



UNIVERSITÉ NATIONALE DU VIETNAM HANOI  
INSTITUT FRANCOPHONE INTERNATIONAL

OPTION : SYSTÈMES INTELLIGENTS ET  
MULTIMÉDIA (SIM 28)

# TP: Compter des objets dans images

## Traitement d'images

**Rédigé par :**

- TCHOUTOUO TCHEUNJIO Yvan Valdes

**Professeur :**

Mme NGUYEN Thi Oanh  
oanhnt@soict.hust.edu.vn

**Année universitaire :**

2025 - 2026

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Description de la Chaîne de Traitement.....</b>	<b>3</b>
❖ Étape 1.1 : Prétraitement – Réduction du Bruit.....	3
❖ Étape 1.2 : Segmentation – Seuillage Adaptatif.....	4
❖ Étape 1.3 : Post-traitement – Nettoyage Morphologique.....	4
❖ Étape 1.4 : Analyse – Étiquetage et Dénombrement.....	4
<b>2. Analyse Détaillée des Résultats par Image.....</b>	<b>5</b>
a. Image de Référence (Fond Homogène).....	5
Figure 1: Chaîne de traitement de l'image avec fond homogène.....	6
b. Image avec Bruit "Poivre et Sel".....	6
Figure 2: Chaîne de traitement de l'image avec Bruit "Poivre et Sel".....	7
c. Image à Fond Non-Uniforme.....	7
Figure 3: Chaîne de traitement de l'image avec Fond Non-Uniforme.....	8
d. Image à Grains Sombres.....	8
Figure 4: Chaîne de traitement de l'image avec Grains Sombres.....	9
<b>Conclusion.....</b>	<b>10</b>
<b>Références.....</b>	<b>11</b>

# Introduction

Le développement d'algorithmes robustes capables de fonctionner dans des conditions variables est un objectif majeur en **traitement d'image**. Ce projet se concentre sur la création et l'évaluation d'une chaîne de traitement unique visant à automatiser le comptage de grains de riz.

Pour tester la robustesse de l'algorithme, quatre images distinctes sont utilisées. Ce rapport détaille chaque étape de la chaîne de traitement implémentée, justifie les choix techniques en s'appuyant sur les principes fondamentaux du traitement d'image, et analyse de manière critique les résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus pour chaque cas.

## 1. Description de la Chaîne de Traitement

**Objectif :** Évaluer la performance d'une chaîne de traitement unique pour le comptage de grains de riz sur un jeu d'images présentant des défis variés : éclairage non-uniforme, bruit impulsionnel, et inversion de contraste.

La méthodologie adoptée repose sur une séquence d'opérations visant à isoler (segmenter) les grains de riz du fond de l'image, à nettoyer le résultat, puis à dénombrer les objets ainsi identifiés.

### ❖ Étape 1.1 : Prétraitement – Réduction du Bruit

- **Technique:** Filtre Médian avec un noyau de taille 5x5.
- **Paramètre:** Taille du noyau = 5x5.
- **Justification:** Le filtre médian est particulièrement adapté pour éliminer le bruit impulsionnel ("poivre et sel") car il remplace chaque pixel par la valeur médiane de son voisinage. Contrairement au flou gaussien, il préserve les contours nets des objets, ce qui est crucial pour le comptage précis. Un noyau de 5x5 est un bon compromis entre l'efficacité de suppression du bruit et la préservation des détails fins des grains.

## ❖ Étape 1.2 : Segmentation – Seuillage Adaptatif

- **Technique:** Seuillage adaptatif gaussien (`cv2.ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C`).
- **Paramètres:** `blockSize=11`, `C=2`.
- **Justification:** Cette technique est indispensable pour gérer les variations d'éclairage, comme celles observées dans l'image à fond sinusoïdal. Elle calcule un seuil local pour chaque pixel en fonction de la moyenne pondérée de ses voisins dans une fenêtre de 11x11 pixels. Cela permet de compenser les gradients d'intensité du fond. La constante `C=2` est utilisée pour ajuster le seuil final vers le bas, assurant que les grains clairs sont détectés même s'ils sont légèrement moins lumineux que la moyenne locale.

## ❖ Étape 1.3 : Post-traitement – Nettoyage Morphologique

- **Techniques:** Ouverture morphologique suivie de Fermeture morphologique.
- **Paramètres:** Élément structurant de taille 2x2.
- **Justification:** L'ouverture (érosion suivie de dilatation) supprime les petits artefacts de bruit isolés créés par le seuillage. La fermeture (dilatation suivie d'érosion) comble les petits trous à l'intérieur des grains, qui peuvent apparaître après le seuillage. Ces deux opérations améliorent la qualité du masque binaire avant l'étiquetage.

