

TD de Traitement d'images



EI3 Année 2009-2010

TD n° 1 :	Questions de cours	p. 3
TD n° 2 :		p. 11
TD n° 3 :		p. 31

TD n° 1

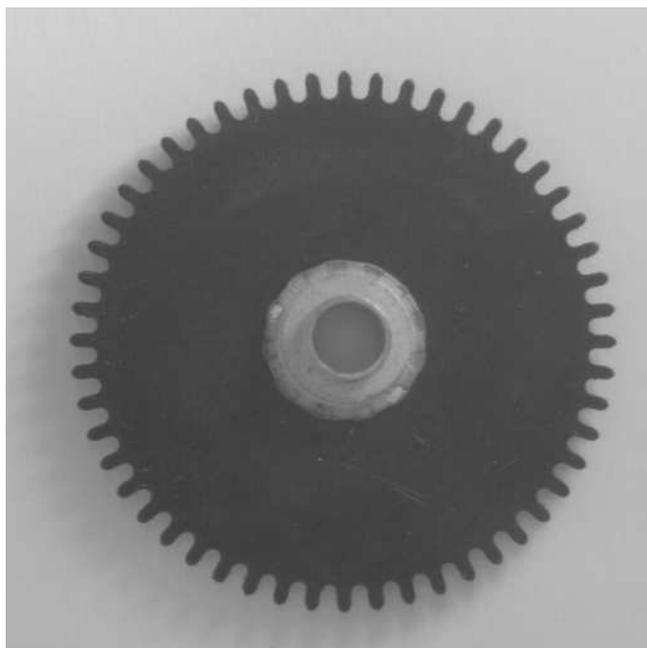
Exercice n° 1 : Contrôle de cours de TI du 18/01/2007

Questions de cours

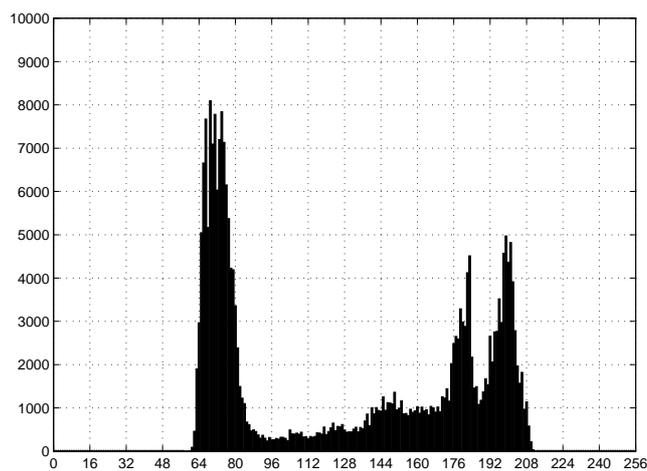
- 1) Expliquer la différence entre une image en mode point et une image vectorielle. Donner un exemple de format de chacun des ces deux types d'images.
- 2) Expliquer le principe fondamental des codes à longueurs variables utilisés pour la compression d'images sans perte.
- 3) Décrire ce que représente selon vous une haute fréquence spatiale ainsi qu'une basse fréquence spatiale dans une image et quels sont les traitements qui les mettent en évidence.
- 4) Dans une image binaire, quelles opérations morphologiques permettent de "boucher les trous" et quelles sont celles qui permettent de "supprimer le bruit" ?
- 5) Citer et expliquer les différentes étapes nécessaires à une segmentation d'image en contours basée sur l'utilisation du lissage des approximations de la dérivée première.
- 6) Citer et expliquer les différentes étapes nécessaires à une segmentation d'image en régions basée sur la classification de pixels.

Exercice d'application du cours

La figure 1 représente une image notée I_1 et son histogramme, noté H_1 .



I_1

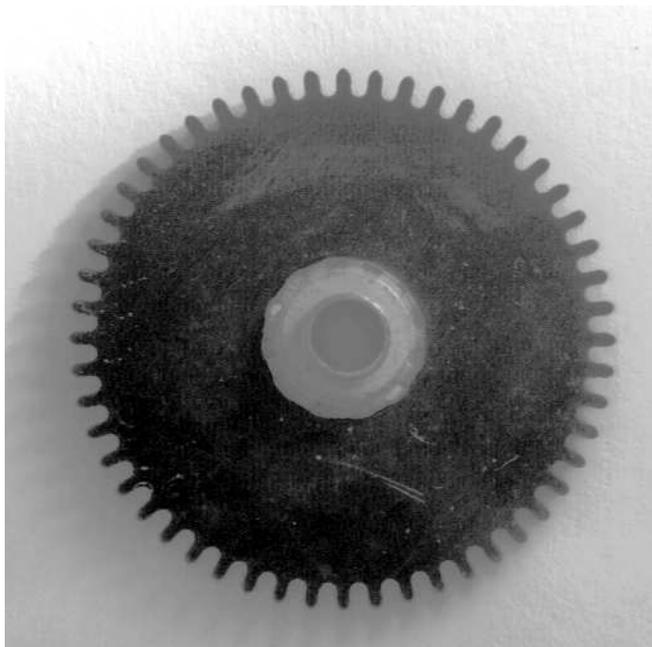


H_1

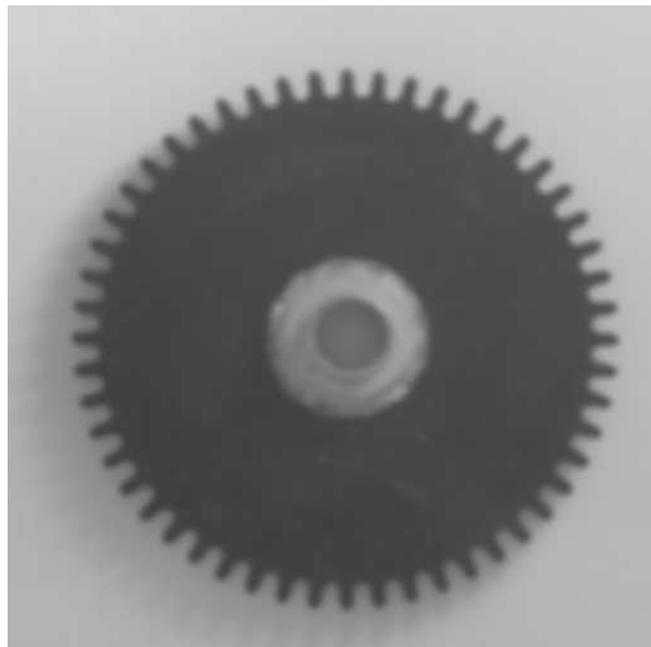
Figure 1 – Image I_1 et son histogramme H_1 .

