



Travaux Pratiques de Traitement Numérique de l'Image

ESIAL 2^{ème} année
(2009 – 2010)



TP 1 contenant :

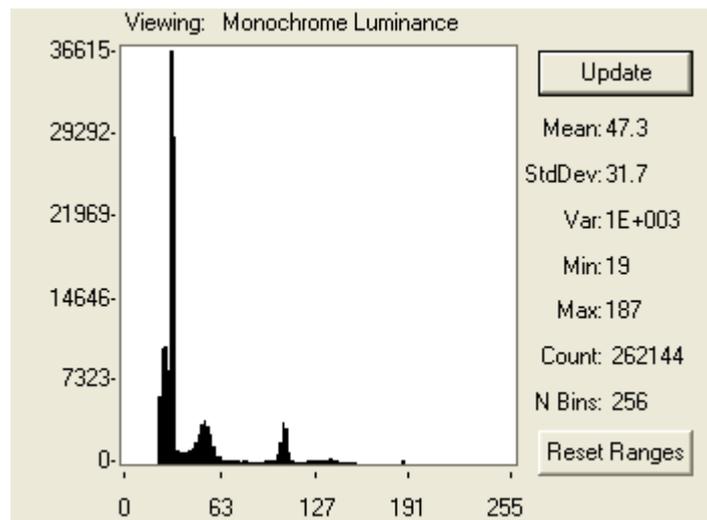
- Traitements au niveau du pixel :
LUT, Histogramme, Seuillage, ...
- Traitements aux environs du pixel :
Filtrage linéaire, lissage, passe-haut, détection de contours, ...

**Gael Géhin – Abderahman Kriouile – Alexandre Boslé
(Groupe Logiciels Embarqués)**

Sommaire

Partie I.....	4
Caractérisation d'images et traitement au niveau du pixel	4
1. Caractérisation d'une image	4
1.1 Histogramme de l'image OBJHOK	4
1.2 Image OBJHDIAF	5
1.3 Image PCN256	7
2. Traitements d'amélioration par LUT	9
2.1 LUT1 : LUT inverse, exemple sur l'image PNCN256	9
2.2 Seuillage appliqué à IMA_OK	12
2.3 Seuillage appliqué aux autres images	13
2.4 A partir de l'histogramme, il faut séparer le pic de l'arrière plan du reste pour ne garder que les objets.....	15
2.5 Le principe de cette LUT est de répartir un histogramme sur toute la plage de valeurs.....	15
Partie 2	16
Filtrage linéaire et détection de contours par convolution	16
1. Filtrage Passe-bas	16
1.1 Application des masques de convolution.....	16
1.2 Comparaison de la commande Gaussian et d'un masque Average	18
2. Filtrage Passe-haut	19
2.1 Application des commandes SharpenLow, Med et High.....	19
2.2 Application des traitements précédents sur l'image MIRE_GRIS.TIF.....	20
2.3 Traitement dans le domaine de Fourier	22
3. Détection de contours.....	22
3.1 Effet du diaphragme sur le contraste de l'image	22
3.2 Même opération sur IMA_FLOU(1 et 2).TIF	24
3.3 Application des filtres HorizontalEdge et VerticalEdge.....	24
3.5 Application de l'opérateur de Sobel sur des images montrant des qualités de netteté différentes	28

Partie 3	30
Filtrage Non-Linéaire	30
1. Filtrage Médian	30
1.1 Utilisation de la commande Median et comparaison avec Average et Gaussian	30
2. Morphologie Mathématique Binaire.....	31
2.1 Application des traitements Erode et Dilate	32
2.2 Application des commandes Open et Close.....	32
2.3 Réalisation de ces traitements à l'aide des 2 opérations érosion et dilatation	33
2.4 Application de l'opération Outline	33
2.5 Qu'est-ce que l'objet Probe ?	34
2.6 Affichage des contours des objets	34
3. Morphologie Mathématique en niveaux de gris.....	35
Partie 4	36
Reconnaissance de formes	36
1. Analyse des images.....	36
1.1. Création de l'image de départ.....	36
1.2. Extraction des objets	37
1.3 et 1.4 Détection des objets	38

Partie I**Caractérisation d'images et traitement au niveau du pixel****1. Caractérisation d'une image****1.1 Histogramme de l'image OBJHOK**

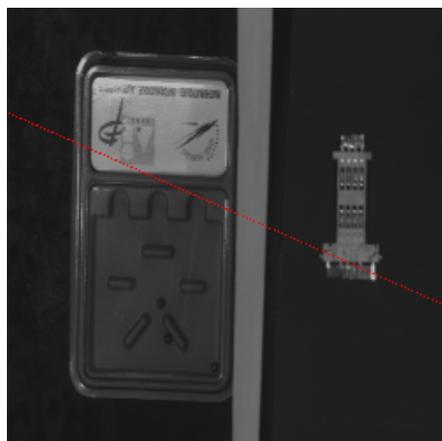
Cette image est plutôt sombre.

L'histogramme est composé de 3 pics principaux :

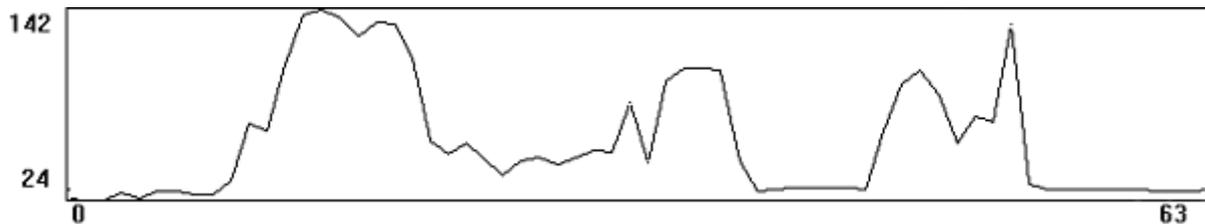
- Un premier autour de 32 correspondant à l'arrière plan (avec un petit pic plus sombre correspondant aux ombres sur l'arrière plan).
- Un second autour de 50 correspondant au « labyrinthe » en plastique
- Un troisième autour de 100 correspondant au cadre blanc du labyrinthe, à la pièce automobile et à la ligne blanche verticale du milieu de l'image.

Un micro-pic vers 190 correspondant aux reflets divers des pièces.

Ligne choisie :



Profil correspondant :

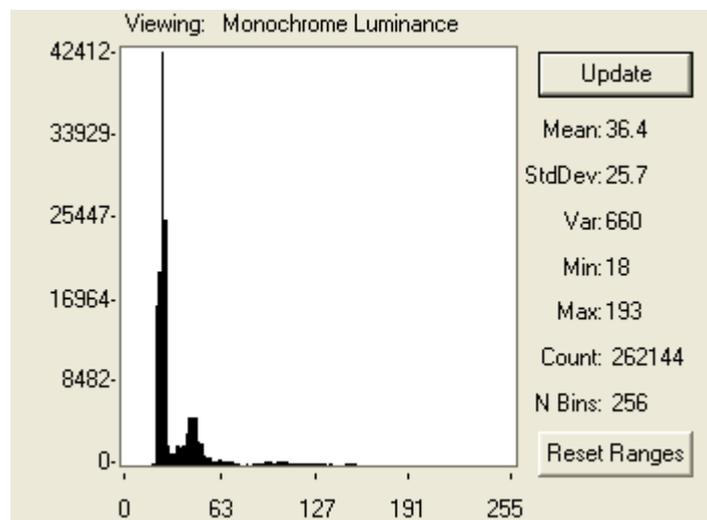


On y voit les différentes composantes de l'histogramme :

- L'arrière plan à gauche de la ligne, moins régulier que les autres mais toujours aussi bas.
- Le cadran clair du labyrinthe en plastique
- La partie sombre du labyrinthe en plastique
- Un pic puis un creux correspondant au contour droit du labyrinthe en plastique (avec un reflet).
- La ligne blanche centrale sous forme d'un « plateau » homogène
- La portion d'arrière plan entre l'objet et la ligne blanche centrale
- Le reste de l'objet qui se maintient au delà de 70.
- Le reflet blanc de la pièce en plastique sous forme d'un pic vers 140
- L'arrière plan sous forme d'une ligne plate proche de 24.

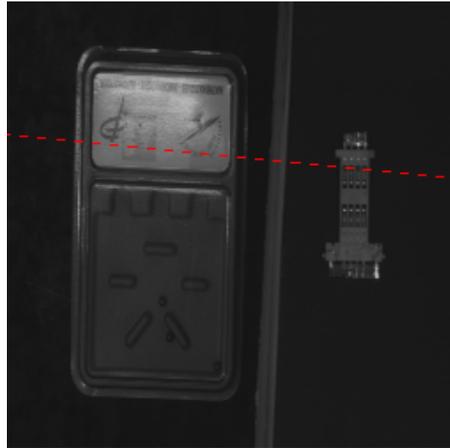
1.2 Image OBJHDIAF

Histogramme de l'image :

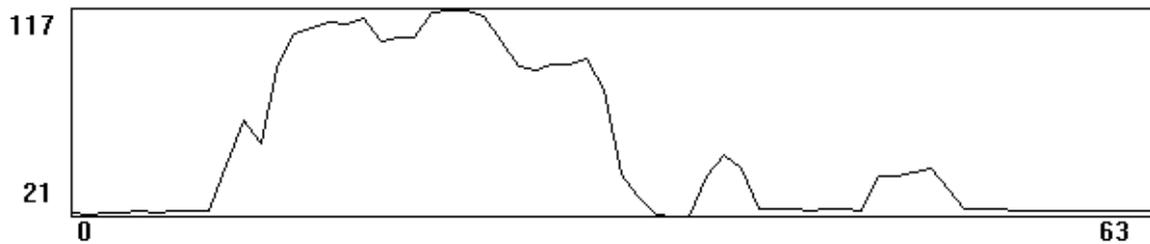


L'image est plus sombre, l'histogramme est décalé vers la gauche et le pic de la pièce en plastique est confondu avec celui de la ligne verticale.

Ligne choisie :



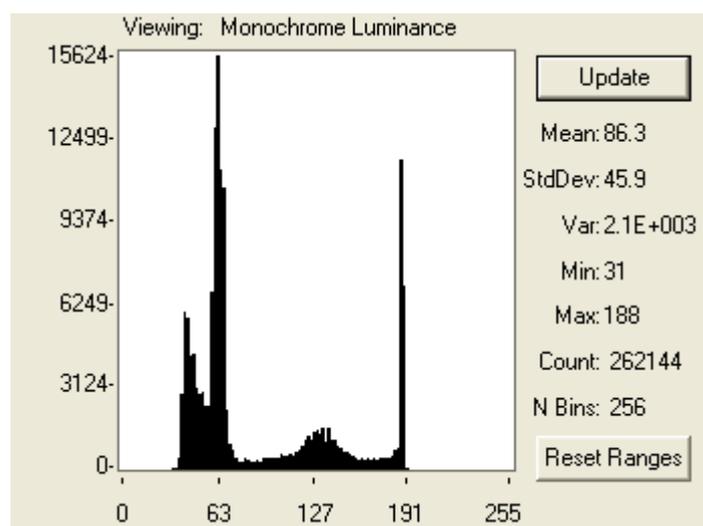
Profil de la ligne :



On différencie bien le cadran du labyrinthe, mais l'autre objet possède une signature très proche de celle de la ligne verticale, ce qui explique le pic unique au niveau de l'histogramme.

Image OBJHDIAO

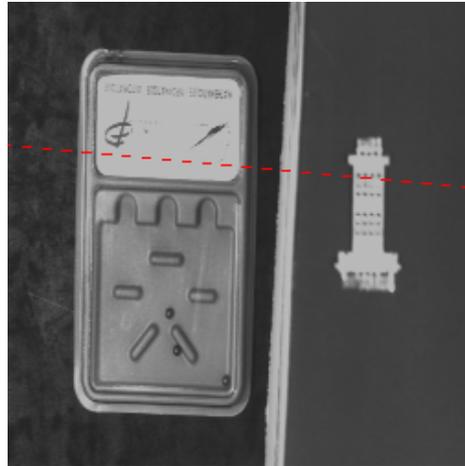
Histogramme de l'image :



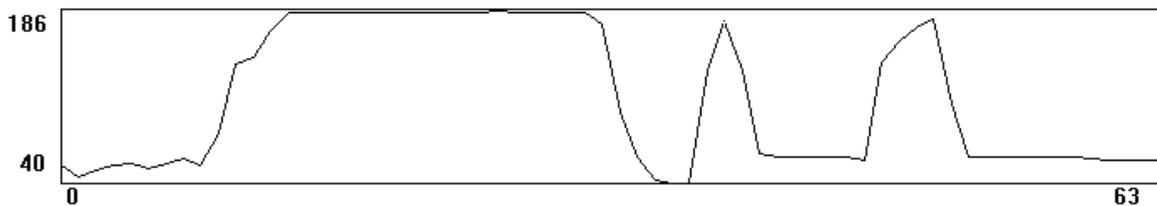
L'image est plus claire que les deux précédentes.