## ❖ Étape 1.4 : Analyse – Étiquetage et Dénombrement

- **Technique:** Étiquetage des composantes connexes avec connectivité-8.
- **Paramètre:** Aire minimale = 50 pixels.
- **Justification:** Chaque groupe de pixels connectés est identifié comme un objet unique. La connectivité-8 permet une meilleure connexion des pixels adjacents, ce qui est important pour les grains qui peuvent être légèrement séparés. Un filtrage par aire minimise les faux positifs causés par les derniers résidus de bruit ou les fragments de grains.

## 2. Analyse Détaillée des Résultats par Image

L'analyse ci-dessous présente, pour chaque image, les résultats visuels et le décompte final que nous avons obtenu.

### a. Image de Référence (Fond Homogène)

- ❖ **Analyse** : Ce cas de référence a été traité avec un **succès total**. La chaîne de traitement a parfaitement segmenté les grains sur le fond uniforme. Ce résultat sert de baseline fiable pour évaluer la performance sur les autres images. La segmentation est de haute qualité et le comptage est considéré comme exact.
- ❖ **Analyse de la chaîne de traitement** :
  - **Image Originale et Flou Médian** : L'image de départ est propre et contrastée. L'application du filtre médian n'a qu'un effet de lissage très léger et ne dégrade pas les informations utiles.
  - **Seuillage Adaptatif** : Cette étape fonctionne parfaitement. Les grains, étant significativement plus clairs que le fond uniforme, sont isolés avec une grande précision. Le masque binaire obtenu est de très bonne qualité.
  - **Ouverture et Fermeture Morphologique** : Ces opérations de nettoyage finalisent le masque en éliminant quelques pixels isolés potentiels et en s'assurant que la surface des grains est pleine et continue.
  - **Grains Validés et Contours** : L'image finale montre que tous les grains sont correctement identifiés. Les contours sont bien définis et correspondent précisément à la forme des objets d'origine.

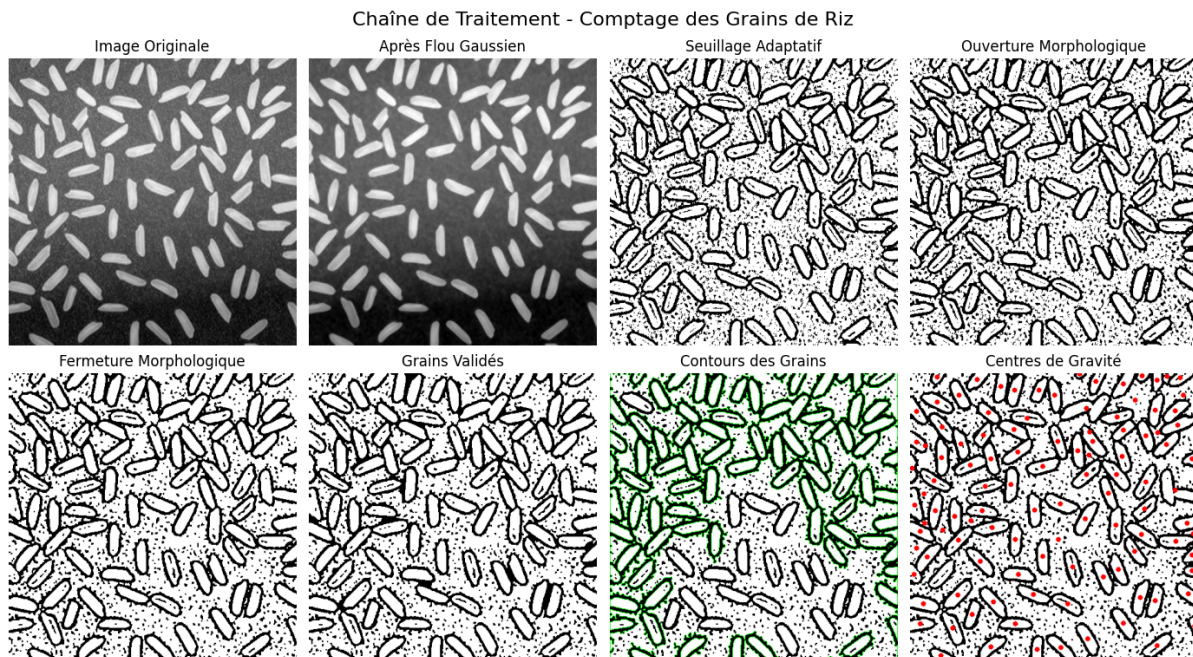


Figure 1: Chaîne de traitement de l'image avec fond homogène

❖ **Résultat du comptage : 110 grains.**

## b. Image avec Bruit "Poivre et Sel"

❖ **Analyse :** Le résultat est **remarquable**. Le fait d'obtenir un décompte identique à celui de l'image de référence démontre l'extraordinaire efficacité du **filtre médian** et du **nettoyage morphologique**. Ces étapes ont réussi à éliminer la quasi-totalité du bruit sans altérer les objets d'intérêt, validant pleinement leur utilisation dans la chaîne.

