

Quebec, Canada
Université du Québec à Chicoutimi
Département Informatique et Mathématique (DIM)



8INF804 - Automne 2024

VISION ARTIFICIELLE ET TRAITEMENT DES IMAGES

TP2

Granulify - Isolation et analyse des grains minéraux.

Abdoul-Wahabou HAROUNA TIAMBOU

awhtiambou@etu.uqac.ca

Code permanent: HARA03020300

Github : https://github.com/harounatiambou00/8INF804_TP2

I. Introduction.....	3
II. Méthodologie.....	3
1. Prétraitement de l'image.....	3
a. Amélioration du contraste avec CLAHE.....	3
b. Réduction du bruit avec le filtre bilatéral.....	4
2. Segmentation.....	4
a. Clustering des pixels avec KMeans.....	4
b. Segmentation en superpixels avec SLIC.....	5
3. Extraction des caractéristiques.....	6
a. Moyenne des valeurs de couleur pour chaque canal.....	6
b. Écart-type des valeurs de couleur pour chaque canal (Bonus :).....	6
III. Résultats.....	6
1. Segmentation des Grains de Minéraux.....	6
2. Extraction des Caractéristiques.....	7
3. Analyse des Résultats.....	7
IV. Difficultés rencontrées.....	8
V. Conclusion.....	8

I. Introduction

L'objectif de ce projet était de développer une méthode de détection et d'analyse des grains de minéraux dans des images pour en extraire des caractéristiques spécifiques. Nous disposions de 9 images montrant des grains de minéraux variés sur fond noir, chacun présentant des différences de couleur, de taille et de forme.

Le projet comporte deux étapes essentielles : d'abord, la segmentation de chaque minéral dans l'image, en utilisant des filtres et des transformations pour isoler clairement les contours de chaque grain. Ensuite, une analyse de chaque segment permettait de calculer des caractéristiques précises, notamment la moyenne des valeurs de couleur pour chaque canal.

Ce rapport présente les méthodes de traitement d'image adoptées, les algorithmes employés pour réaliser cette segmentation et cette analyse, les résultats obtenus ainsi que les difficultés rencontrées.

II. Méthodologie

Notre algorithme de segmentation et d'analyse des grains de minéraux repose sur une série d'étapes de traitement d'image. Chaque étape est conçue pour isoler les grains de manière efficace et extraire leurs caractéristiques colorimétriques. Nous détaillons ci-dessous chaque phase de l'algorithme, avec des illustrations à chaque étape.

1. Prétraitement de l'image

Le prétraitement est une étape cruciale pour optimiser la qualité de l'image avant la segmentation. Nous avons appliqué deux transformations principales pour améliorer le contraste et réduire le bruit, tout en préservant les contours des grains de minéraux.

a. Amélioration du contraste avec CLAHE

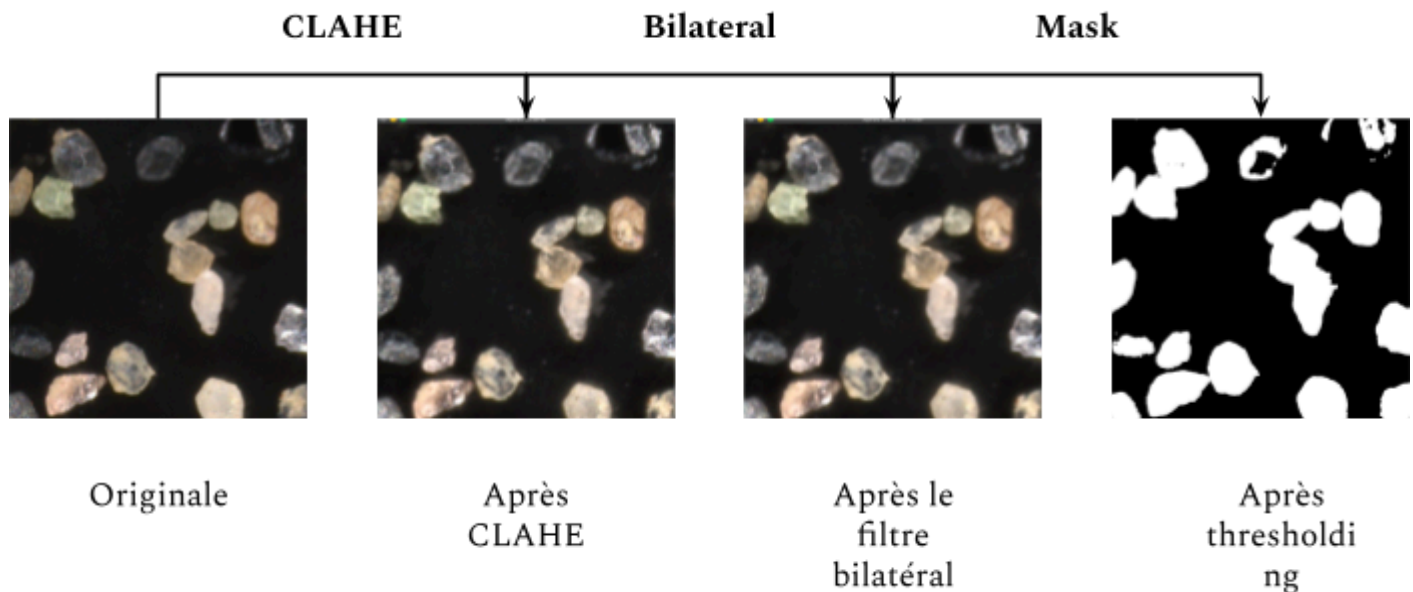
Le CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) est une méthode d'égalisation d'histogramme qui améliore le contraste de manière adaptative. Contrairement à une égalisation classique, CLAHE agit localement, ce qui est particulièrement utile dans des images où le contraste est faible ou où les grains sont peu visibles.