On peut y apercevoir cette fois 4 pics car l'arrière plan autour de labyrinthe et celui autour de la pièce en plastique n'ont pas les mêmes couleurs. En revanche, la pièce en plastique est toujours confondue avec la ligne verticale. On voit aussi que les reflets blancs de la pièce en plastique sont éliminés.

Ligne choisie :



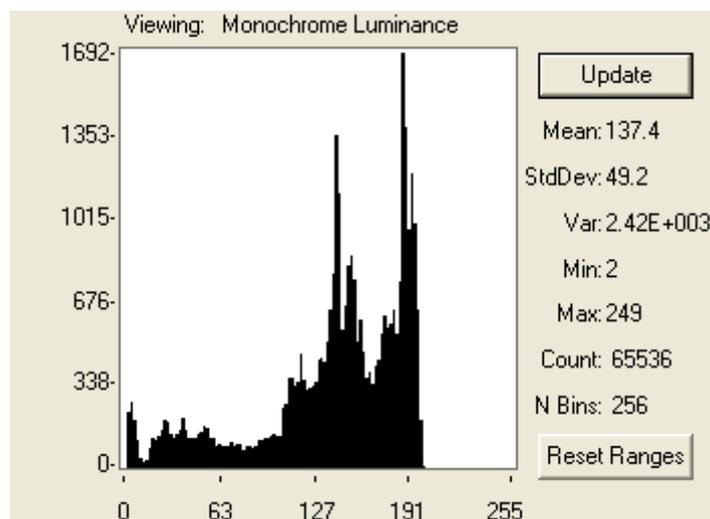
Profil de cette ligne :



On peut constater que le cadran du labyrinthe est bien plus régulier que sur les autres images. La ligne verticale et l'objet en plastique présentent malheureusement des pics similaires.

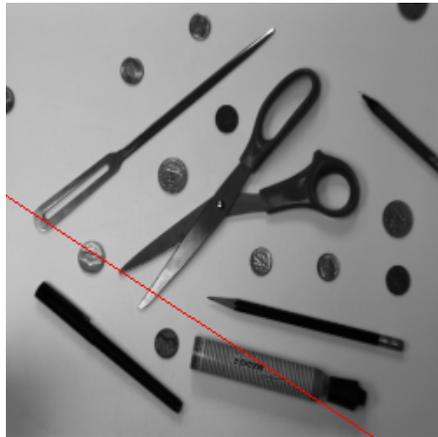
1.3 Image PCN256

Histogramme de l'image

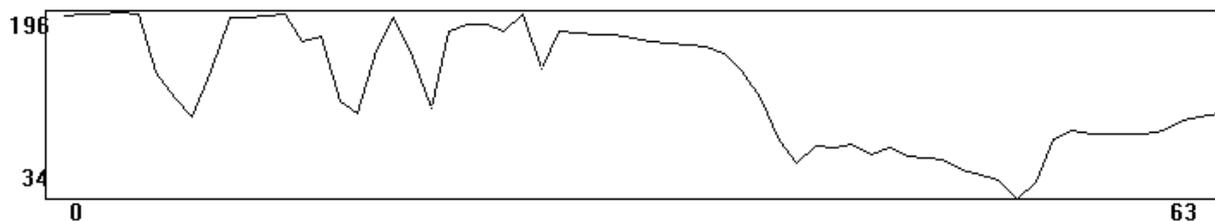


On voit qu'il est difficile d'extraire l'information, le pic le plus clair correspond à l'arrière plan et l'autre au gris-noir de certains objets

Ligne choisie :



Profil de ligne :



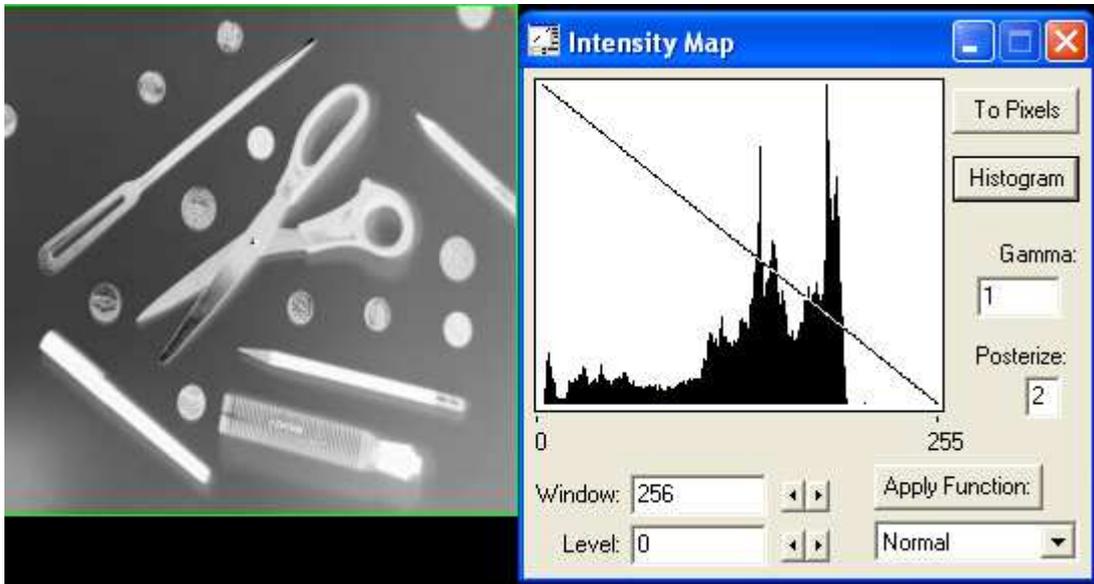
Si le profil se présente bien au début (on y voit distinctement l'objet long et pointu ainsi que la pièce et la première partie du ciseau), on observe un pic plus clair que le fond lorsque l'on arrive sur la deuxième partie du ciseau, cela est dû à un reflet sur le métal de celui-ci.

On détecte aussi le marqueur, mais son ombre empêche le fond de revenir à sa valeur moyenne.

Un autre problème de cette image est que l'éclairage de l'image n'est pas homogène, il faudra donc un prétraitement pour rétablir ceci.

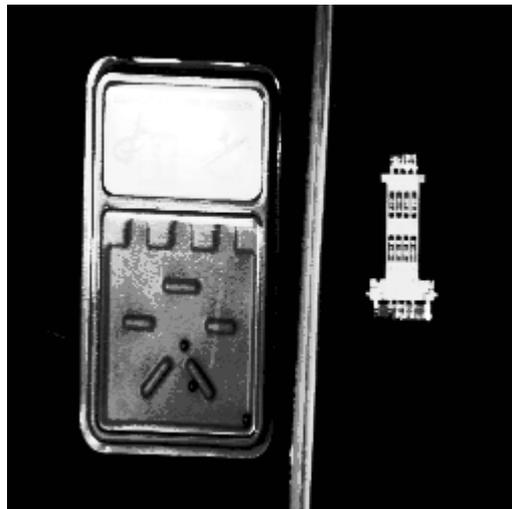
2. Traitements d'amélioration par LUT

2.1 LUT1 : LUT inverse, exemple sur l'image PNCN256

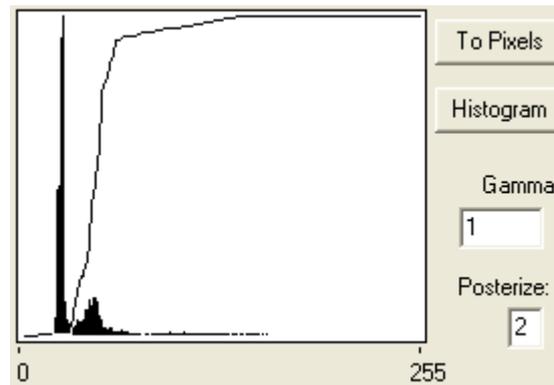


Cette LUT inverse les couleurs de tout les pixels.
Cela met en évidence les différences d'éclairage en les rendant plus visible.

LUT2 : Image choisie : OBJHDIAF :

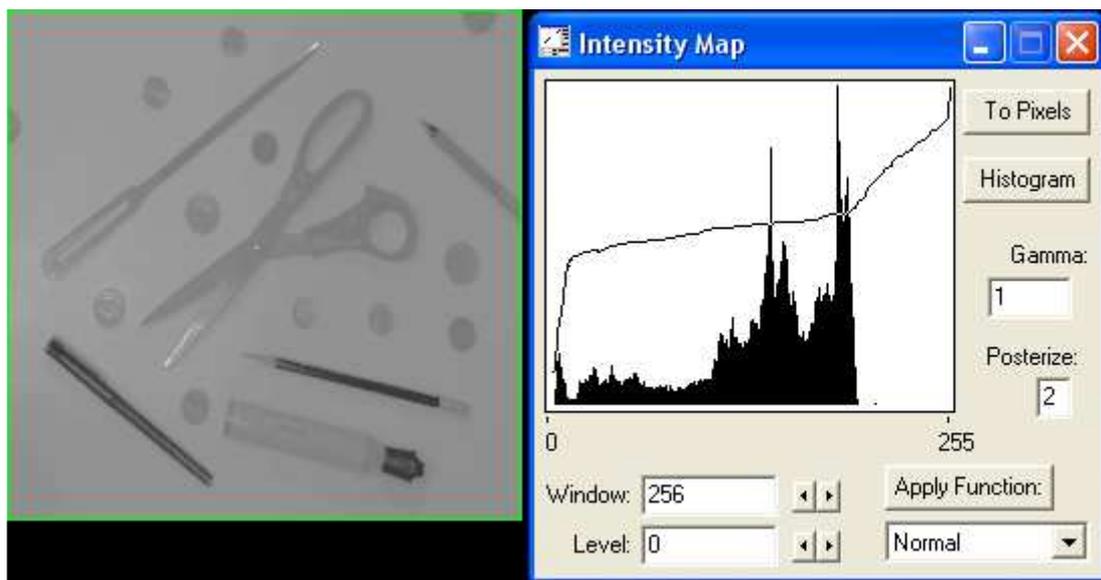


Lut choisie :

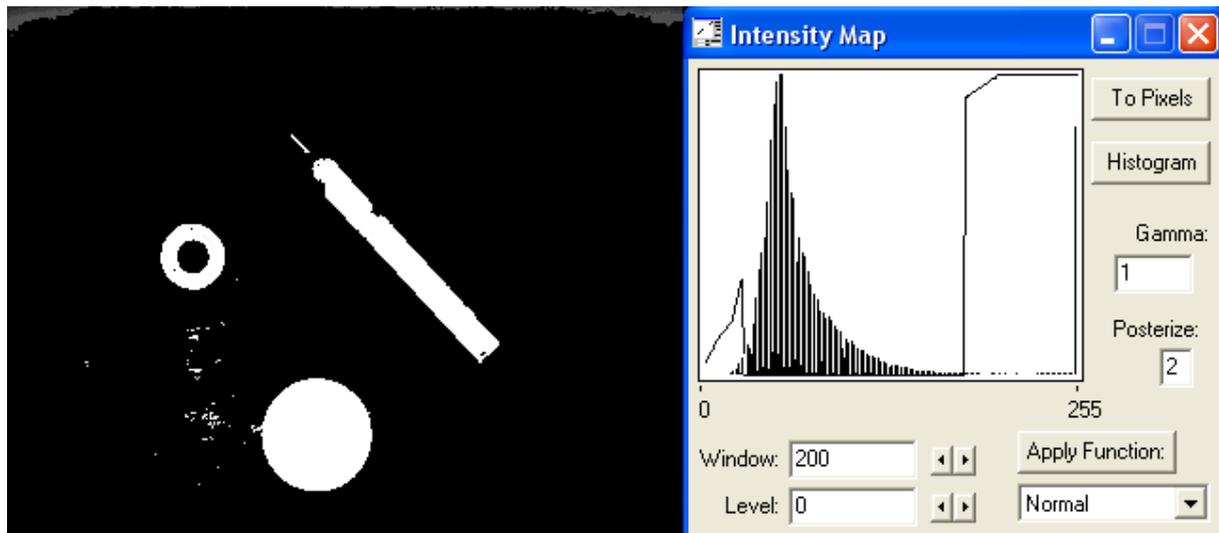


Il s'agit d'une LUT de rehaussement de contraste, elle est choisie de manière à séparer le fond de la forme de cette image très sombre. Les points d'inflexions sont choisis en fonction du pic de fond et de celui contenant les objets.