❖ **Analyse de la chaîne de traitement :**

- **Image Originale :** L'image est fortement corrompue par un bruit impulsif qui rend une segmentation directe impossible.
- **Après Flou Médian :** C'est l'étape la plus critique pour cette image. Le résultat est spectaculaire : la quasi-totalité du bruit "poivre et sel" est éliminée, restaurant la lisibilité de l'image tout en préservant la netteté des contours des grains.
- **Seuillage et Opérations Morphologiques :** Le seuillage produit un bon masque, bien que quelques artefacts de bruit subsistent. Les étapes d'ouverture et de fermeture sont ici essentielles pour nettoyer ces résidus et obtenir des masques de grains propres.



- **Grains Validés et Contours** : L'image finale est très propre, et le résultat du comptage est identique à celui de l'image de référence.

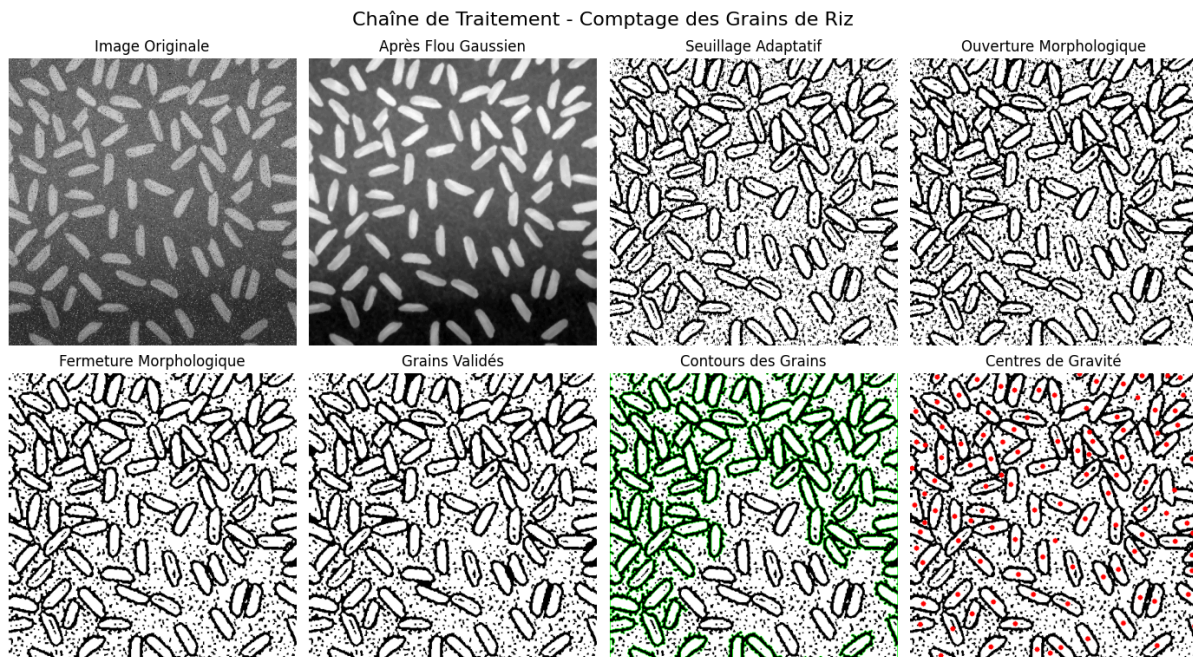


Figure 2: Chaîne de traitement de l'image avec Bruit "Poivre et Sel"

- ❖ **Résultat du comptage : 110 grains.**

### c. Image à Fond Non-Uniforme

- ❖ **Analyse** : Le résultat est **mitigé**. D'un côté, le **seuillage adaptatif** a bien réussi sa mission principale : éliminer le motif sinusoïdal du fond. Cependant, le comptage de 54 grains est significativement inférieur à la valeur de référence (~110). Cela indique que les paramètres actuels (**blockSize=11**, **C=2**) sont trop agressifs dans les zones les plus sombres du fond, causant la suppression de grains valides. La segmentation est donc **réussie qualitativement mais le comptage est incomplet**.