Dans notre cas, l'application de CLAHE sur le canal de luminosité de l'espace de couleur LAB a permis de rendre les grains plus visibles sur le fond noir sans surexposer l'image.

b. Réduction du bruit avec le filtre bilatéral

Le filtre bilatéral est un filtre non linéaire qui adoucit l'image tout en préservant les contours. En filtrant les pixels en fonction de leur similarité en termes de couleur et de proximité spatiale, ce filtre conserve les bords tout en réduisant le bruit, ce qui est particulièrement utile pour des images contenant des détails fins, comme des grains de minéraux.

Après l'application de ce filtre, les grains sont moins bruités mais leurs contours restent bien définis, facilitant ainsi la détection des contours dans les étapes suivantes.

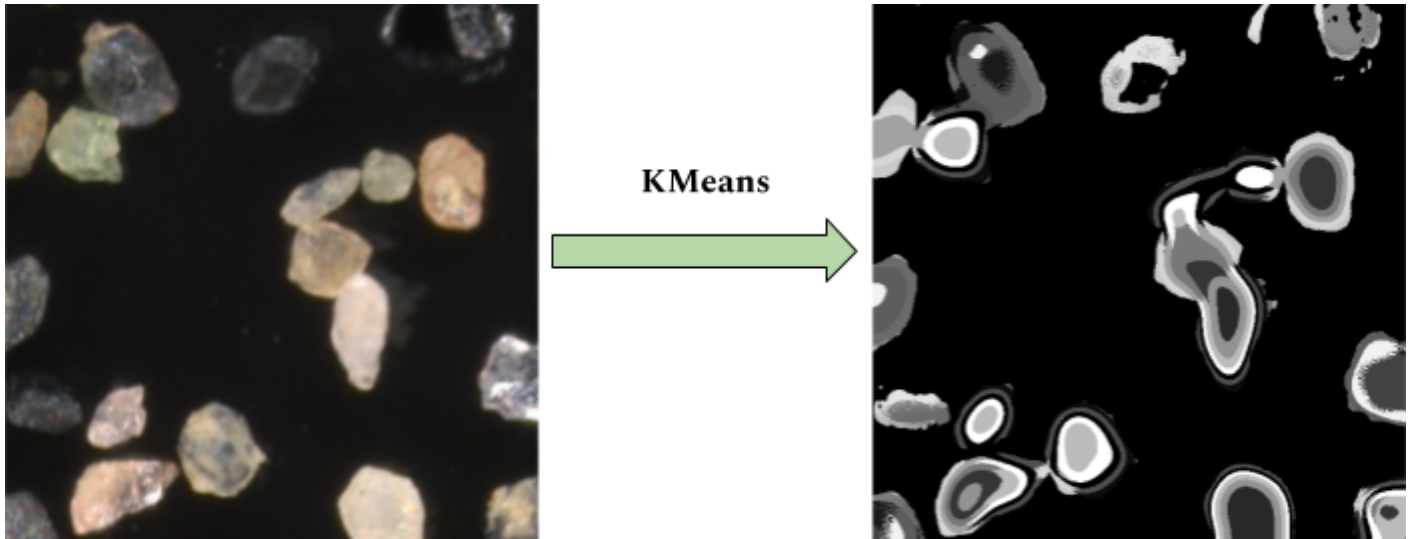


2. Segmentation

a. Clustering des pixels avec KMeans

Le clustering **KMeans** est un algorithme de classification qui regroupe les pixels en fonction de leurs couleurs. Dans ce projet, les pixels de l'image ont été convertis dans les espaces de couleur LAB et HSV, et chaque pixel a été associé à un cluster de couleur.