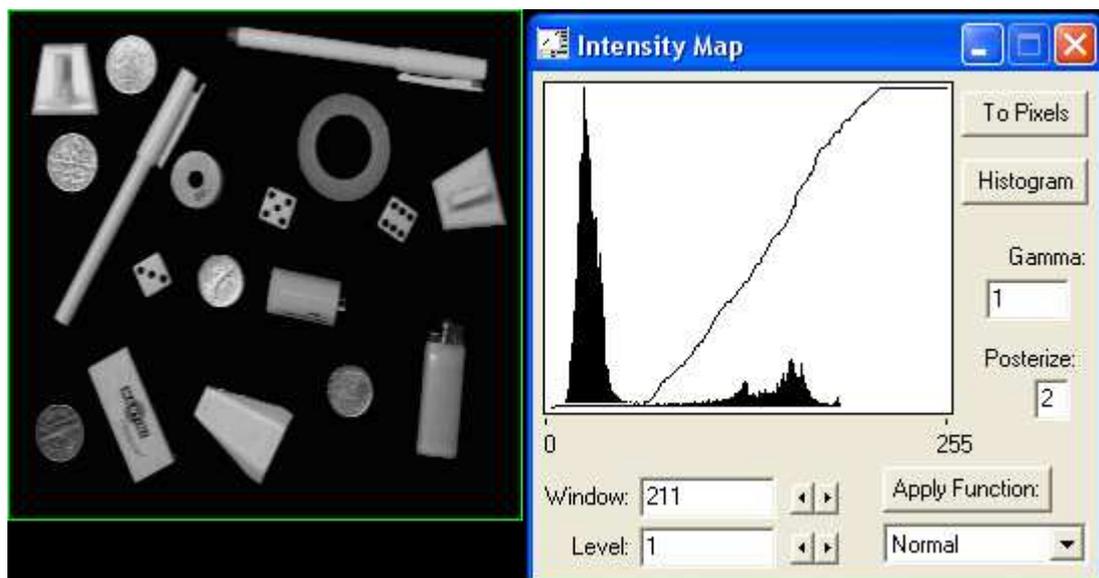
LUT3 : LUT D'homogénéisation image : PNCN256



Cette LUT permet d'homogénéiser l'image pour corriger les défauts d'éclairage, on peut ainsi extraire plus facilement les objets.

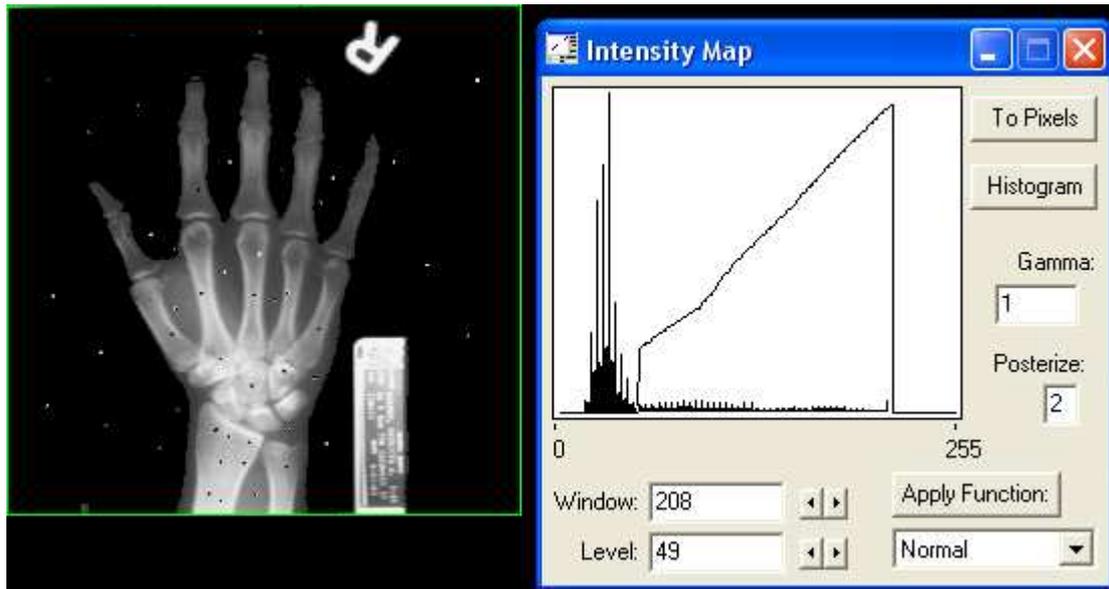
LUT4 : Image : im_diao.tif

Cette LUT permet d'extraire les objets sans prendre le fond.

LUT5 : Image choisie : objects.tif

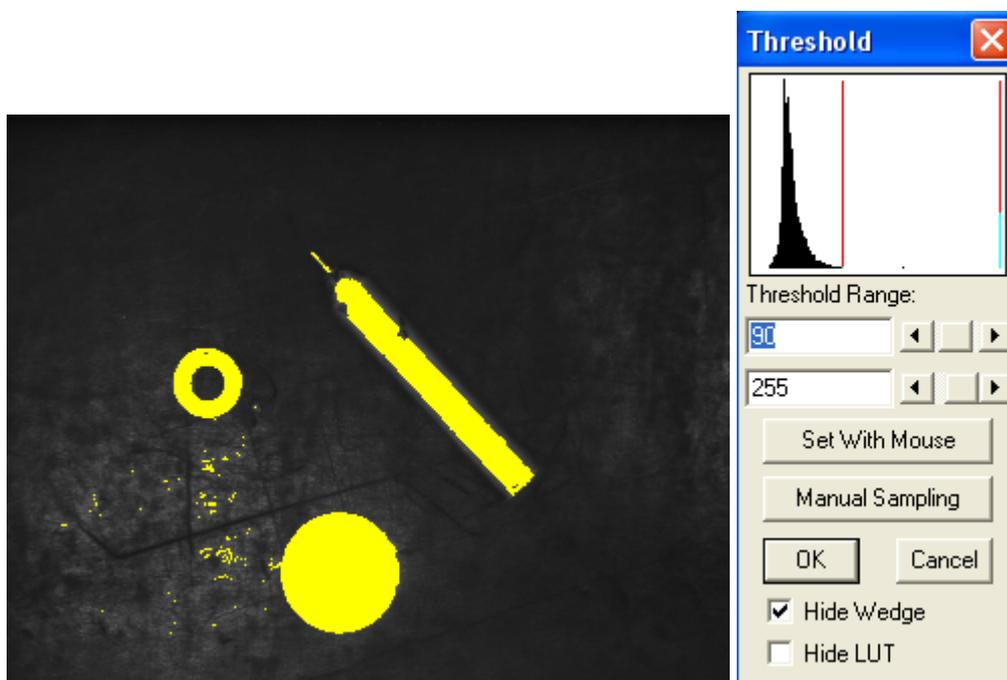
Cette LUT permet de donner plus de contraste à certains pic de l'historgramme, on voit ainsi plus distinctement les objets alors que le fond devient noir uni.

LUT6 : Image choisie : MEDIAN.TIF



Cette LUT permet d'extraire la main de manière distincte tout en supprimant le bruit et tout en gardant les niveaux de gris originels de la main.

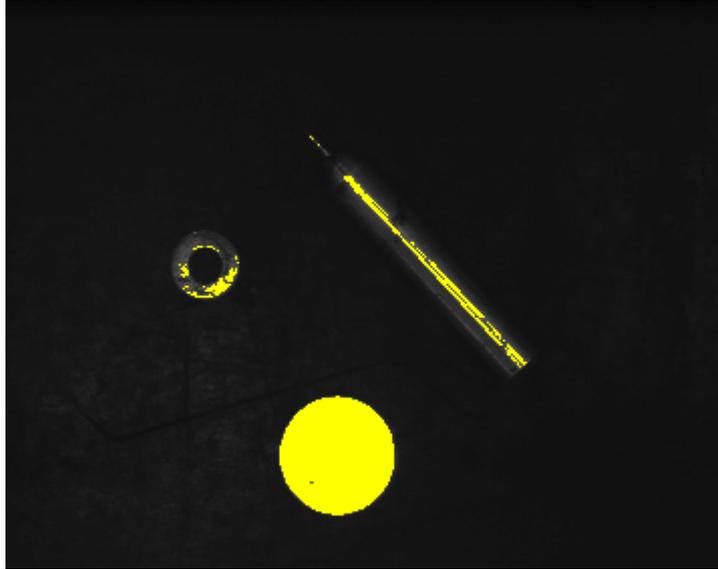
2.2 Seuillage appliqué à IMA_OK



Le bruit et les trous dans les objets pourront être éliminé par des fermetures/ouvertures.

2.3 Seuillage appliqué aux autres images

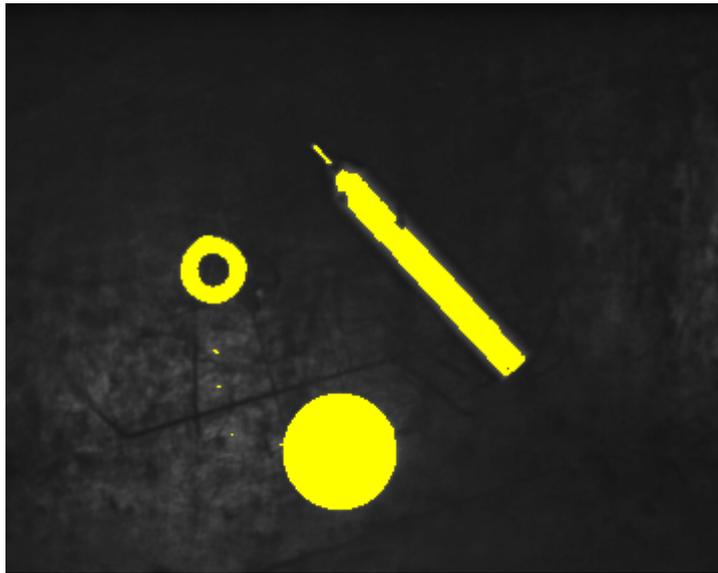
Im_diaf :



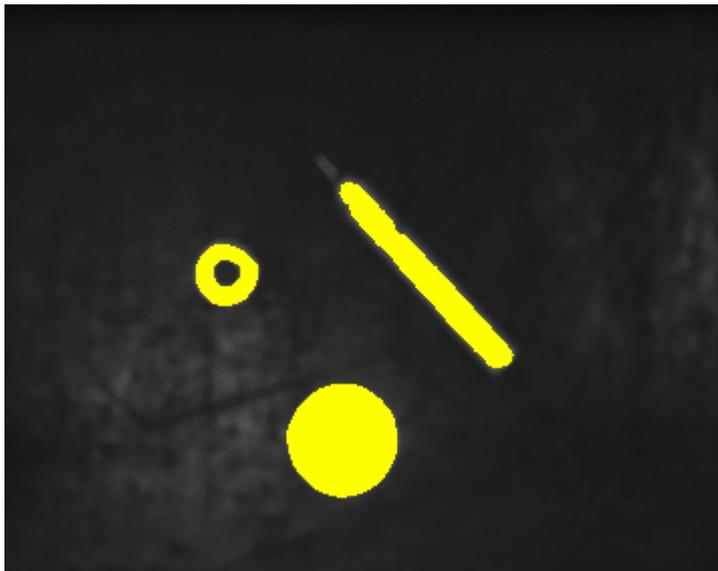
Im_diao :



Im_flou1 :



Im_flou2 :



On peut constater que le seuillage est très sensible aux différences de luminosité entre deux images, il faut refaire les réglages si la luminosité diffère, sinon on perd les objets ou on gagne en bruit.

En revanche, le seuillage n'est pas perturbé par le flou, il semble au contraire l'améliorer en supprimant le bruit et en complétant les trous des objets.

2.4 A partir de l'histogramme, il faut séparer le pic de l'arrière plan du reste pour ne garder que les objets

Réglage choisi :

- Unimodal (on cherche à éliminer un pic d'arrière plan)
- %Left : 0% (ce qui est plus sombre que le pic est uniquement l'arrière plan)
- %Right : 5% (on garde que 5% des éléments de droite)

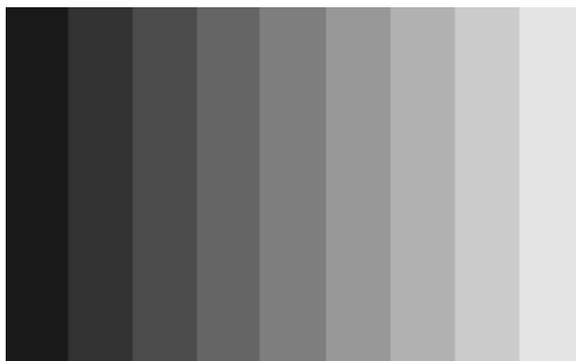
On obtient l'inverse de ce qu'on veut (il sélectionne tout le fond) mais il suffit d'inverser les valeurs.