7) Identifier à quelles régions de l'image I_1 correspondent les différents modes de l'histogramme H_1 .

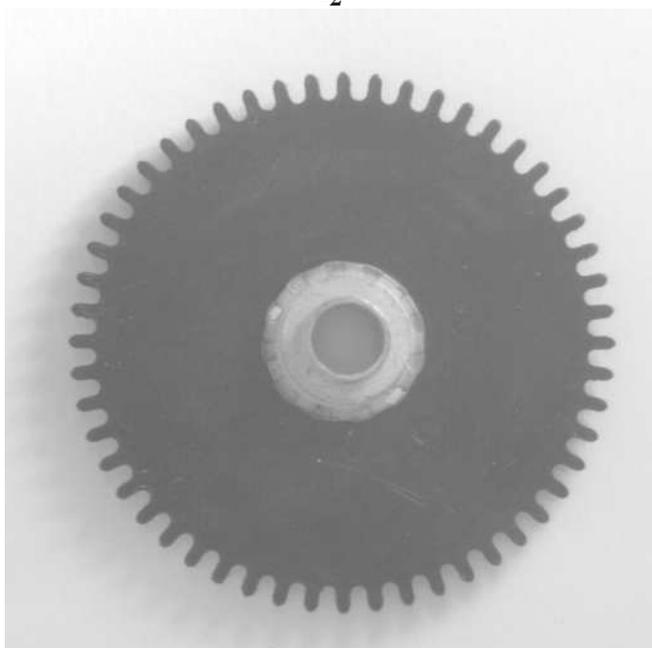
Différents traitements ont été appliqués à l'image I_1 . Les images I_2 à I_9 des figures 2 et 3 montrent les résultats de ces traitements.



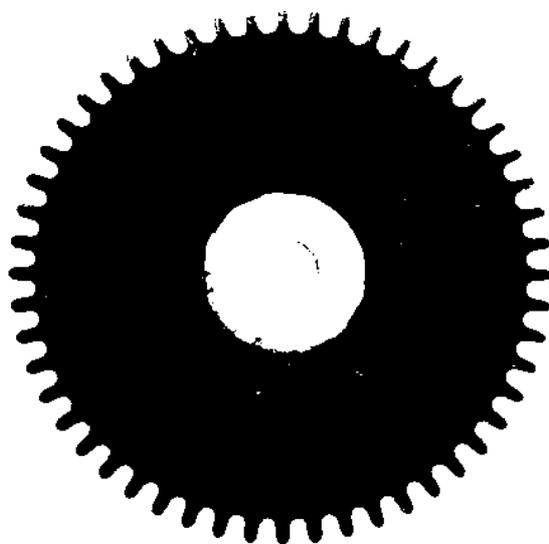
I_2



I_3



I_4



I_5

Figure 2 – Résultats des traitements appliqués à l'image I_1 .



I₆



I₇



I₈



I₉

Figure 3 – Résultats des traitements appliqués à l'image I₁ (suite...).

Chacun des histogrammes des images I_2 à I_9 a été calculé. Ces histogrammes, notés H_2 à H_9 sont représentés **dans le désordre** sur les figures 4 et 5.

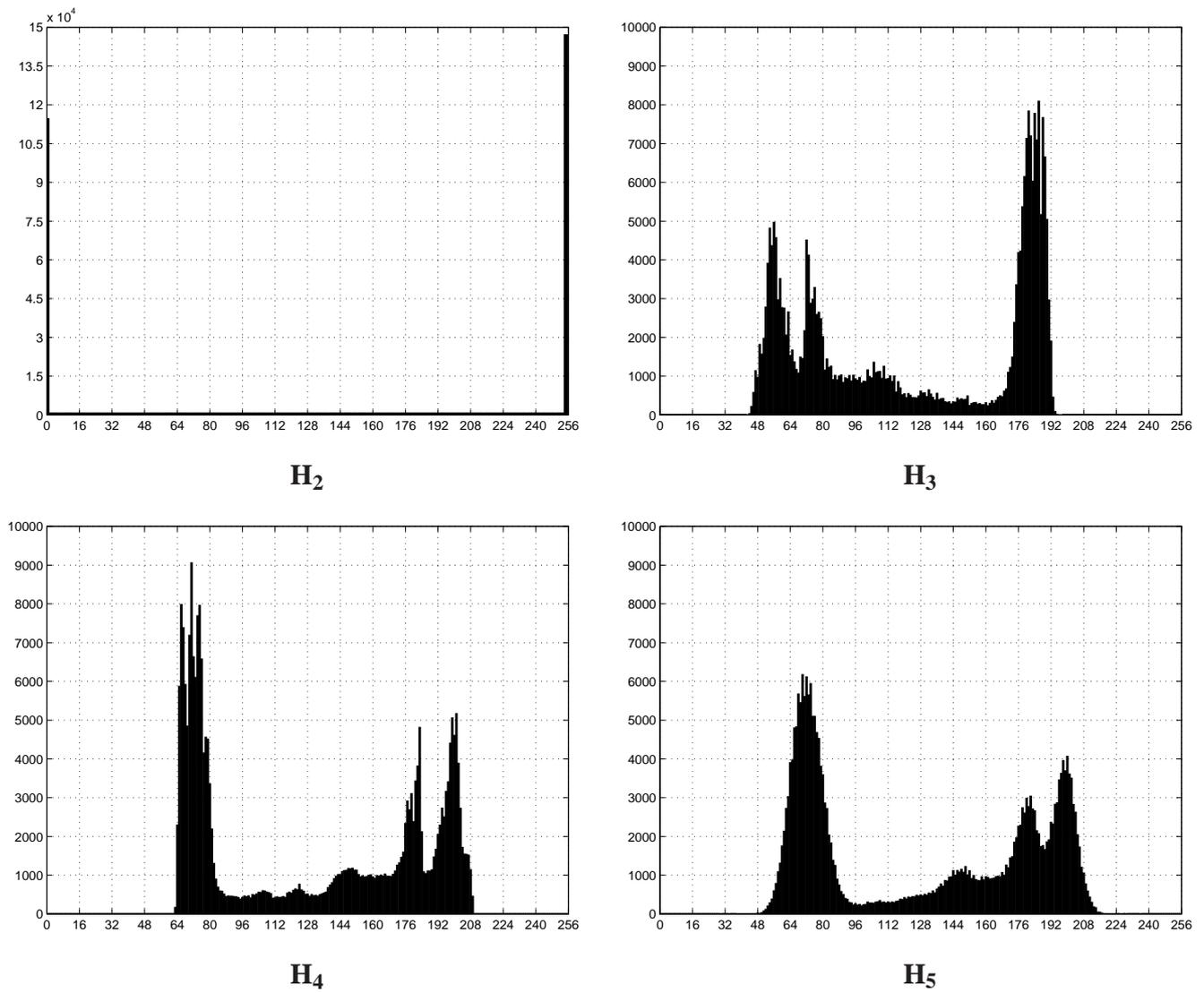
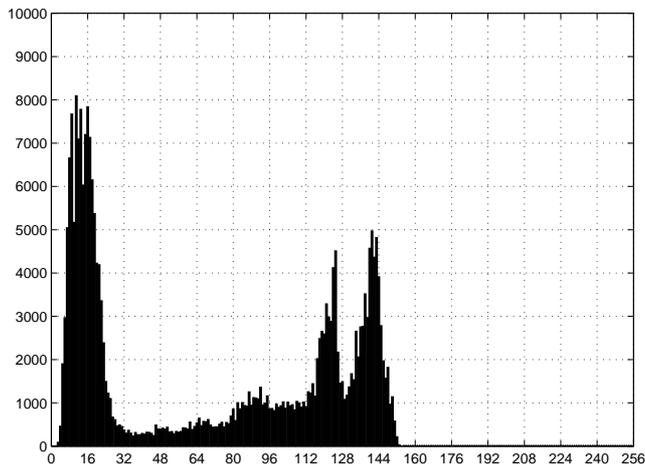
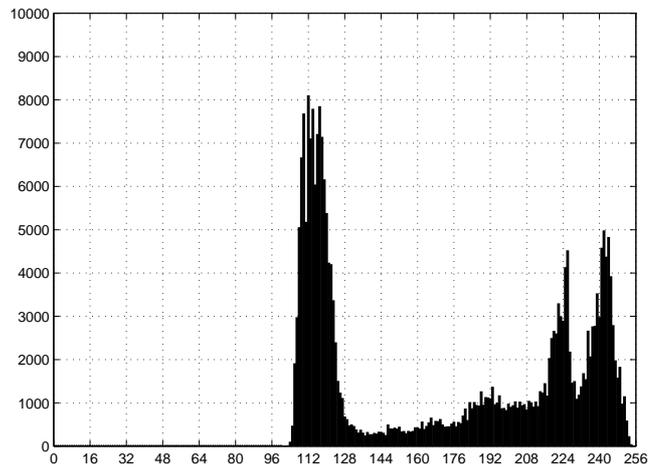