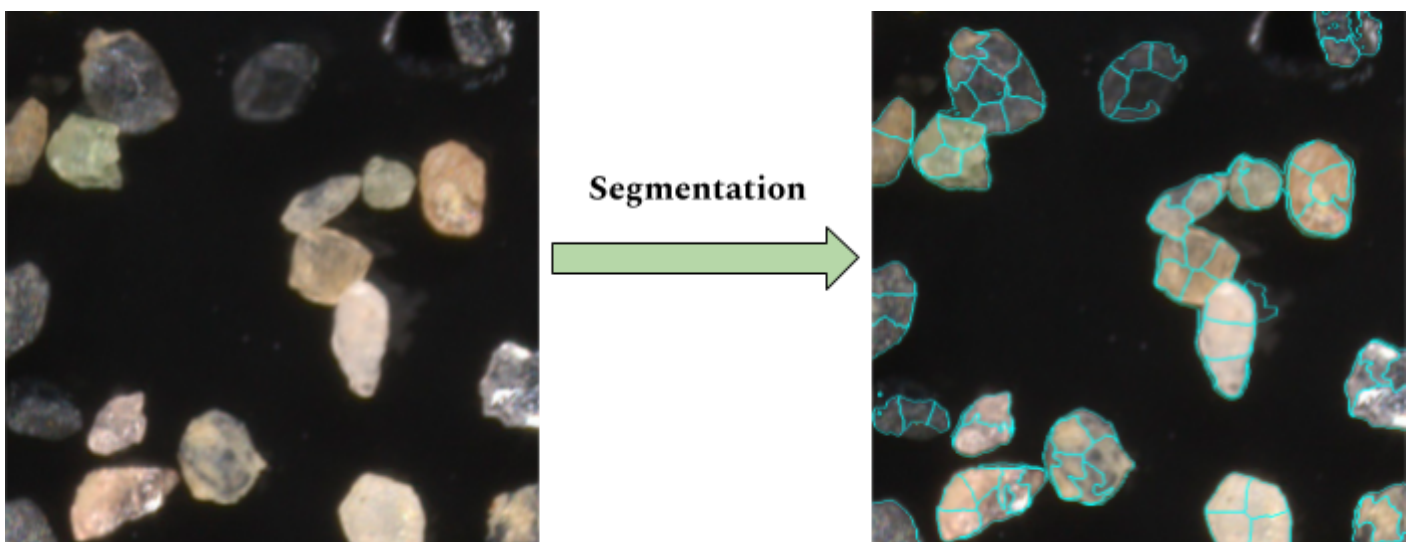
Ce clustering simplifie l'image en regroupant des pixels similaires, facilitant ainsi la segmentation des zones correspondant aux grains de minéraux. Les clusters sont ainsi répartis entre le fond noir et les différentes couleurs des grains.



b. Segmentation en superpixels avec SLIC

SLIC (Simple Linear Iterative Clustering) est un algorithme de segmentation qui génère des superpixels en regroupant les pixels de manière cohérente spatialement. Cet algorithme est particulièrement utile pour les images à texture ou contenant plusieurs objets de tailles différentes.

Chaque superpixel correspond à une zone homogène dans l'image, délimitant ainsi les contours de chaque grain de minéral. Nous avons configuré SLIC pour produire environ 300 segments, ce qui nous permet d'obtenir une délimitation détaillée pour chaque grain. Afin de réduire le bruit et d'éliminer les segments indésirables, un filtre a été appliqué pour retirer les superpixels contenant moins de 500 pixels.



3. Extraction des caractéristiques

a. Moyenne des valeurs de couleur pour chaque canal

Pour chaque segment, nous avons calculé la moyenne des valeurs de couleur pour chaque canal (B, G, R) afin d'obtenir une représentation couleur moyenne de chaque grain. Cette moyenne de couleur peut être utilisée pour classifier les grains selon leur couleur dominante et pour détecter des variations de composition entre les grains.

Ce calcul est particulièrement utile pour différencier les grains selon leur teinte dominante, permettant ainsi une analyse comparative entre les types de minéraux présents dans l'image.

b. Écart-type des valeurs de couleur pour chaque canal (Bonus :)

L'écart-type de chaque canal de couleur (B, G, R) a également été calculé pour mesurer la variation de couleur au sein de chaque grain. Un écart-type faible indique une couleur homogène, tandis qu'un écart-type élevé peut indiquer des variations dans la texture ou la composition du grain.

Cette information permet de mieux comprendre l'uniformité de chaque grain et peut également servir à distinguer des grains de textures différentes ou présentant des motifs internes.