2.5 Le principe de cette LUT est de répartir un histogramme sur toute la plage de valeurs

Image avant traitement :



Image après traitement :



On observe bien que le dégradé après traitement prend toute la plage des niveaux de gris, du noir au blanc, alors que celui avant restait dans des niveaux de gris proche du noir.

Partie 2**Filtrage linéaire et détection de contours par convolution****Objectif**

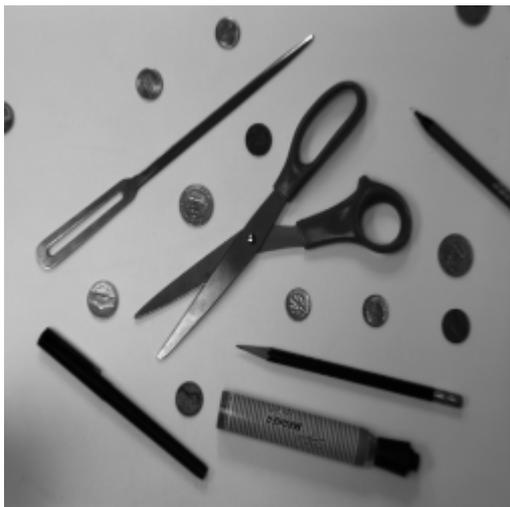
L'objectif est d'appliquer les principes du filtrage numérique par convolution aux images et d'appréhender la problématique de la segmentation par détection de contours.

1. Filtrage Passe-bas**1.1 Application des masques de convolution**

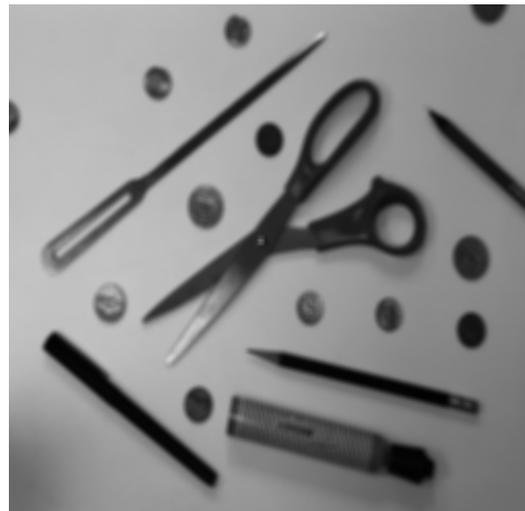
Sur l'image **PNCN256.TIF** appliquez dans l'ordre des masques de convolution de taille 3x3, 5x5 ne contenant que des 1 (filtre **Average** du menu **Image>filter**). Analysez les effets de cette opération sur l'image.

Pour une ligne particulière de l'image, comparez les profils originaux, et traités (3x3 et 5x5), au voisinage d'une transition entre les objets et le fond.

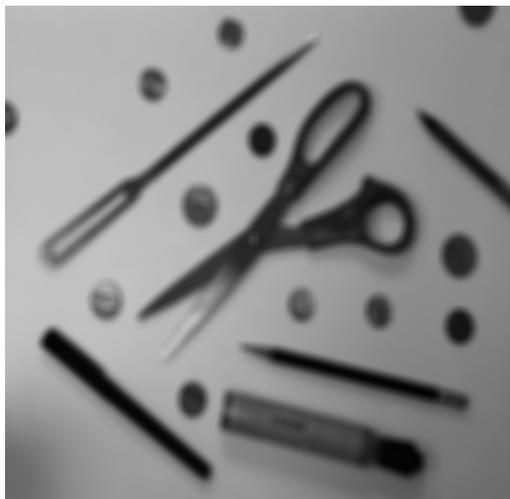
Image originale :



Moyenne 3x3



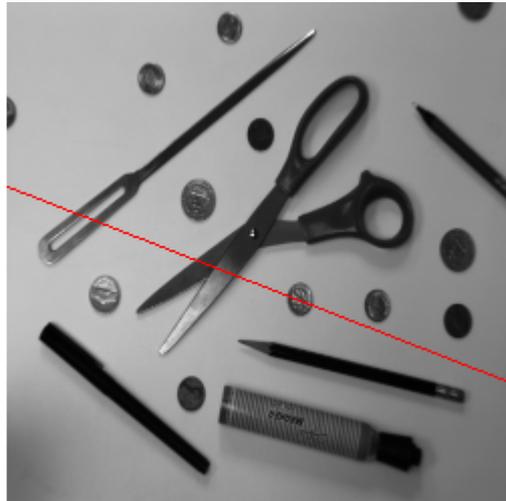
Moyenne 5x5



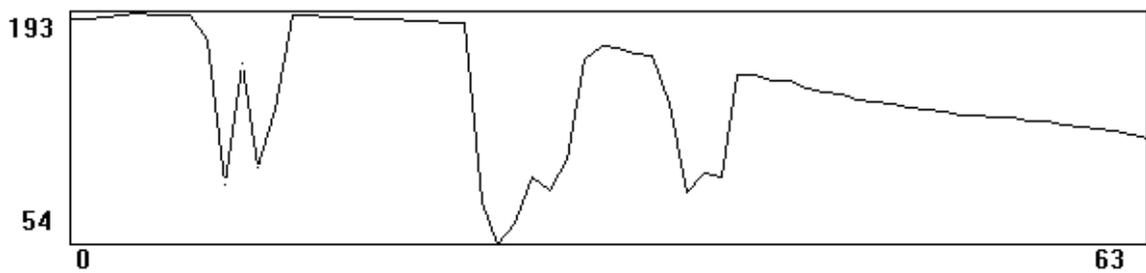
On observe un effet de flou sur l'image, ce qui est normal car les transitions nettes sont de haute fréquence.

Profils de ligne

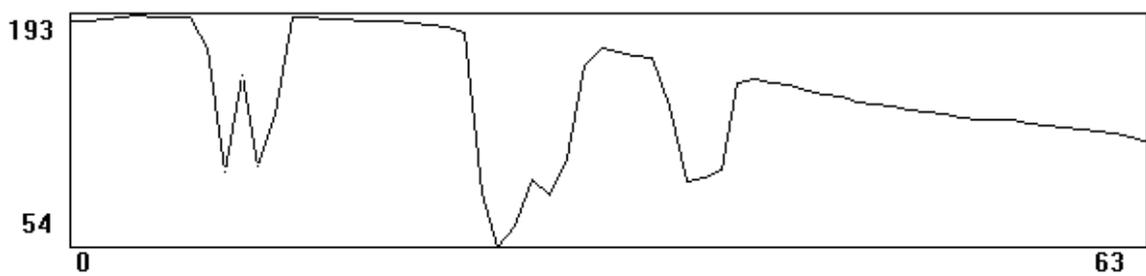
Ligne choisie :



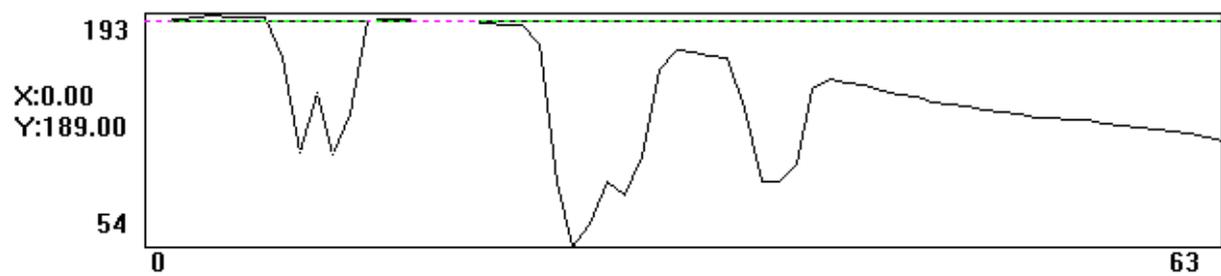
Profil normal :



Profil 3x3 :



Profil 5x5 :

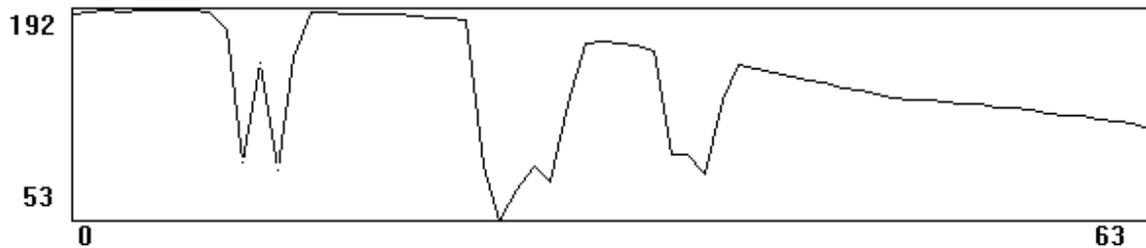


Les pics les plus abruptes sont adoucis et le tout est lissé

1.2 Comparaison de la commande Gaussian et d'un masque Average

Sur l'image **MEDIAN.TIF** utilisez la commande **Gaussian** (masque type 3, puis 5), et comparez les résultats avec ceux d'un masque **Average** 3x3, puis 5x5. Comment sont définis les coefficients de ce masque ? Pour la comparaison, vous pouvez utiliser une ligne passant par la vis de la paire de ciseau.

Gaussian 3x3 :



Gaussian 5x5 :



On observe un lissage différent.

2. Filtrage Passe-haut

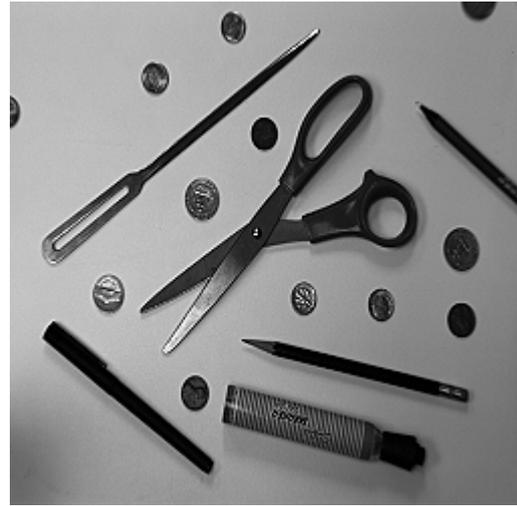
2.1 Application des commandes SharpenLow, Med et High

Appliquez les commandes **SharpenLow, Med et High** sur l'image **PCNC256.TIF** commentez le résultat, à quoi correspondent les coefficients du masque ? A peut servir ce type de masque.

Image originale :



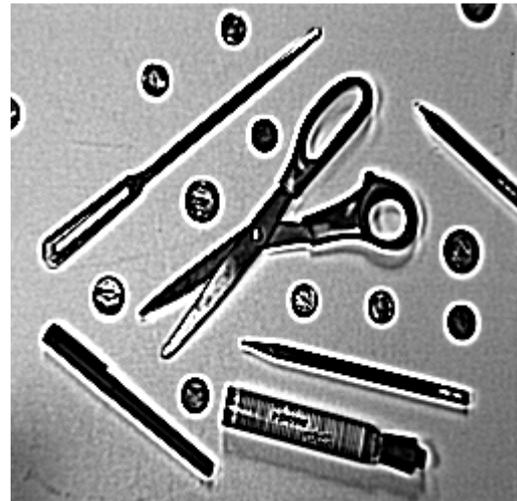
Sharpen Low :



Sharpen Med :



Sharpen High :



La netteté de l'image est largement accentuée : les transitions de haute fréquence sont accentuées

Pour la dernière image, on voit même des faux contours apparaître autour des objets ainsi qu'une augmentation du bruit.

Ce masque sert à rendre nette une image floue.

2.2 Application des traitements précédents sur l'image MIRE_GRIS.TIF

Appliquer ces traitements sur l'image **MIRE_GRIS.TIF** dont on a redistribué les niveaux de gris sur la plage [0, 255]. Tracer un profil de ligne avant et après traitement. Observer le phénomène de Marr (faculté de l'œil à intensifier le contraste d'une transition).