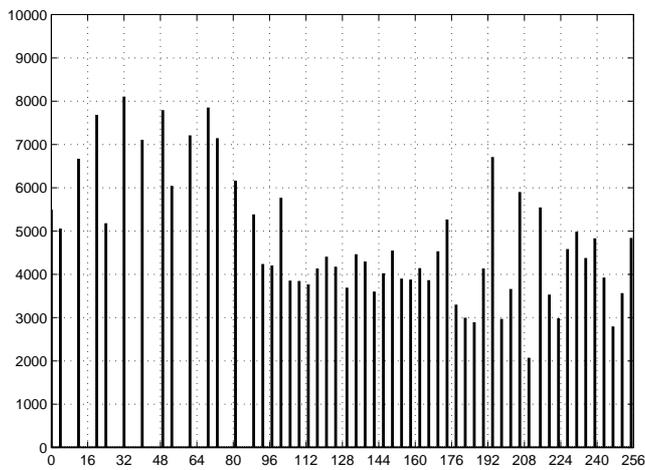
Figure 4 – Histogrammes des images I_2 à I_9 .



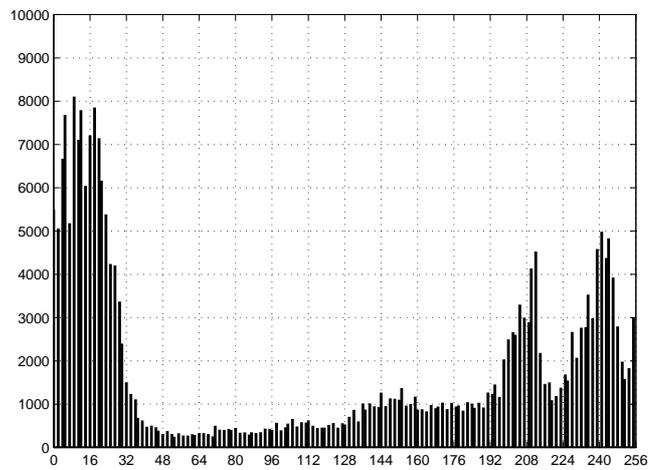
H_6



H_7



H_8



H_9

Figure 5 – Histogrammes des images I_2 à I_9 (suite...).

8) Pour chacune des images I_2 à I_9 des figures 2 et 3, déterminer son histogramme parmi les histogrammes H_2 à H_9 des figures 4 et 5.

Justifier votre choix en spécifiant notamment le plus précisément possible quel est le traitement qui a été effectué sur chaque image I_2 à I_9 des figures 2 et 3.

Exercice n° 2 : Contrôle de cours de TSI (Partie Image) du 19/12/2002

L'image de la figure 6 est une image à niveaux de gris de taille 8×8 pixels et dont les valeurs des niveaux de gris sont codés sur 4 bits. Cette image représente une forme rectangulaire sur un fond.