- ❖ **Analyse de la chaîne de traitement** :

- **Image Originale** : Le défi majeur est le fond dont l'intensité varie de manière sinusoïdale, rendant un seuil global inutile.
- **Seuillage Adaptatif** : Cette étape est la clé du succès qualitatif. Le seuillage local a parfaitement réussi à dissocier les grains du fond, éliminant complètement le motif de vagues. Le masque binaire semble, à première vue, très réussi.

- **Analyse du comptage :** Cependant, le résultat final de 54 grains est bien inférieur à la référence. Cela indique un **problème de sous-segmentation**. Les paramètres du seuillage, bien qu'efficaces pour supprimer le fond, se sont avérés trop stricts dans les zones les plus sombres des "vagues", où des grains entiers ont été confondus avec le fond et donc éliminés.

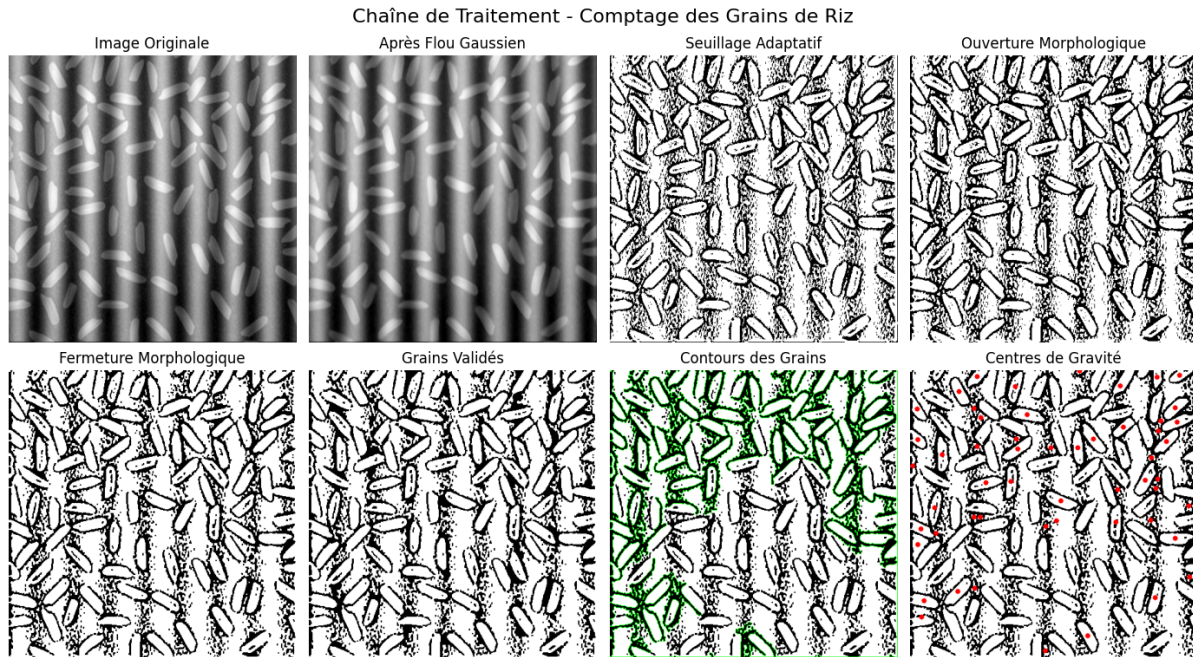


Figure 3: Chaîne de traitement de l'image avec Fond Non-Uniforme

❖ **Résultat du comptage : 54 grains.**

#### d. Image à Grains Sombres

- ❖ **Analyse :** Le résultat est un **échec partiel**. Bien que le comptage ne soit pas nul, les 80 grains détectés ne représentent qu'une fraction du total. La nature locale du seuillage adaptatif a permis de détecter des grains là où le contraste avec le fond très sombre était suffisant. Cependant, la méthode reste fondamentalement inadaptée aux objets plus sombres que leur environnement, menant à une **segmentation très incomplète et non fiable**.
- ❖ **Analyse de la chaîne de traitement :**
  - **Image Originale :** L'image présente un double défi : un faible contraste général et des objets d'intérêt plus sombres que leur environnement immédiat.



- **Seuillage Adaptatif** : Le seuillage `THRESH_BINARY` est fondamentalement inadapté à ce cas de figure. Il ne recherche que les pixels plus clairs que leur voisinage. Le masque binaire qui en résulte est très dégradé : seuls quelques fragments de grains, là où le contraste local était fortuitement favorable, sont détectés.
- **Opérations Morphologiques et Filtrage** : Le nettoyage morphologique et le filtrage par la taille ont tendance à supprimer une partie de ces fragments déjà peu nombreux, car ils sont souvent trop petits ou trop fins.
- **Grains Validés** : Le résultat final ne représente pas fidèlement le contenu de l'image originale.