Image originale (après redistribution de l'histogramme) :



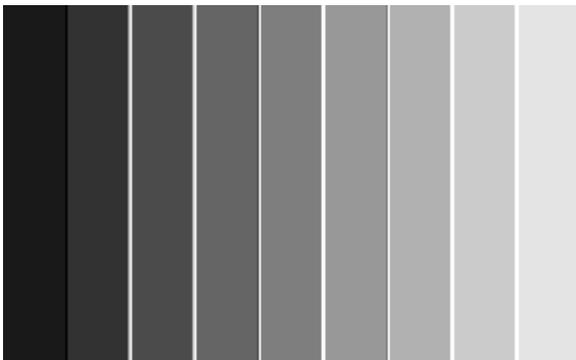
Sharpen low :



Sharpen med :

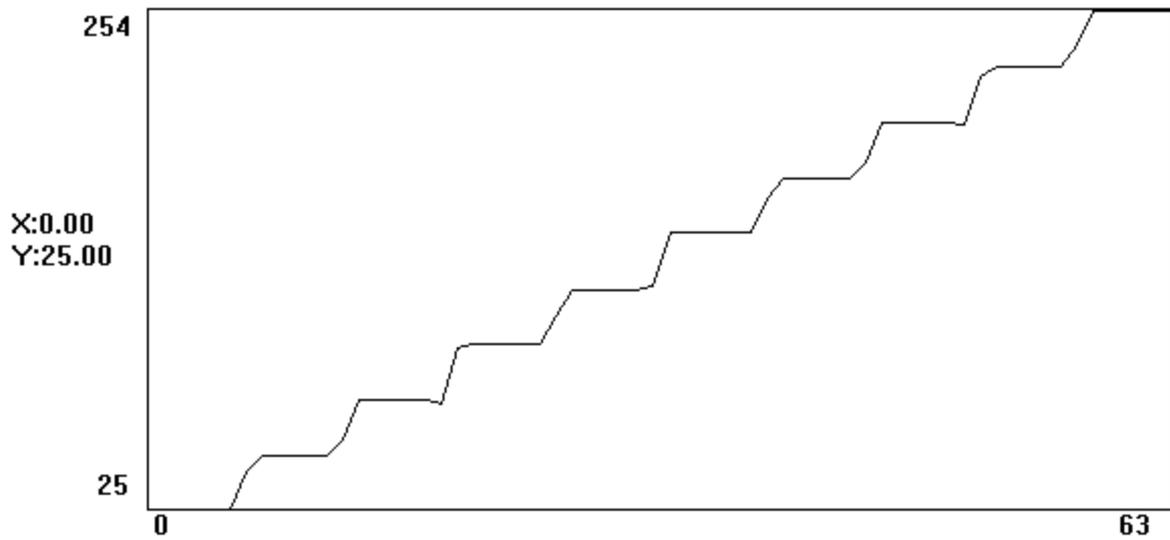


Sharpen high :

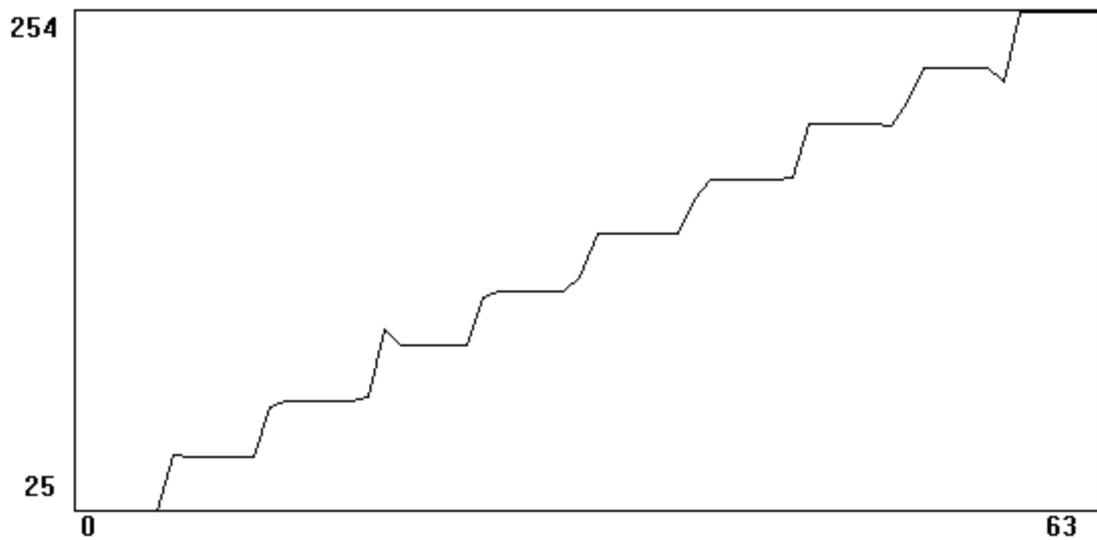


Profil de ligne

Image originale :



Sharpen high :



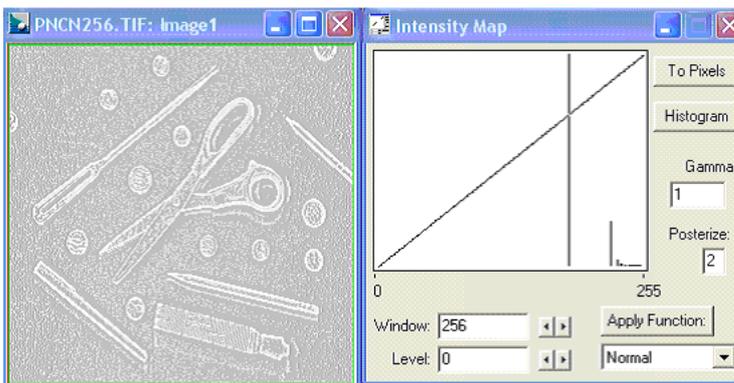
On observe un léger pic vers le bas juste avant une montée ainsi qu'un léger pic vers le haut juste après cette montée.

2.3 Traitement dans le domaine de Fourier

Effectuer le traitement dans le domaine de Fourier : vérifier qu'un filtre Passe-Haut correspond dans le domaine de Fourier à la soustraction d'une image avec cette même image sur laquelle on a appliqué un filtre Passe-Bas.

Pour le filtre passe haut on décide d'utiliser « Laplace2 ». En ce qui concerne le filtre passe-bas qui sert pour la soustraction on choisit un « Average3x3 ».

Average 3x3 puis soustraction



Laplace2



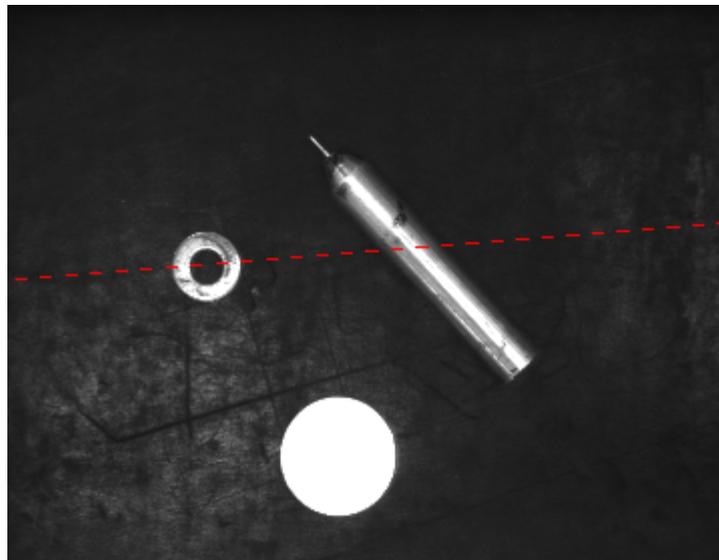
On remarque que les mêmes contours apparaissent en très clair (voire blanc).

3. Détection de contours

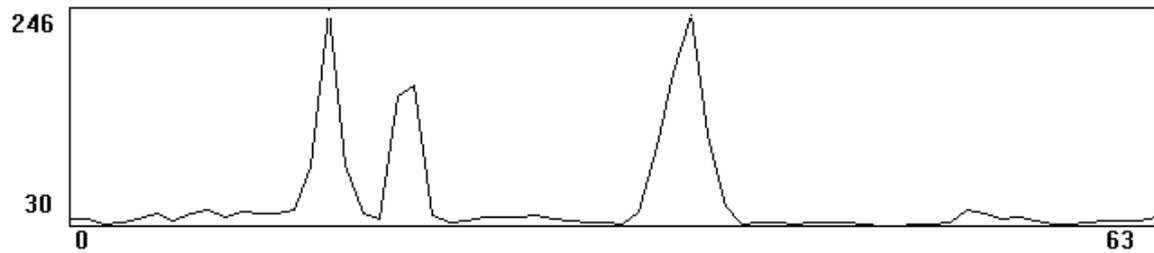
3.1 Effet du diaphragme sur le contraste de l'image

Sur l'image **IMA_OK.TIF** tracez un profil de ligne ou de colonne afin de visualiser un ou plusieurs contours (transition de niveau de gris entre objets différents). Relever leur allure. Comparez cette allure avec celle des images **IMA_DIAO** et **IMA_DIAF** prises à la même ligne. Concluez quand à l'effet du diaphragme sur le contraste de l'image.

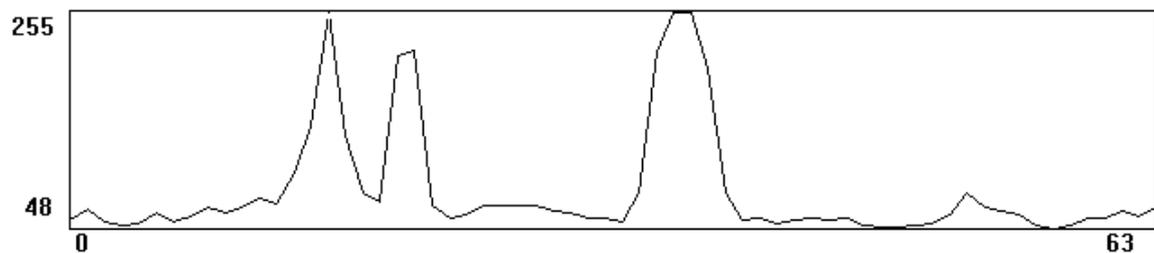
Ligne choisie



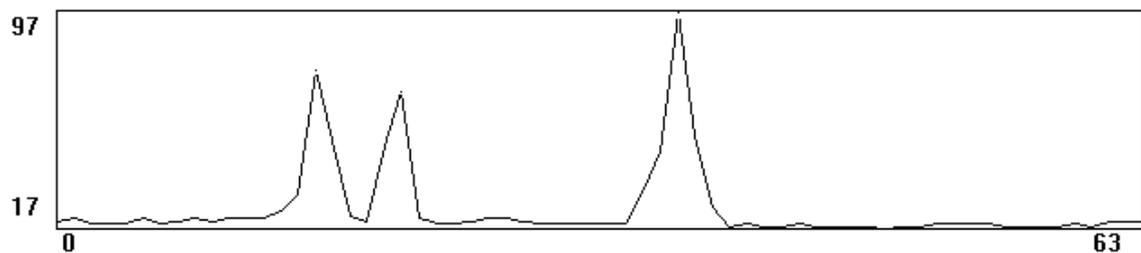
Profil obtenu :



Profil pour IMA_DIAO :



Profil pour IMA_DIAF :



On constate que ouvrir le diaphragme fait entrer plus de luminance, les pics sont donc plus élevés voire même saturés., les contours sont aussi plus pointu lorsque que peut de luminance peut entrer.

3.2 Même opération sur IMA_FLOU(1 et 2).TIF

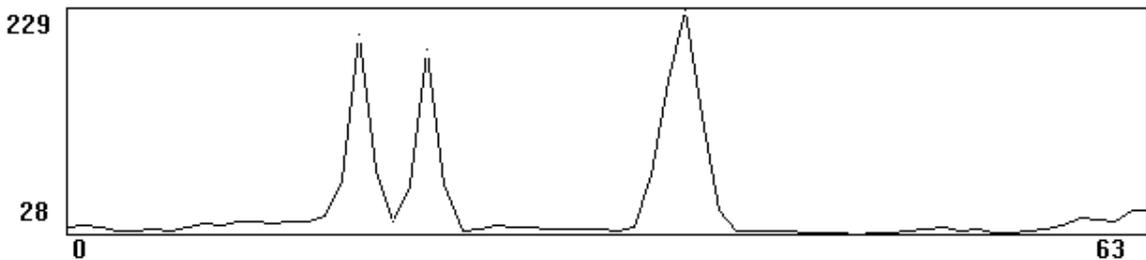
Répéter la même opération sur les images **IMA_FLOU(1 et 2).TIF**. Quel effet à une défocalisation sur l'allure d'un contour ?