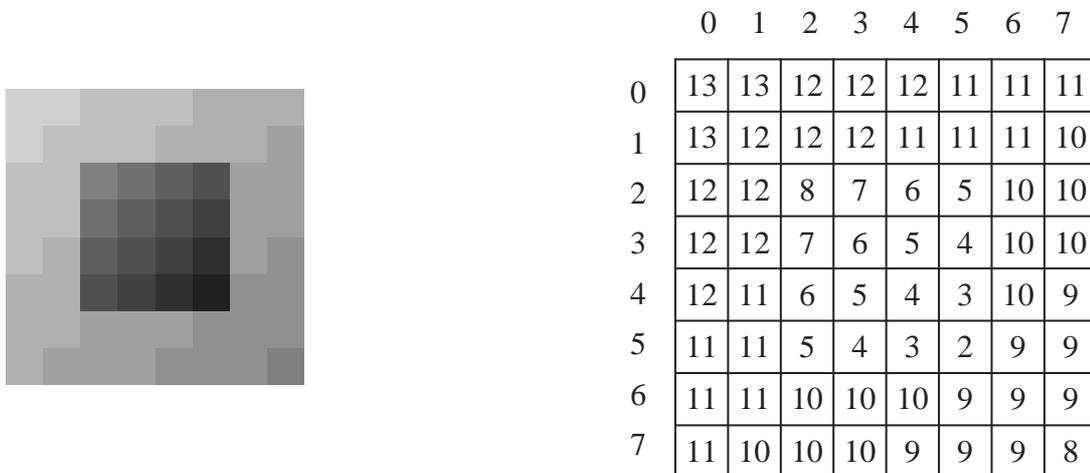


Figure 6 – Image I : à gauche est représentée l'image I et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image I ainsi que leurs coordonnées.

1) Représenter l'histogramme de cette image.

2) Donner la fonction permettant le recadrage dynamique de cet histogramme de façon à utiliser toute la plage des niveaux de gris et donner la LUT correspondante en appliquant cette fonction aux différentes valeurs de niveaux de gris. **Attention, cette LUT ne sera pas appliquée dans les questions suivantes.**

3) Soit H_1 et H_2 les filtres de convolution définis respectivement par les noyaux suivants :

$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_2 = \frac{1}{10} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

A quel type de filtres correspondent les filtres H_1 et H_2 ?

4) Lequel de ces deux filtres faut-il utiliser pour effectuer une détection de contours sur l'image I ? Citer les différentes étapes nécessaires afin de réaliser cette détection le plus précisément possible ?

5) Quels sont les résultats de la convolution du filtre H_1 sur les pixels de l'image I de coordonnées : $(1, 1)$, $(2, 2)$, $(3, 3)$, $(4, 4)$, $(5, 5)$, $(6, 6)$, $(2, 5)$ et $(5, 2)$? Que constatez-vous ? Quel filtre faudrait-il associer à H_1 pour améliorer le résultat ?

6) Appliquer le filtre H_2 sur le pixel de l'image I de coordonnées $(2, 2)$ ainsi qu'un filtre médian de taille 3×3 puis comparer et discuter les résultats de ces deux filtres.

7) En analysant l'image I et son histogramme, binariser correctement l'image de façon à séparer la forme rectangulaire du fond. Donner la valeur du seuil choisi et représenter l'image binaire par des 0 et des 1.

8) Citer deux fonctions permettant d'inverser l'image binaire précédente et représenter l'image binaire ainsi obtenue par des 0 et des 1.

9) Soit S l'élément structurant suivant :

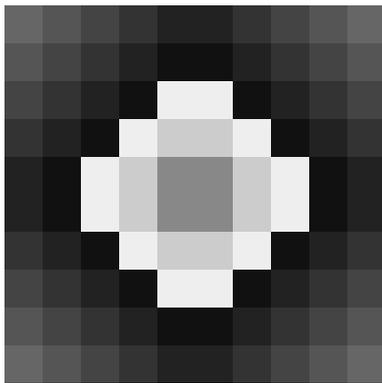
$$S = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1 & \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline & 1 & \\ \hline \end{array}$$

En supposant que les pixels qui sont hors de l'image sont égales à 0, appliquer une opération d'érosion avec S sur l'image binaire précédente puis une opération de dilatation sur l'image ainsi érodée. Comment s'appelle cette opération ? Représenter les images binaires ainsi obtenues par des 0 et des 1. Que remarquez-vous ?

TD n° 2

Exercice n° 3 : Restauration d'images

L'image de la figure 7 est une image à niveaux de gris de taille 10×10 pixels dont les valeurs des niveaux de gris sont codés sur 4 bits. Cette image représente un cercle sur un fond sombre.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6
1	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
2	4	3	2	1	14	14	1	2	3	4
3	3	2	1	14	12	12	14	1	2	3
4	2	1	14	12	8	8	12	14	1	2
5	2	1	14	12	8	8	12	14	1	2
6	3	2	1	14	12	12	14	1	2	3
7	4	3	2	1	14	14	1	2	3	4
8	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
9	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6

Figure 7 – Image I : à gauche est représentée l'image I et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image I ainsi que leurs coordonnées.

Un bruit de type impulsionnelle est ajouté à cette image tel que :

$$\begin{aligned}
 I(1,1) &= 0 \\
 I(6,3) &= 0 \\
 I(4,4) &= 0 \\
 I(8,4) &= 0 \\
 I(1,5) &= 15 \\
 I(5,5) &= 15 \\
 I(3,6) &= 15 \\
 I(8,8) &= 15
 \end{aligned}$$

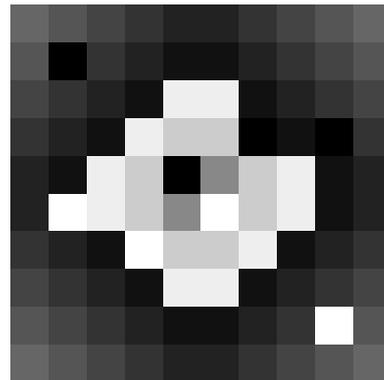


Figure 8 – Image I ajoutée d'un bruit impulsionnelle.

1) Appliquer un filtre moyenneur de taille 3×3 sur les points : $I(1,1)$, $I(6,3)$, $I(4,4)$, $I(8,4)$, $I(1,5)$, $I(5,5)$, $I(3,6)$, $I(8,8)$, $I(4,1)$, $I(8,1)$, $I(2,8)$, $I(5,8)$.

Quel est l'effet de ce filtre ?

2) Appliquer un filtre médian de taille 3×3 sur les points : $I(1,1)$, $I(6,3)$, $I(4,4)$, $I(8,4)$, $I(1,5)$, $I(5,5)$, $I(3,6)$, $I(8,8)$, $I(4,1)$, $I(8,1)$, $I(2,8)$, $I(5,8)$.

Quel est l'effet de ce filtre ?

3) Appliquer un filtrage adaptatif sur les points : $I(1,1)$, $I(6,3)$, $I(4,4)$, $I(8,4)$, $I(1,5)$, $I(5,5)$, $I(3,6)$, $I(8,8)$, $I(4,1)$, $I(8,1)$, $I(2,8)$, $I(5,8)$.

