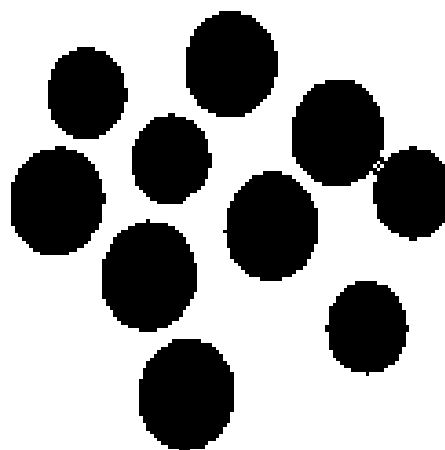


(b) Image obtenue après une
fermeture binaire puis une ouverture
binaire

4.4 Ouverture puis fermeture



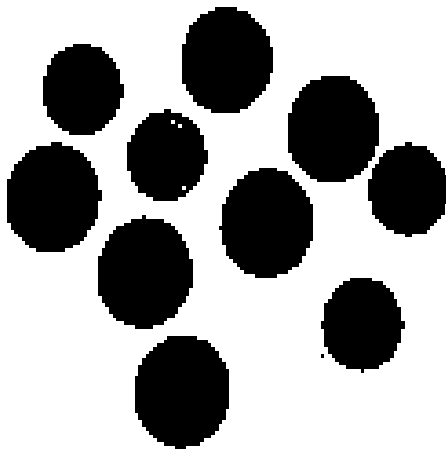
(a) Image témoin



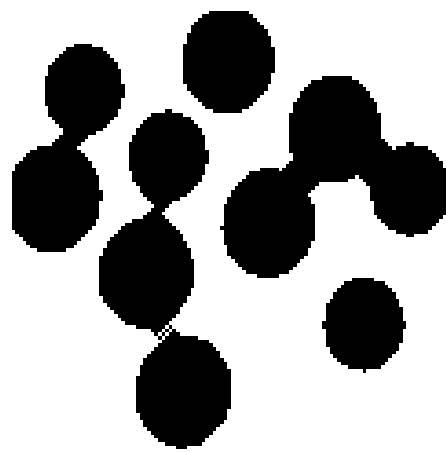
(b) Image obtenue après une
ouverture binaire puis une fermeture
binaire

4.5 Application de 3 dilatations, 6 érosions puis 3 dilatations

Pour cette étape, il était demandé d'appliquer 3 dilatations, 6 érosions puis 3 dilatations sur une même image, et de comparer l'application successive des programmes **erosion.cpp** et **dilatation.cpp** avec l'exécution d'un programme qui fait directement ces traitements successifs. Je n'ai constaté aucune différence entre les deux méthodes. Après application du cycle d'opérations, l'image résultante révèle des changements notables. Les formes initialement isolées se sont agrandies, se sont rapprochées ou ont fusionné, créant ainsi des structures plus grandes et moins nombreuses.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après 3 dilatations, 6 érosions puis 3 dilatations à nouveau

5 Segmentation d'une image

Dans cette phase, la plus intéressante et la plus visuelle à mes yeux, l'objectif était de dessiner les contours des objets d'une image binaire. Ce processus a permis d'isoler les frontières des objets et de produire une carte des contours, facilitant la visualisation de la structure et de la disposition des objets dans l'image. Je pense que cette technique ouvre la voie à la reconnaissance de formes dans les images, j'aurai aimé avoir le temps de me pencher sur son utilisation en niveaux de gris et en couleur, si elle est possible.