Image IMA_FLOU

Flou 1 :



Flou 2 :



3.3 Application des filtres HorizontalEdge et VerticalEdge

Rappelez la définition du gradient de luminance et son principe de calcul. Sur les deux images **OBJHOK.TIF** et **OBJECTS.TIF** appliquez les filtres **HorizontalEdge** et **VerticalEdge**. Comment pourrait-on déterminer ensuite les modules et les directions du gradient ?

Gradient de luminance :

On évalue le gradient le plus souvent par des applications de masque, prenant en considération les variations locales des niveaux de gris. On utilise le masque suivant que l'on retourne à 90 degrés pour la deuxième passe :

1	0
-1	0

Objhok – Horizontal edge :



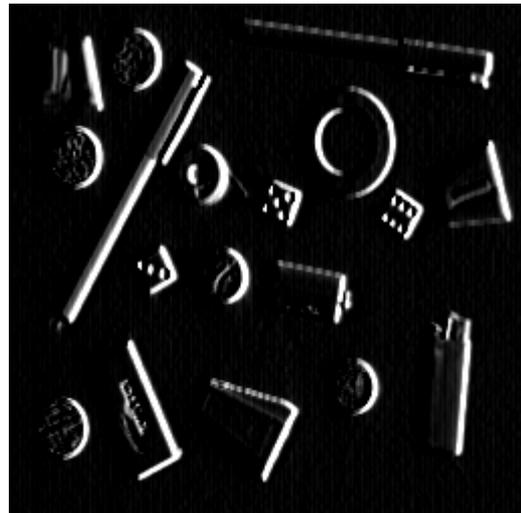
Objhok – Vertical edge :



Object.tif – Horizontal edge



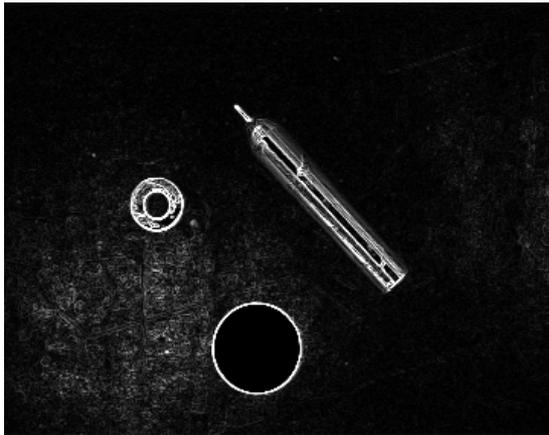
Objects.tif – Vertical edge



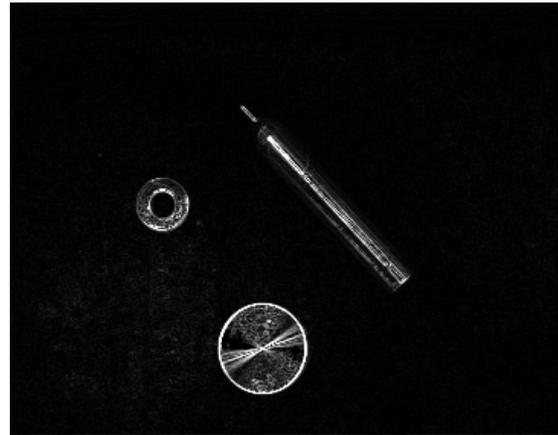
3.4 Application de l'opérateur de Sobel

Sur les deux images **IMA_OK** et **IMA_DIAF** appliquez l'opérateur de **Sobel**. Sur une ligne, comparez les résultats obtenus avec cet opérateur pour les deux images. Que peut-on conclure ? Tracez pour l'image **IMA_OK** l'histogramme des modules du gradient. Quelles remarques peut-on faire sur cet histogramme ?

Ima_ok – Sobel :

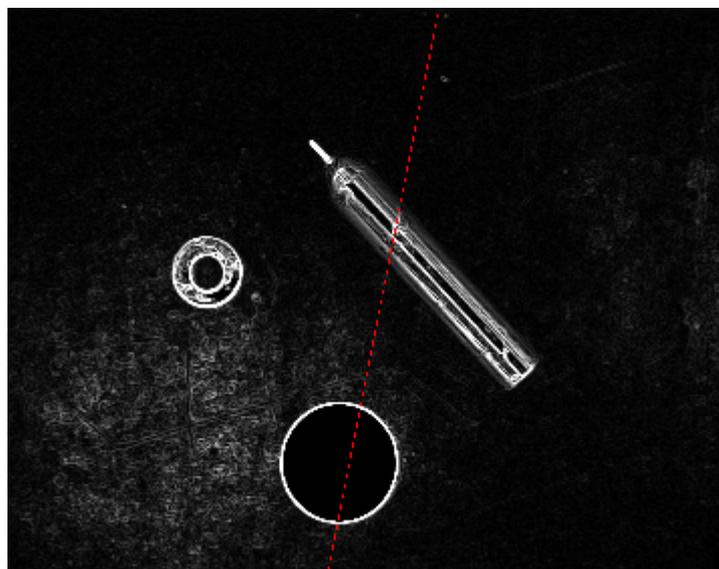


Ima_diaf – Sobel :

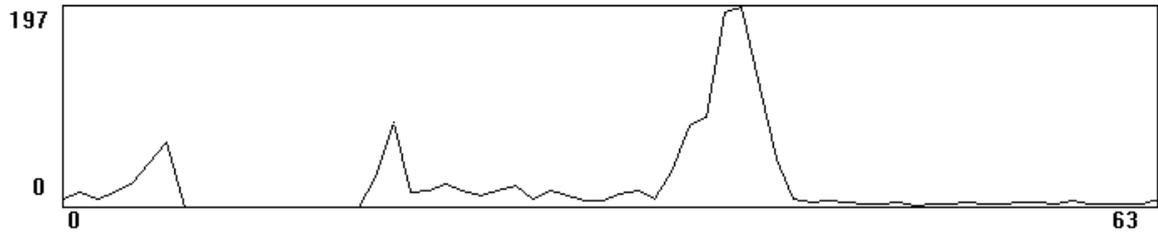


IMA_OK

Ligne choisie

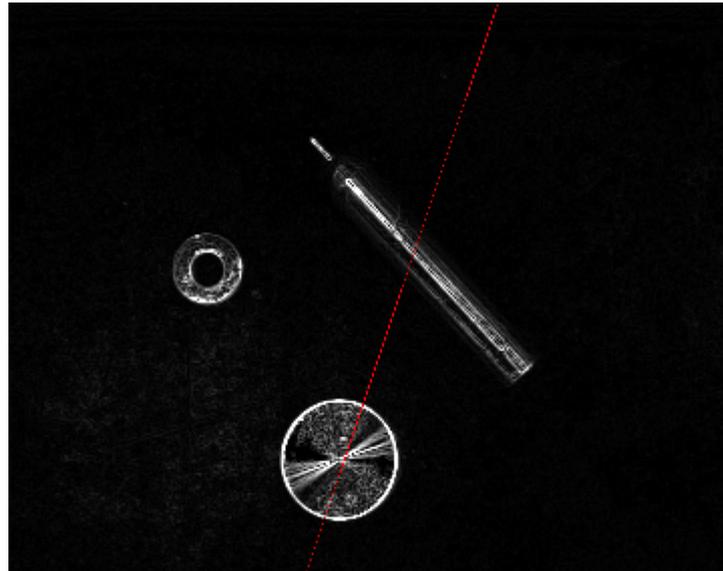


Profil Ligne

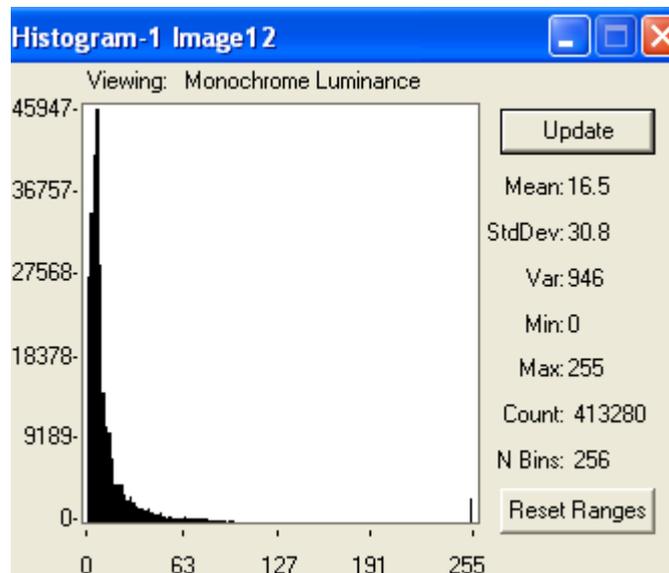
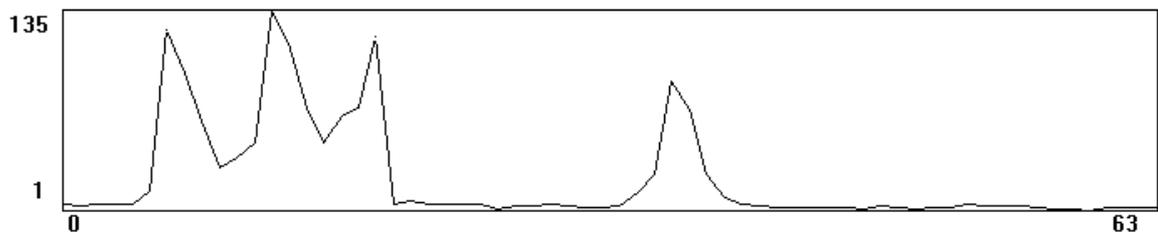


IMA_DIAF

Ligne choisie



Profil Ligne

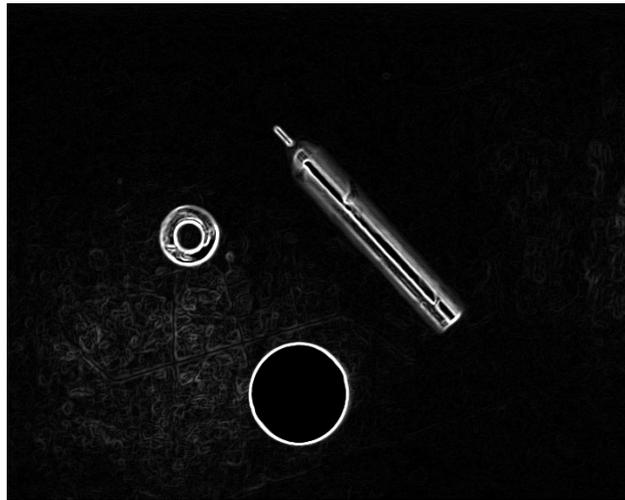


3.5 Application de l'opérateur de Sobel sur des images montrant des qualités de netteté différentes

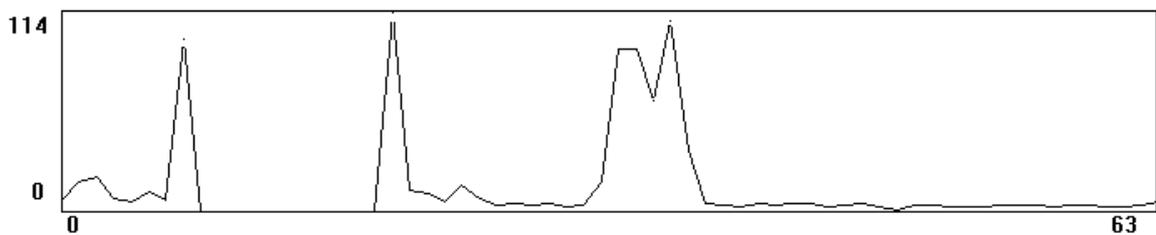
Appliquez l'opérateur de *Sobel* sur les autres images montrant des qualités différentes de netteté **IMA_FLOU1** et **IMA_FLOU2**. Sur une ligne, comparez les résultats obtenus avec cet opérateur pour les deux images. Sous excel calculer la largeur du contour dans les deux cas, la comparer avec la largeur du même contour dans l'image **IMA_OK**. En déduire une méthode pour caractériser une image nette.

l'opérateur Sobel :