Quel est l'effet de ce filtre ?

4) Appliquer un filtrage robuste sur les points : $I(1,1)$, $I(6,3)$, $I(4,4)$, $I(8,4)$, $I(1,5)$, $I(5,5)$, $I(3,6)$, $I(8,8)$, $I(4,1)$, $I(8,1)$, $I(2,8)$, $I(5,8)$.

Quel est l'effet de ce filtre ?

5) Quel est le résultat d'un filtrage moyenneur sur le bord en haut à gauche avec les 3 méthodes : zero-padding, périodisation, symétrie miroir ? Conclure.

Exercice n° 4 : Compression d'images

1) Calculer la taille de l'image de la figure 7 comme si elle était quantifiée sur 8 bits. Représenter alors son histogramme.

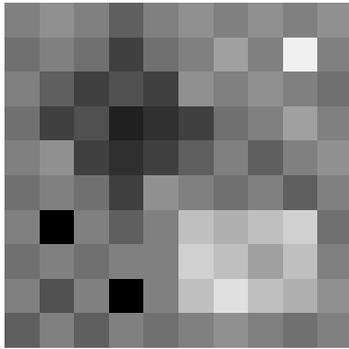
2) Appliquer le codage RLE et calculer la taille de l'image sans tenir compte de l'en-tête et des séparateurs. Quel est le taux de compression obtenue ?

3) Appliquer le codage Shannon - Fano et calculer la taille de l'image sans tenir compte de l'en-tête. Quel est le taux de compression ? Calculer la taille de la table de codage.

4) Appliquer le codage Huffman et calculer la taille de l'image sans tenir compte de l'en-tête. Quel est le taux de compression ? Calculer la taille de la table de codage.

Exercice n° 5 : D.S. de TSI du 30/01/2003

L'image de la figure 9 est une image à niveaux de gris de taille 10×10 pixels dont les valeurs des niveaux de gris sont codés sur 4 bits. Cette image représente une forme rectangulaire et une forme en losange sur un fond non uniforme.

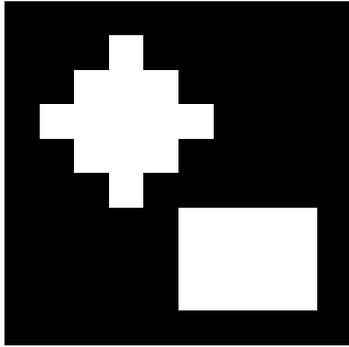


	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	8	9	8	6	8	9	8	9	8	9
1	7	8	7	4	7	8	10	8	15	8
2	8	6	4	5	4	9	8	9	8	7
3	7	4	5	2	3	4	7	8	10	8
4	8	9	4	3	4	6	8	6	8	9
5	7	8	7	4	9	8	7	8	6	8
6	8	0	8	6	8	12	11	12	13	7
7	7	8	7	8	8	13	12	10	12	8
8	8	5	8	0	8	12	14	12	11	9
9	6	8	6	8	7	8	9	8	7	8

Figure 9 – Image I : à gauche est représentée l'image I et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image I ainsi que leurs coordonnées.

1) Représentez l'histogramme de l'image I .

2) Détaillez et expliquez le plus précisément et le plus rigoureusement possible les traitements à réaliser pour obtenir l'image résultat J de la figure 10. Pour illustrer chacun de ces traitements, **il est demandé de représenter l'image résultat correspondante** et de donner les éventuels filtres, opérateurs, éléments structurants, seuils, ... utilisés.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
3	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
4	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 10 – Image J : à gauche est représentée l'image J et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image J ainsi que leurs coordonnées.

Soit H , le filtre de convolution défini par le noyau suivant :

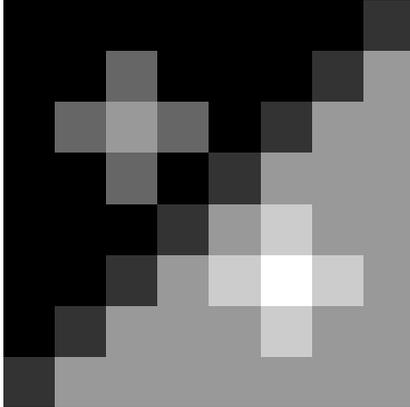
$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

3) Quel est le filtre H ? Expliquez le plus précisément possible le rôle de ce filtre et comment il doit être utilisé.

4) Ce filtre est appliquée successivement deux fois sur une image. Montrez que ce filtrage est équivalent à un filtrage de convolution utilisant un noyau de taille 5×5 dont vous devez préciser les coefficients.

Exercice n° 6 : D.S. de TI du 27/01/2005

L'image de la figure 11 est une image à niveaux de gris de taille 8×8 pixels et dont les valeurs des niveaux de gris sont codés sur 8 bits.



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	51
1	0	0	102	0	0	0	51	153
2	0	102	153	102	0	51	153	153
3	0	0	102	0	51	153	153	153
4	0	0	0	51	153	204	153	153
5	0	0	51	153	204	255	204	153
6	0	51	153	153	153	204	153	153
7	51	153	153	153	153	153	153	153

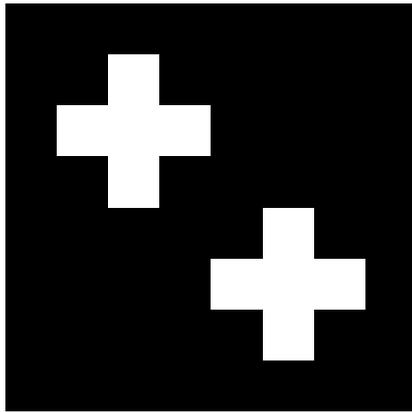
Figure 11 – Image I : à gauche est représentée l'image I et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image I ainsi que leurs coordonnées.

Compression

- 1) Donner, en octets, la taille de l'image I de la figure 11.
- 2) Appliquer le codage de Huffman à cette image et donner la table de codage.
- 3) Quelle est alors, en octets, la taille de l'image I de la figure 11 en utilisant ce codage et en tenant compte de la table de codage ? Calculer le taux de compression obtenu.

Pré-traitements

Sur l'image I de la figure 11, on distingue deux croix. On souhaite appliquer une série de pré-traitements afin d'obtenir l'image J de la figure 12.



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	255	0	0	0	0	0
2	0	255	255	255	0	0	0	0
3	0	0	255	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	255	0	0
5	0	0	0	0	255	255	255	0
6	0	0	0	0	0	255	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 12 – Image J : à gauche est représentée l'image J et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image J ainsi que leurs coordonnées.