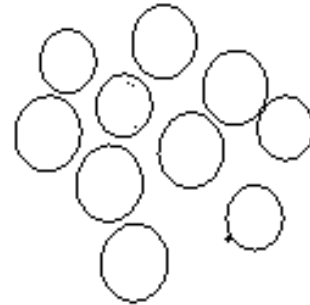
```
1 Pseudo-code pour la segmentation d'image :  
2  
3 1. Lire l'image seuillée et l'image dilatée.  
4 3. Pour chaque pixel dans les images :  
5   a. Si le pixel de l'image seuillée et le pixel de l'image  
6      dilatée sont tous les deux blancs (fond),  
7      alors définir le pixel correspondant dans l'image de ré  
8      sultat comme blanc (fond).  
9   b. Si le pixel de l'image seuillée est noir (objet) et le  
      pixel de l'image dilatée est blanc (fond),  
      alors définir le pixel correspondant dans l'image de ré  
      sultat comme noir (contour de l'objet).  
   c. Dans tous les autres cas, définir le pixel  
      correspondant dans l'image de résultat comme blanc (fond).
```



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après
une dilatation binaire



(c) Différence entre
l'image binaire de base
et l'image dilatée une
fois

6 Bonus : extension aux images en niveaux de gris, puis en couleur

6.1 Niveaux de gris

Étendons désormais notre exploration aux images en niveaux de gris. Pour cela, j'ai simplement repris l'image de base (avant seuil donc) *coins.pgm*.



Figure 12: coins.pgm

6.1.1 Érosion

L'érosion en niveaux de gris réduit la luminosité des pixels en fonction des pixels voisins, en appliquant un élément structurant sur chaque pixel de l'image. Contrairement à l'érosion binaire, elle prend en compte l'intensité des pixels. Pour chaque pixel, l'opération d'érosion en niveaux de gris sélectionne la valeur minimale parmi les pixels couverts par l'élément structurant. Cela a pour effet de "creuser" les zones claires tout en préservant ou en accentuant les zones sombres, idéal pour mettre en évidence les contours sombres et éliminer les petites variations de luminosité.

Pseudo-code de l'érosion en niveaux de gris :

1. Parcourir chaque pixel de l'image en niveaux de gris.
2. Pour le pixel courant, considérer l'ensemble des valeurs des pixels qui se trouvent sous l'élément structurant.
3. Attribuer au pixel courant la valeur minimale trouvée.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une érosion en niveaux de gris

6.1.2 Dilatation

La dilatation en niveaux de gris est une opération morphologique qui augmente la luminosité des pixels en se basant sur la valeur maximale des pixels voisins, en appliquant un élément structurant sur chaque pixel de l'image. Cela contraste avec la dilatation binaire où seul l'état des pixels (blanc ou noir) est considéré.

Pour chaque pixel, la dilatation en niveaux de gris remplace la valeur du pixel par la valeur maximale parmi celles des pixels couverts par l'élément structurant. Cet effet "élargit" les zones claires et peut combler les petites zones sombres, utile pour connecter les régions proches et pour combler les trous dans les régions sombres des objets.

Pseudo-code de l'érosion en niveaux de gris :

1. Parcourir chaque pixel de l'image en niveaux de gris.
2. Pour le pixel courant, considérer l'ensemble des valeurs des pixels qui se trouvent sous l'élément structurant.
3. Attribuer au pixel courant la valeur minimale trouvée.



(a) Image témoin



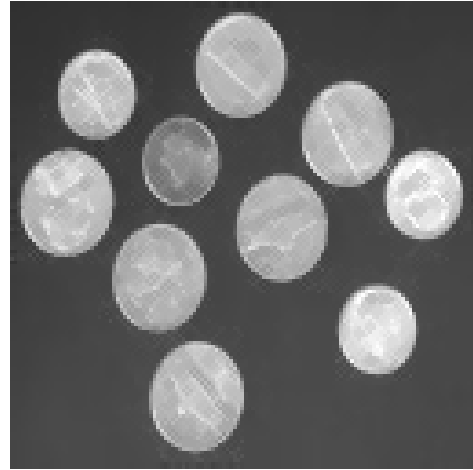
(b) Image obtenue après une dilatation en niveaux de gris