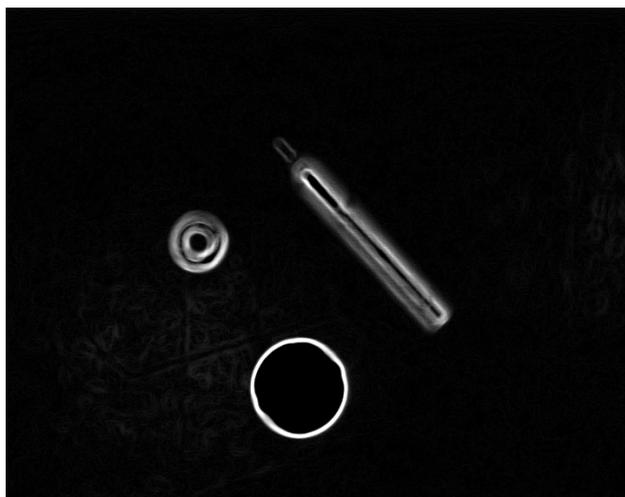
IMA_FLOU1



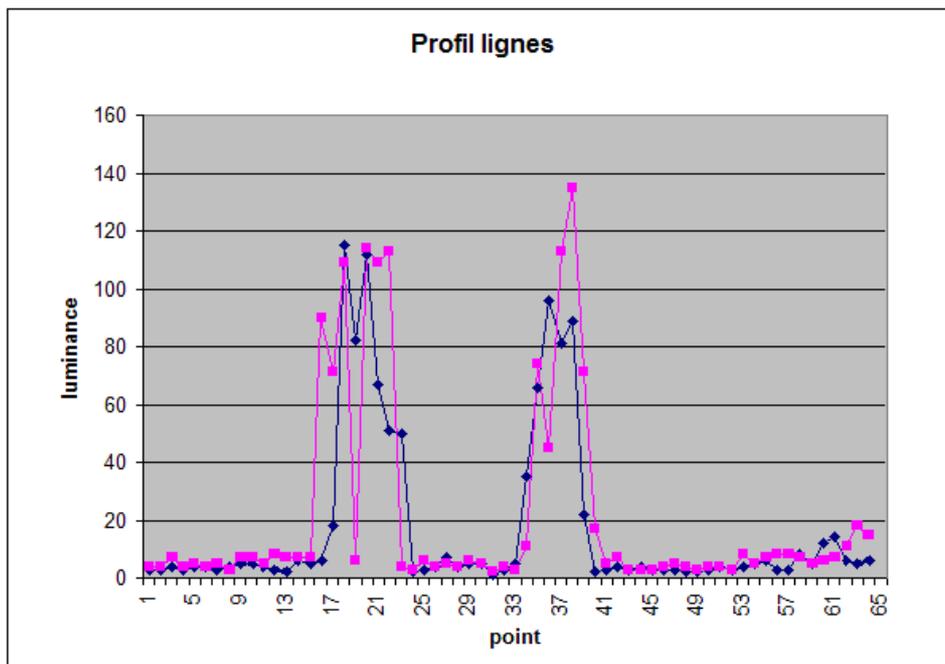
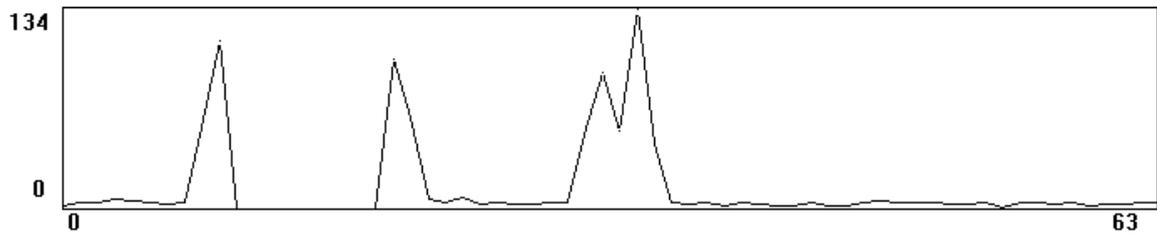
Pour la même ligne que tout à l'heure :



IMA_FLOU2



Pour la même ligne que tout à l'heure :



La largeur du contour est d'environ 8 points pour flou1 et flou2.

Partie 3**Filtrage Non-Linéaire****TP2 contenant:**

- Traitements aux environs du pixel :
Filtrage non-linéaire, Morphologie mathématique ...
- Segmentation - Classification

1. Filtrage Médian

1.1 Utilisation de la commande Median et comparaison avec Average et Gaussian

Sur l'image **MEDIAN.TIF** utilisez la commande **Median** (masque type 3, puis 5), et comparez les résultats avec ceux d'un masque **Average** ou **Gaussian** 3x3, puis 5x5.

Image MEDIAN.tif avec filtre median 3x3 :



Image MEDIAN avec filtre median 5x5 :



Average 3x3 :



Average 5x5 :



On constate que le filtre median fait entièrement disparaître le bruit « poivre et sel » alors que le filtre average ne fait que l'atténuer, de plus le filtre median 3x3 donne une bien meilleure qualité d'image (peu floutée).

2. Morphologie Mathématique Binaire

Sur l'image **PNCN256** réaliser une binarisation permettant de distinguer au mieux les différents objets. Cette image binaire s'appelle **PNCN256_BIN**, elle va nous servir de base pour la suite. Attention : vous devez obtenir une image binaire « exploitable » où les objets sont en blanc sur fond noir.

Binarisation choisie



Seuil : 106

2.1 Application des traitements Erode et Dilate

Appliquer sur l'image **PNCNC256_BIN** les traitements **Erode** et **Dilate** du menu **Image>Binary Morphology**. Observer comment agissent ces traitements, puis répéter ces opérations 4 fois chacune. Que remarque-t-on ? Comment aurions nous pu procéder pour obtenir un résultat identique en une seule fois. Conclure. Utilisation possible de ces deux traitements ?

Traitement érode-dilate 4X



On remarque que les éléments de petite taille ont été supprimés. On aurait pu procéder de la même façon en faisant 4 ouvertures. Ces traitements servent à éliminer le bruit.

2.2 Application des commandes Open et Close

Appliquer ensuite les opérations **Open** et **Close**, commenter leurs effets, et donner des applications pratiques possibles.

Open :



Close :



Open supprime les petits éléments alors que close comble les petits trou dans les objets.

2.3 Réalisation de ces traitements à l'aide des 2 opérations érosion et dilatation

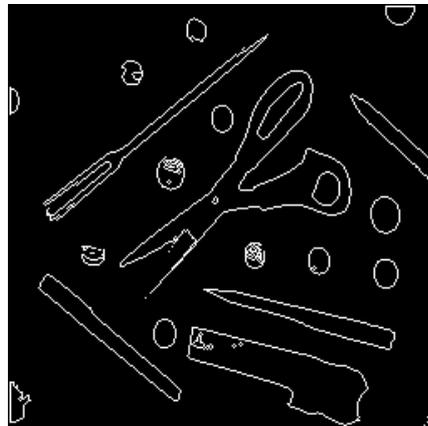
Open = Erode->Dilate

Close = Dilate->Erode

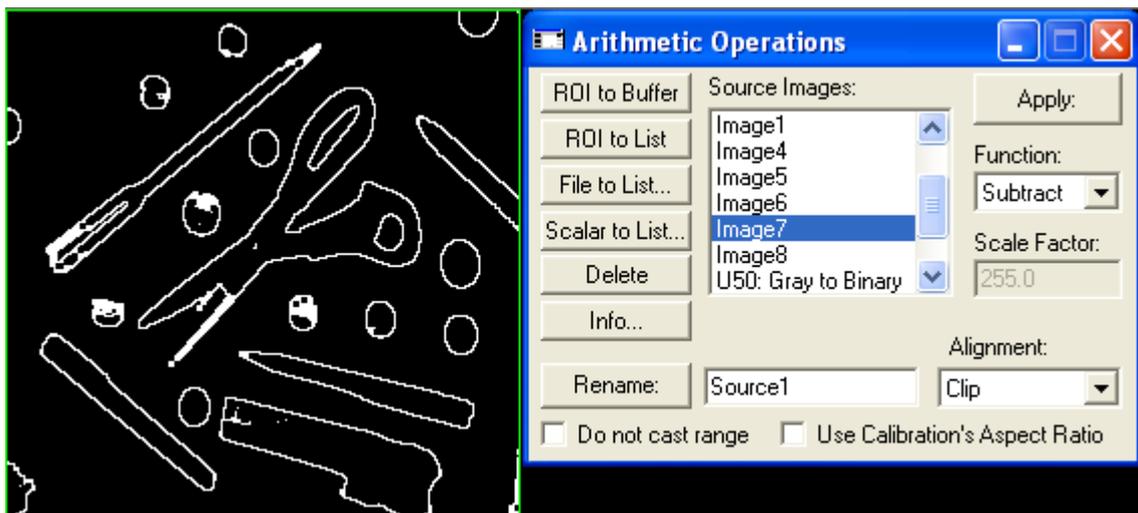
2.4 Application de l'opération Outline

Appliquer sur **PNCN256_BIN** l'opération **Outline**. Proposer une expression du gradient morphologique. Retrouver le résultat à partir de opération érosion dilatation en utilisant le menu « **opérations arithmétiques** ».

Opération outline



Gradient morphologique = Image dilatée – Image

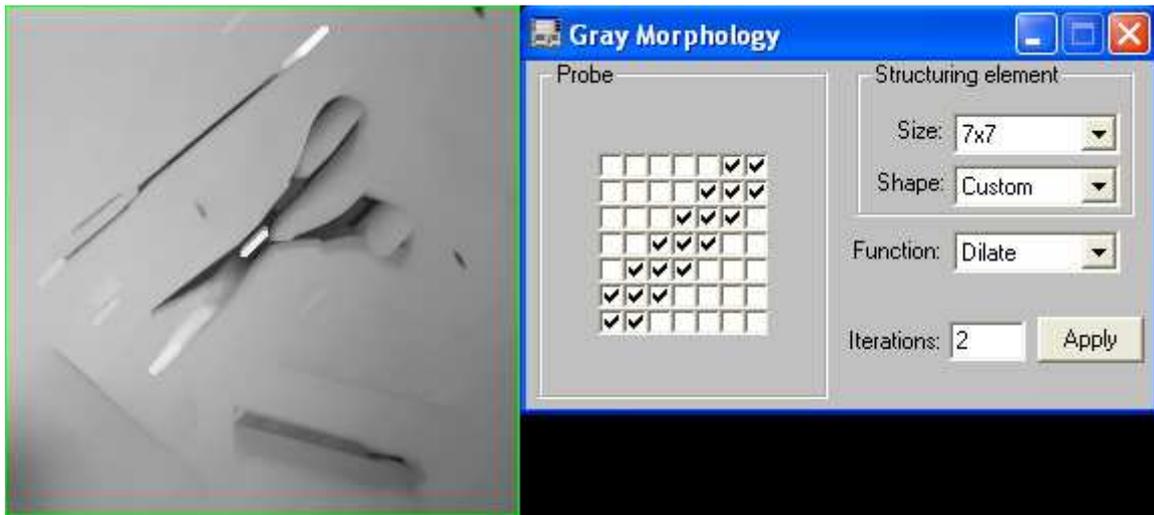


2.5 Qu'est-ce que l'objet Probe ?

Utiliser le menu de la morphologie en niveau de gris **Image>Gray Morphology**. Que représente l'objet « Probe » de ce menu? Imaginer un traitement qui permette de sélectionner les objets allongés dans l'image « ciseaux et aiguilles ».

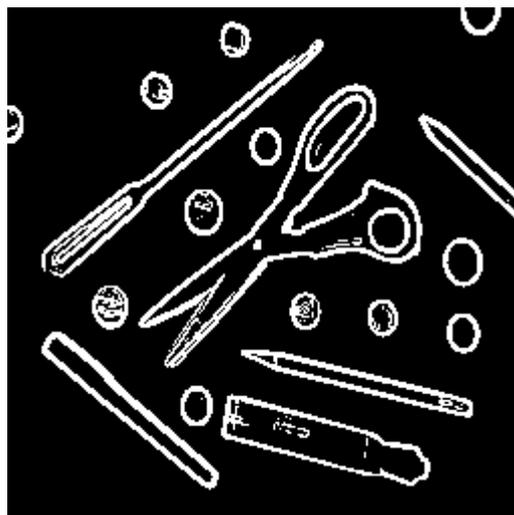
Probe : objet structurant

Traitement choisit :



2.6 Affichage des contours des objets

Sur l'image **PNCN256** appliquez un opérateur gradient de **Sobel** puis binarisez le module du gradient afin d'obtenir les contours des objets en binaire. Comparer le résultat obtenu avec celui obtenu après l'utilisation de la commande Outline sur l'image **PNCN256_BIN**.



Les contours sont plus épais, mais on observe aussi de faux contours dans la plupart des objets, ce qui n'est pas le cas avec l'autre méthode.