4) En utilisant des opérations de binarisation, des filtrages morphologiques et des opérateurs logiques, expliquer le plus précisément possible la chaîne de traitement à mettre en oeuvre afin d'obtenir l'image résultat J de la figure 12. Pour illustrer chacun de ces traitements, **il est demandé de représenter l'image résultat correspondante** et de donner les opérateurs, éléments structurants, seuils et images utilisés.

Croissance de régions

On souhaite réaliser la segmentation en régions de l'image I de la figure 11 en utilisant la croissance de régions.

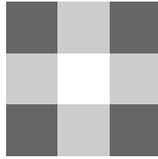
5) Appliquer la méthode de croissance de régions sur l'image I de la figure 11 en utilisant les critères suivant :

- Le sens de parcours de l'image est de gauche vers droite, puis de haut en bas (on commence donc en haut à gauche).
- Le sens de parcours des voisins est droite–bas–gauche–haut (on considère donc un voisinage 4–connexité).
- La mesure d'homogénéité est l'étendue $e = \max - \min$.
- Le seuil de fusion est $s = 64$ (si $e \leq s$, alors le pixel analysé est ajouté à la région en cours de construction).

Dénombrer et identifier sur l'image I de la figure 11 les régions ainsi obtenues puis conclure.

Corrélation normalisée

On souhaite retrouver les deux croix de l'image I de la figure 11 en utilisant la méthode de corrélation normalisée avec le modèle T de la figure 13.



102	204	102
204	255	204
102	204	102

Figure 13 – Modèle T à rechercher : à gauche est représentée l'image T et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image T .

6) Calculer la corrélation normalisée sur les points de coordonnées $(2,2)$, $(5,5)$ et $(2,5)$ de l'image I de la figure 11 en présentant les différentes étapes de calcul.

7) Quelles opérations faut-il effectuer afin de localiser les deux croix de l'image I de la figure 11 en utilisant le résultat de la corrélation normalisée ?

Exercice n° 7 : D.S. de TI du 13/03/2006

L'image I de la figure 14 est une image **couleur** de taille 8×8 pixels et dont les valeurs des niveaux de gris sont codés sur 8 bits. Les images R , V et B correspondent respectivement aux niveaux de rouge, de vert et de bleu des pixels de l'image couleur I .

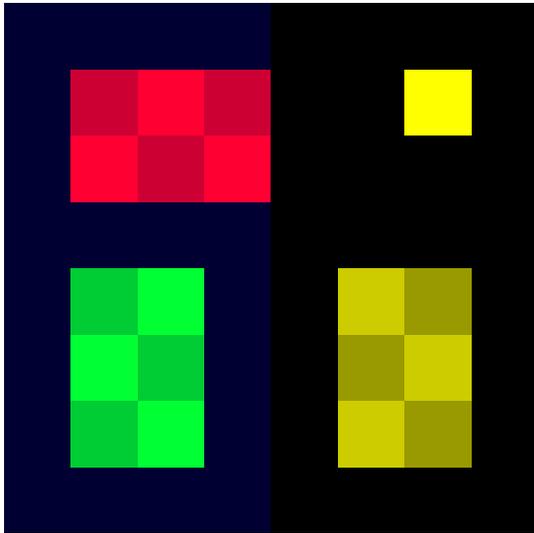


Image couleur I

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	204	255	204	0	0	255	0
2	0	255	204	255	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	204	153	0
5	0	0	0	0	0	153	204	0
6	0	0	0	0	0	204	153	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Image R

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	255	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	204	255	0	0	204	153	0
5	0	255	204	0	0	153	204	0
6	0	204	255	0	0	204	153	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Image V

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	51	51	51	51	0	0	0	0
1	51	51	51	51	0	0	0	0
2	51	51	51	51	0	0	0	0
3	51	51	51	51	0	0	0	0
4	51	51	51	51	0	0	0	0
5	51	51	51	51	0	0	0	0
6	51	51	51	51	0	0	0	0
7	51	51	51	51	0	0	0	0

Image B

Figure 14 – Image couleur I et niveaux de rouge (image R), de vert (image V) et de bleu (image B) de ses pixels en fonction de leurs coordonnées.

Compression et conversion de l'image

1) Donner, en octets, la taille de l'image I de la figure 14.

On souhaite convertir l'image couleur I de la figure 14 en une image à niveaux de gris J . Le niveau de gris $J(x,y)$ d'un pixel de coordonnées (x,y) est donné par la relation suivante :

$$J(x,y) = \frac{R(x,y) + V(x,y) + B(x,y)}{3}$$

- 2) Convertir l'image couleur I en l'image à niveaux de gris J et représenter l'image J .
- 3) Calculer et représenter l'histogramme des niveaux de gris de l'image J .
- 4) Donner la LUT permettant le recadrage dynamique de l'image J afin d'exploiter toute l'échelle de valeurs des niveaux de gris. Seules les valeurs présentes dans l'image J devront apparaître dans cette LUT.
- 5) Appliquer le codage de Huffman à l'image J et donner la table de codage.
- 6) Quelle est alors, en octets, la taille de l'image J obtenue en utilisant ce codage et sans tenir compte de la table de codage ? Calculer le taux de compression obtenu.

Pré-traitements

Sur l'image I de la figure 14, on distingue trois rectangles de couleurs respectives rouge, vert et jaune. Afin d'analyser les objets d'une même couleur, on souhaite appliquer une série de pré-traitements afin d'obtenir trois images binaires BR , BV et BJ correspondant respectivement à ces trois objets. La figure 15 montre les images BR , BV et BJ que l'on souhaite obtenir.