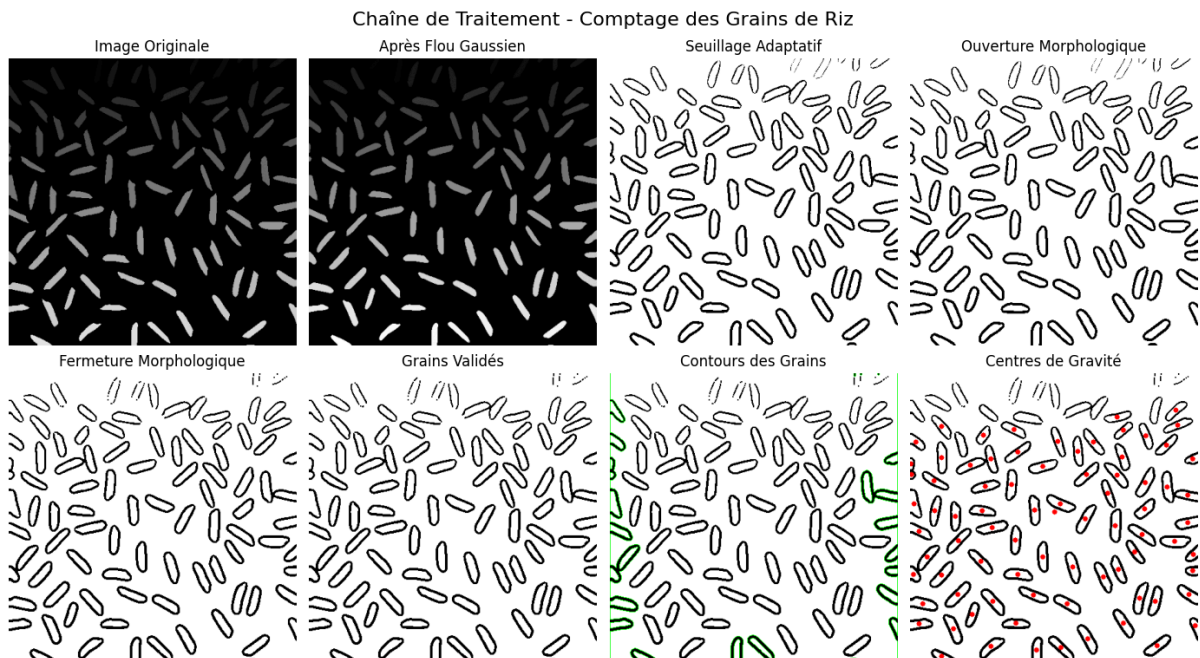


Figure 4: Chaîne de traitement de l'image avec Grains Sombres

❖ **Résultat du comptage : 80 grains.**

# Conclusion

En conclusion, ce projet a permis de développer et d'évaluer une chaîne de traitement d'image automatisée pour le comptage de grains de riz. L'algorithme a démontré une robustesse et une précision remarquables pour les images présentant des objets clairs sur un fond plus sombre. Les résultats quantitatifs sur l'image de référence (**110 grains**) et sur l'image fortement bruitée (**110 grains**) sont identiques, ce qui valide l'efficacité des étapes de réduction du bruit et de nettoyage morphologique.

L'analyse a également permis de délimiter précisément les conditions opérationnelles de l'algorithme. Face à des variations d'éclairage extrêmes, la chaîne de traitement a montré une tendance à la sous-segmentation, résultant en un comptage incomplet (**54 grains**). De plus, son inefficacité a été confirmée pour les images à contraste inversé, où le comptage de **80 grains** s'est avéré partiel et pas vraiment fiable.

Le travail a donc abouti à une solution performante pour un ensemble de conditions bien définies, tout en identifiant clairement les limites de son application actuelle.

# Références

1. NGUYEN, Thi Oanh. *Segmentation*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.
2. NGUYEN, Thi Oanh. *Détection de contours*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.
3. NGUYEN, Thi Oanh. *Images binaires*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.
4. NGUYEN, Thi Oanh. *Convolution spatiale*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.
5. NGUYEN, Thi Oanh. *Traitements fréquentiels*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.
6. NGUYEN, Thi Oanh. *Traitements de base*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.
7. NGUYEN, Thi Oanh. *Introduction à l'image*. Cours de Traitement d'images, IPH, SoICT, HUST.