3. Morphologie Mathématique en niveaux de gris

Sur l'image d'origine, appliquer les opérations *Erode* et *Dilate* du menu *Image>Gray Morphology*. Que représente l'objet « Probe » de ce menu? Montrez comment comparer le résultat d'une érosion en binaire avec celui d'une érosion en niveau de gris. Quel est l'intérêt de la morphologie en niveau de gris.

En « gray morphology », l'érosion est presque analogue à une dilatation en raison de la trop forte présence de nuances claires. On note en fait qu'en morphologie de niveaux de gris, érosion et dilatation ont tendance à avoir les effets inverses que ceux habituellement constatés.

Partie 4**Reconnaissance de formes****Objectif**

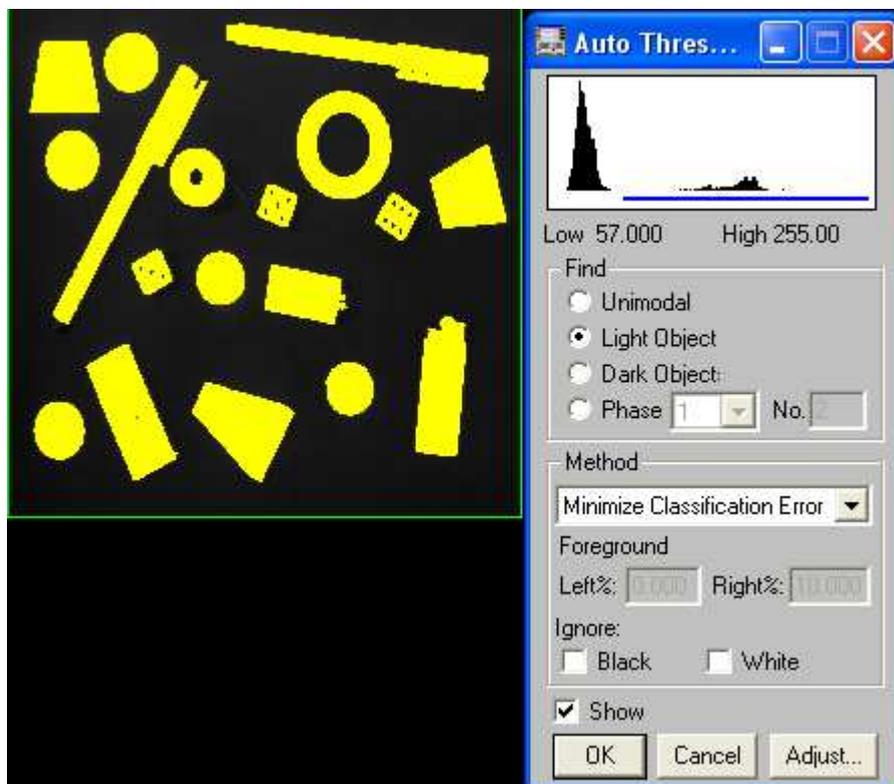
L'objectif de cette partie est d'appréhender les traitements de Segmentation et d'Interprétation. Dans un premier temps, vous exploiterez l'image objets, qui est représentée une scène contenant divers objets comme des stylos, des briquets, des dés ou des pièces

1. Analyse des images**1.1. Création de l'image de départ**

La première opération consiste à binariser l'image OBJETS.TIF de façon à séparer les objets du fond. Vous exploiterez l'histogramme de l'image pour choisir le seuil de binarisation. Ce seuil sera choisi en fonction des objectifs fixés par le paragraphe 1.3 Vous en déduirez une méthode automatique pour calculer le seuil sur ce type d'images bi-modales. Pour ce faire, vous pouvez tester les méthodes de calcul de seuil automatique proposées par le logiciel Optimas (menu Image > Threshold > Auto Threshold). Ensuite, si nécessaire, vous pouvez appliquer un traitement d'amélioration de l'image pour obtenir une image où les objets sont « correctement » séparés du fond

Méthode de calcul: détecter les pics à l'aide de lois gaussiennes.

Ici : structure bimodales.



1.2. Extraction des objets

Utilisez la fonction **Data > Calibrate Spatial** pour choisir les unités de représentation des données (1 cm par Pixel).

Utilisez la fonction **Data > Data Sampling > Area** pour choisir les caractéristiques des objets (frontière en 8-voisinage, tenir compte des trous et objets imbriqués, longueur minimale de frontière égale à 5 pixels).

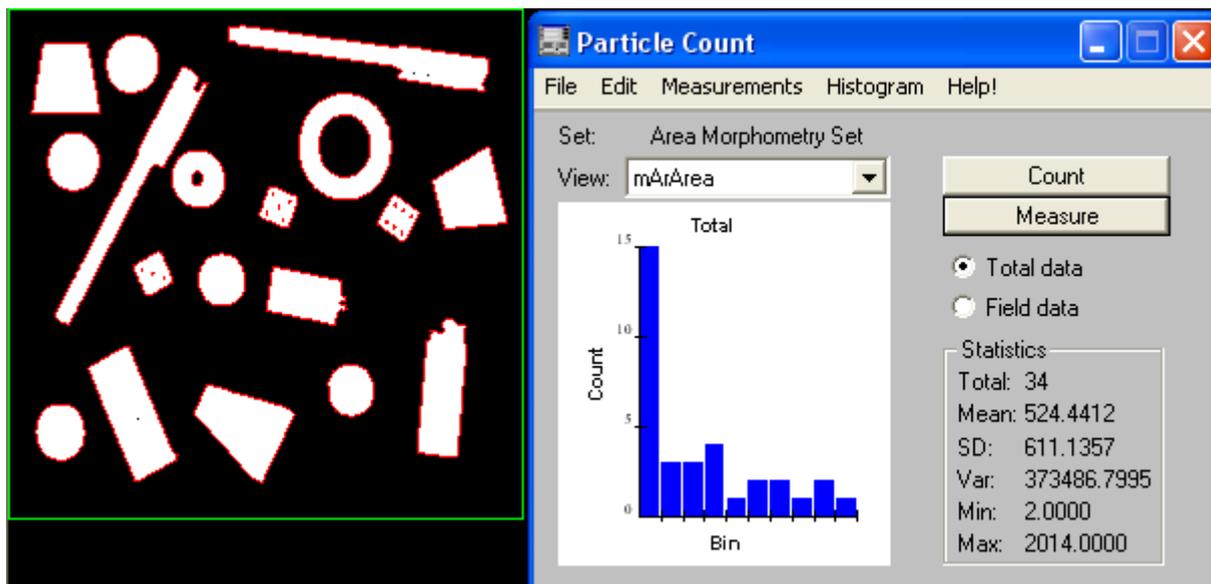
Choisissez la fonction **Data > Particules Count** pour isoler les objets de l'image. Pensez à régler la fonction de segmentation en choisissant une méthode par seuil simple (**menu measurements > Features Identification Method**) et utilisant le seuil déterminé précédemment. Pensez également à régler l'extraction pour des objets clairs dans le cas de l'image **Objets.tif**.

La segmentation dépend fortement de la phase de reconnaissance, n'oubliez de tenir compte de ce qu'on veut trier pour segmenter

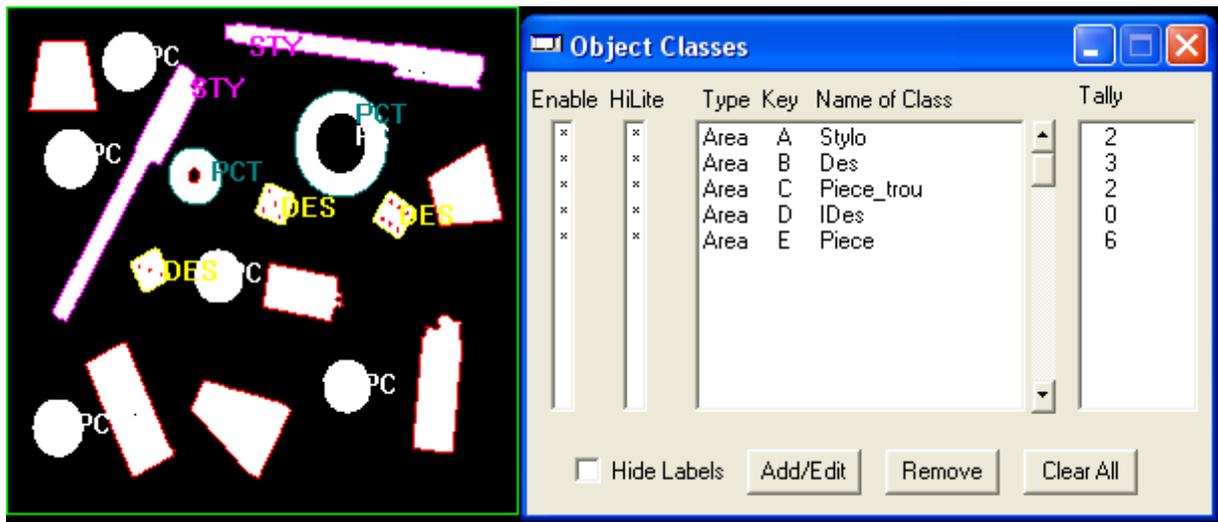
A quoi sert le menu Fill Hole and Border Kill ?

Appliquer le traitement pour extraire les objets (Bouton **Count**)

Vérifier que les régions obtenues correspondent aux objets. On éliminera les objets touchants le bord.



1.3 et 1.4 Détection des objets

**Script :**

Stylo : $Ar_Stylo_Member_A = ArCircularity > 65 ;$

Dés : $Ar_Des_Member_B = ArEulerNumber < 0;$

Rondelles : $Ar_Piece_trou_Member_C = ArEulerNumber == 0;$

Numéros des dè : $r_IDes_Member_D = ArBreadth < 5;$ (ou utiliser le nombre d'euler de chaque objet)

Pièce : $Ar_Piece_Member_E = ArBreadth > 24 \ \&\& \ ArBreadth < 29 \ \&\& \ ArEulerNumber == 1 \ \&\& \ (ArMajorAxisAngle < 90 \ || \ ArMajorAxisAngle > 95);$

1) Reconnaissance de formes

IMA_OK :

Seuil :

Auto threshold : Light object et exponential fit

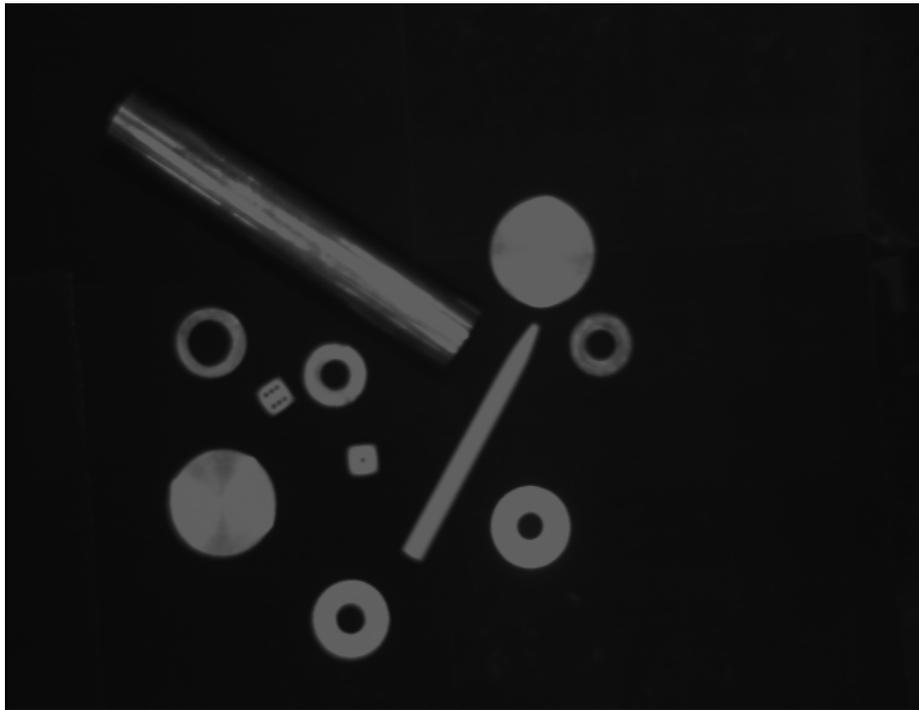
Reconnaissance :

Rondelle : $Ar_Class1_Member_A = ArEulerNumber == 0;$

Stylo : $Ar_Class2_Member_B = ArCircularity > 30 \ \&\& \ ArEulerNumber == 1;$

Pièce : $Ar_Class3_Member_C = ArCircularity < 30 \ \&\& \ ArEulerNumber == 1 \ \&\& \ ArNestNofParents == 0;$

Image acquise :



A partir de l'image du dessus, on peut récupérer celle ci-dessous