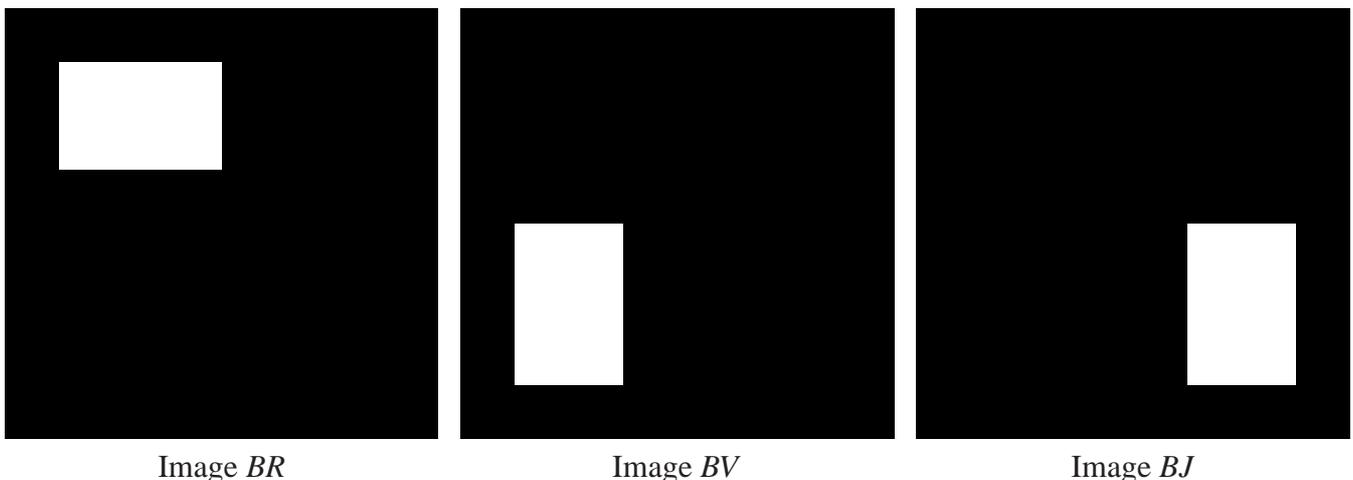


Figure 15 – Images binaires BR , BV et BJ .

7) En utilisant des opérations de binarisation, des filtrages morphologiques et des opérateurs logiques, expliquer le plus précisément possible la chaîne de traitement à mettre en oeuvre afin d'obtenir les images binaires BR , BV et BJ de la figure 15 à partir des images R , V et B de la figure 14. Pour illustrer chacun de ces traitements, **il est demandé de représenter l'image résultat correspondante** et de donner les opérateurs, éléments structurants, seuils et images utilisés.

Croissance de régions

On souhaite réaliser la segmentation en régions de l'image J en utilisant la croissance de régions. Pour cela, les critères suivants sont imposés :

- Le sens de parcours de l'image est de gauche vers droite, puis de haut en bas (on commence donc en haut à gauche).
- Le sens de parcours des voisins est droite–bas–gauche–haut (on considère donc un voisinage 4–connexité).
- La mesure d'homogénéité est l'étendue $e = \max - \min$.

8) Déterminer le seuil de fusion s à fixer afin d'obtenir l'image L de la figure 16 qui représente les régions à détecter par cette méthode. Les niveaux de gris des pixels de l'image L représentent les étiquettes correspondant à chaque région détectée.

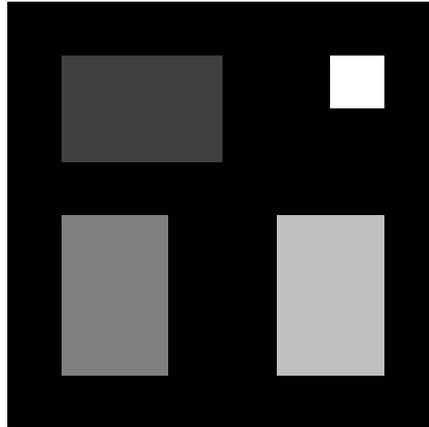


Figure 16 – Image L des régions détectées : chaque niveau de gris correspond à une région détectée.

9) Expliquer le plus précisément possible, comment calculer la couleur moyenne de chaque région détectée dans l'image L à partir des images I , R , V , B et L .

Exercice n° 8 : D.S. de TI du 15/02/2007 et du 16/12/2008

L'image (I) de la figure 17 est une image monochrome de taille 14×14 pixels dont les valeurs des niveaux de gris sont codés sur 4 bits.

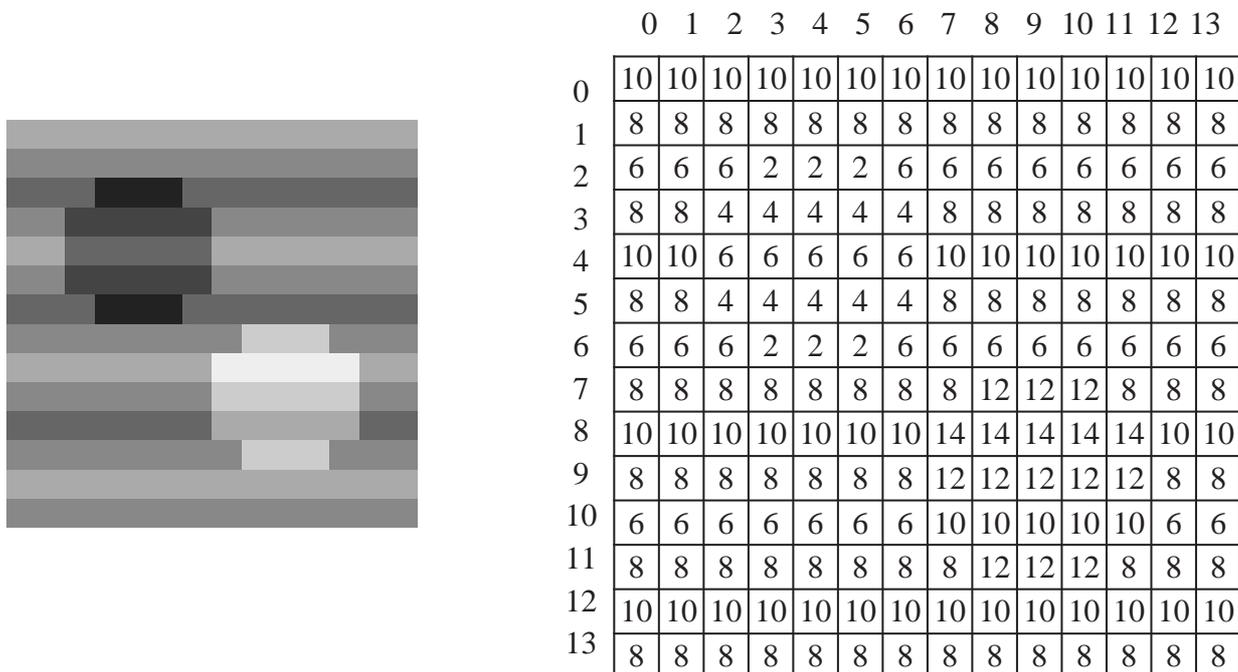


Figure 17 – Image (I) : à gauche est représentée l'image (I) et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image (I) ainsi que leurs coordonnées.