III. Résultats

Notre algorithme a été testé sur plusieurs images de grains de minéraux afin d'évaluer son efficacité à segmenter et à extraire des caractéristiques pertinentes. Voici un résumé des résultats obtenus, accompagné d'exemples illustrant les étapes finales de segmentation et d'analyse.

1. Segmentation des Grains de Minéraux

L'algorithme de segmentation a permis de délimiter chaque grain de minéral de manière précise, comme le montrent les exemples ci-dessous. Les contours des grains sont bien définis, ce qui facilite l'extraction des caractéristiques de chaque segment.

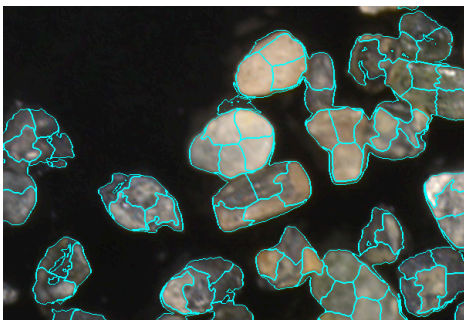


Illustration : Exemple d'image segmentée avec contours (grains de minéraux délimités).

Description : Dans cet exemple, les contours des grains sont

bien visibles, montrant que l'algorithme a correctement isolé les grains du fond. Chaque segment est représenté par un contour net, permettant une analyse indépendante de chaque grain.

2. Extraction des Caractéristiques

Pour chaque grain détecté, notre algorithme a extrait les caractéristiques colorimétriques suivantes : moyenne et écart-type des valeurs des canaux B, G et R. Ces informations offrent un aperçu quantitatif de chaque grain, permettant ainsi une comparaison entre les grains et une analyse détaillée.

- **Exemple de caractéristiques extraites :**

	Superpixel	Moyenne de B	Moyenne de G	Moyenne de R	Écart type de B	Écart type de G	Écart type de R
0	10	0.144597	0.170119	0.199442	3.909384	4.593815	5.373506
1	15	0.252367	0.277622	0.279144	4.232407	4.630830	4.664191
2	18	0.288581	0.342047	0.340356	4.450845	5.211381	5.190484
3	22	0.347219	0.421419	0.446044	5.289092	6.379361	6.779310
4	32	0.653278	0.769061	0.875794	9.933300	11.680194	13.293668

Description : Le tableau ci-dessus montre un extrait du fichier CSV généré par l'algorithme, où chaque ligne correspond à un grain segmenté. Les valeurs moyennes et les écarts-types des canaux de couleur indiquent les variations internes de chaque grain, offrant ainsi une base pour des comparaisons entre les grains.

3. Analyse des Résultats

Les résultats de segmentation et d'extraction des caractéristiques montrent que l'algorithme fonctionne efficacement pour isoler et analyser les grains de minéraux. Voici quelques observations notables :

- **Précision de la Segmentation :** L'algorithme a bien délimité les grains dans la majorité des images, avec des contours clairs qui facilitent l'analyse individuelle. Cependant, quelques petits segments indésirables ont parfois été générés dans des zones très bruitées.
- **Variation des Couleurs :** Les moyennes et écarts-types montrent des variations de couleur d'un grain à l'autre, reflétant les différences de composition et de texture des grains. Ces informations peuvent être utilisées pour classer les grains selon leur couleur dominante et leur homogénéité.

- **Limites et Améliorations** : Dans certains cas, des grains très proches ou partiellement superposés n'ont pas été parfaitement segmentés, ce qui pourrait être amélioré en ajustant les paramètres du filtre bilatéral ou en appliquant un post-traitement pour fusionner les petits segments proches.

IV. Difficultés rencontrées

Plusieurs défis ont été rencontrés lors du développement de l'algorithme :

1. **Qualité des Images** : Les variations de contraste et la présence de bruit ont compliqué la segmentation, nécessitant des ajustements dans le prétraitement.
2. **Paramétrage des Algorithmes** : Trouver les bons paramètres pour KMeans et SLIC a été complexe, notamment pour obtenir des contours précis sans générer de petits segments non désirés.
3. **Proximité des Grains** : Les grains très proches ou légèrement superposés étaient difficiles à isoler individuellement, entraînant parfois des segments fusionnés.

Ces obstacles ont exigé des ajustements itératifs pour améliorer la précision et la fiabilité des résultats.

V. Conclusion

L'algorithme développé pour la segmentation et l'analyse des grains de minéraux a permis d'isoler efficacement chaque grain et d'en extraire des caractéristiques colorimétriques utiles. Malgré quelques défis, comme la gestion du bruit et la proximité des grains, les résultats obtenus sont satisfaisants et offrent une base solide pour une analyse plus approfondie des échantillons. Des ajustements futurs pourraient encore améliorer la précision de la segmentation, notamment pour des images de qualité variable ou avec des grains très rapprochés.