6.1.3 Fermeture

La fermeture en niveaux de gris, combinant dilatation puis érosion, sert à lisser les contours des objets, à combler les petites lacunes et à fusionner les régions proches. Elle accentue les régions claires tout en minimisant les zones sombres plus petites.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une
fermeture en niveaux de gris

6.1.4 Ouverture

L'ouverture en niveaux de gris, réalisée par une érosion suivie d'une dilatation, élimine les irrégularités mineures et sépare les objets faiblement unis. Elle atténue les pics de luminosité sans réduire de manière significative la taille des objets principaux.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une ouverture en niveaux de gris

6.2 Couleur

Pour l'extension aux images en couleur, j'ai du changer d'image car je ne possédais pas de version couleur de coins.pgm. J'ai donc choisi une photo de billes trouvée sur internet, que j'ai rognée à la taille 512x512 pixels et convertie au format ppm.



Figure 17: billes.ppm

6.2.1 Érosion

L'érosion en couleur affine les caractéristiques des images en réduisant les pixels en fonction de leurs voisins, avec une approche spécifique pour chaque canal de couleur. Pour chaque canal de couleur et chaque pixel, l'opération sélectionne la valeur minimale parmi les pixels correspondants sous l'élément structurant, diminuant ainsi la luminosité ou l'intensité de la couleur. Cela peut aider à souligner les frontières entre les objets colorés.

Pseudo-code de l'érosion en couleur :

1. Parcourir chaque pixel de l'image couleur.
2. Pour chaque canal de couleur et pour le pixel courant, considérer l'ensemble des valeurs des pixels sous l'élément structurant.
3. Attribuer au pixel courant la valeur minimale trouvée pour chaque canal de couleur.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une érosion en couleur

6.2.2 Dilatation

La dilatation en couleur étend les caractéristiques des images en augmentant les pixels en fonction de leurs voisins pour chaque canal de couleur séparément. L'opération considère l'intensité de la couleur en sélectionnant la valeur maximale des pixels sous l'élément structurant, ce qui a pour effet d'augmenter la taille des objets et de combler les petites zones sombres. Cela renforce la visibilité des régions colorées et peut aider à connecter des éléments colorés proches les uns des autres.

Pseudo-code de la dilatation en couleur :

1. Parcourir chaque pixel de l'image couleur.
2. Pour chaque canal de couleur et pour le pixel courant, considérer l'ensemble des valeurs des pixels sous l'élément structurant.
3. Attribuer au pixel courant la valeur maximale trouvée pour chaque canal de couleur.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une dilatation en couleur

6.2.3 Fermeture

La fermeture en couleur, qui enchaîne une dilatation suivie d'une érosion sur chaque canal de couleur individuellement, est utilisée pour harmoniser les variations de couleur, combler les interstices et unifier les régions colorées adjacentes.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une
fermeture en couleur

6.2.4 Ouverture

L'ouverture en couleur, réalisant une érosion suivie d'une dilatation sur chaque canal de couleur séparément, vise à éliminer les petites anomalies de couleur et à détacher les éléments colorés proches sans altérer significativement la taille globale des objets principaux.



(a) Image témoin



(b) Image obtenue après une
ouverture en couleur

7 Conclusion

Ce travail pratique m'a permis d'approfondir mes connaissances et compétences dans le traitement d'images, en explorant diverses opérations morphologiques telles que l'érosion, la dilatation ainsi que la fermeture et l'ouverture, en passant par la segmentation. L'application de ces techniques sur des images binaires, en niveaux de gris et en couleur, a démontré leur puissance et leur utilité dans la manipulation et l'amélioration des images. Ce TP a donc été une occasion précieuse d'acquérir une compréhension plus profonde des opérations fondamentales en traitement d'images et de leurs applications pratiques.

Merci pour le temps et l'attention que vous avez consacrés à la lecture de ce compte-rendu.