- 1) Donner, en octets, la taille de l'image (I) de la figure 17.
- 2) Tracer l'histogramme (H) de l'image (I) de la figure 17.
- 3) Donner la LUT permettant le recadrage dynamique de l'image (I) afin d'exploiter toute l'échelle de valeurs des niveaux de gris. **Cette LUT ne sera pas appliquée dans la suite de l'exercice.**
- 4) Appliquer le codage de Shannon-Fano à cette image et donner la table de codage.
- 5) Quelle est alors, en octets, la taille de l'image (I) de la figure 17 en utilisant ce codage et en tenant compte de la table de codage ? Calculer le taux de compression obtenu.

Sur l'image (I) de la figure 17, on distingue deux formes sur un fond non uniforme du à un défaut d'éclairage.

- 6) Réaliser le filtrage linéaire de cette image avec le filtre de convolution suivant, sans traiter les bords, et représenter le résultat du filtrage sur la figure 19(a) page 23 (**Cette figure est à compléter et à remettre avec votre copie**) :

-1	1	0
----	---	---

- 7) A quelle famille de filtre appartient le filtre utilisé précédemment ? Que met-il en évidence dans l'image ?

8) Expliquer le plus précisément possible quel(s) traitement(s) il faut appliquer au résultat du filtrage précédent afin d'isoler ce qui est mis en évidence par le filtrage et représenter le résultat de ce(s) traitement(s) sur la figure 19(b) page 23 (**Cette figure est à compléter et à remettre avec votre copie**).

On souhaite appliquer une série de pré-traitements afin de supprimer le défaut d'éclairage et obtenir l'image (J) de la figure 18 pour analyser ensuite les deux formes présentes dans cette image.

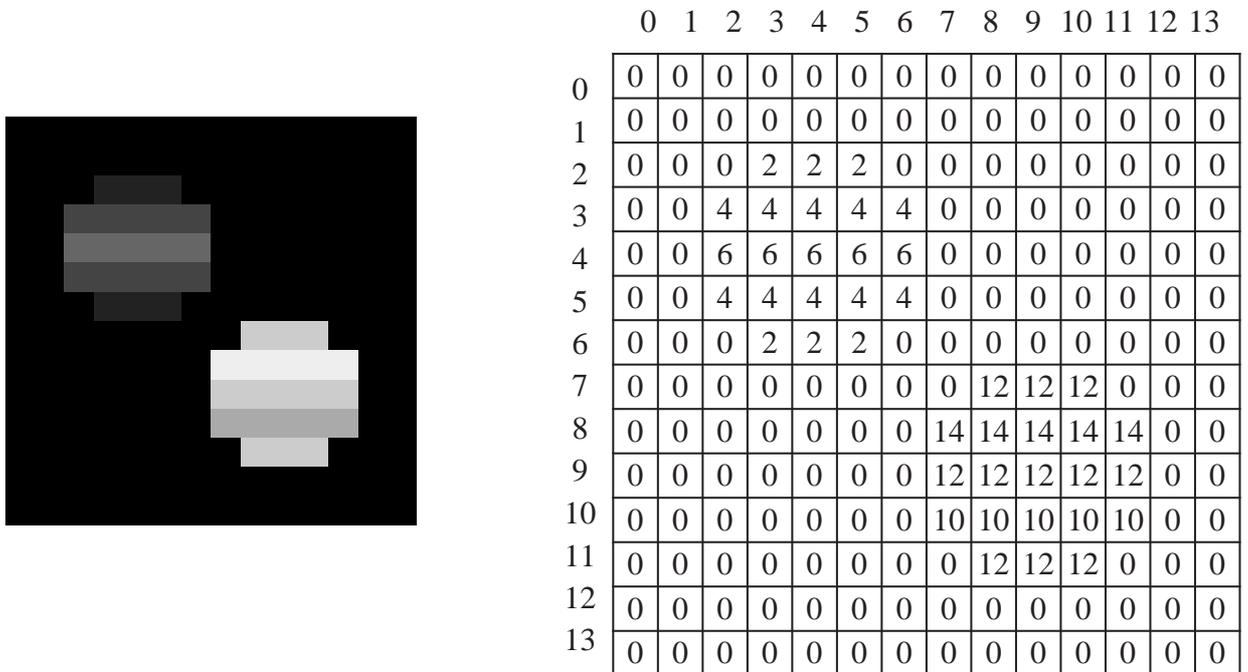
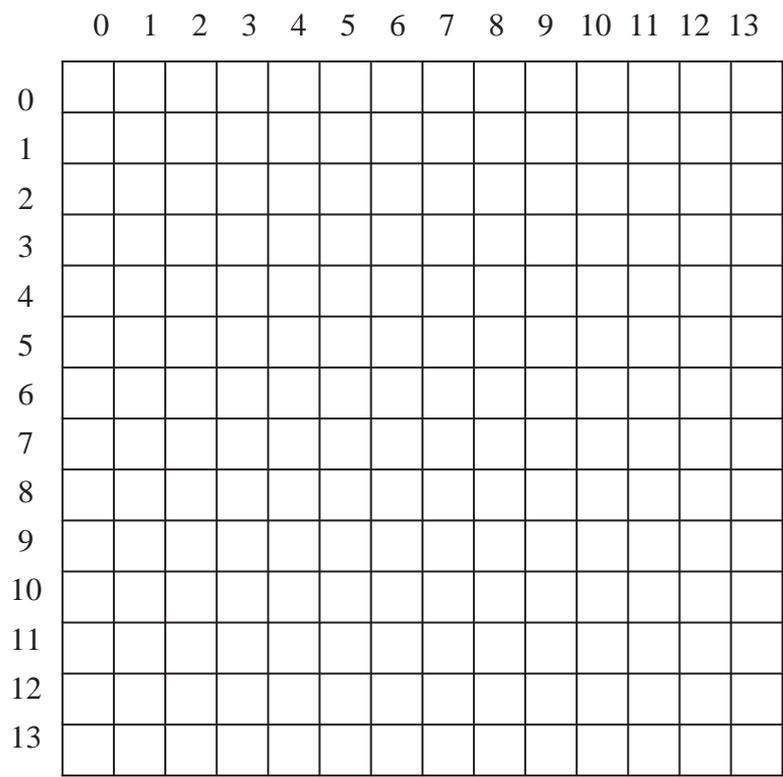


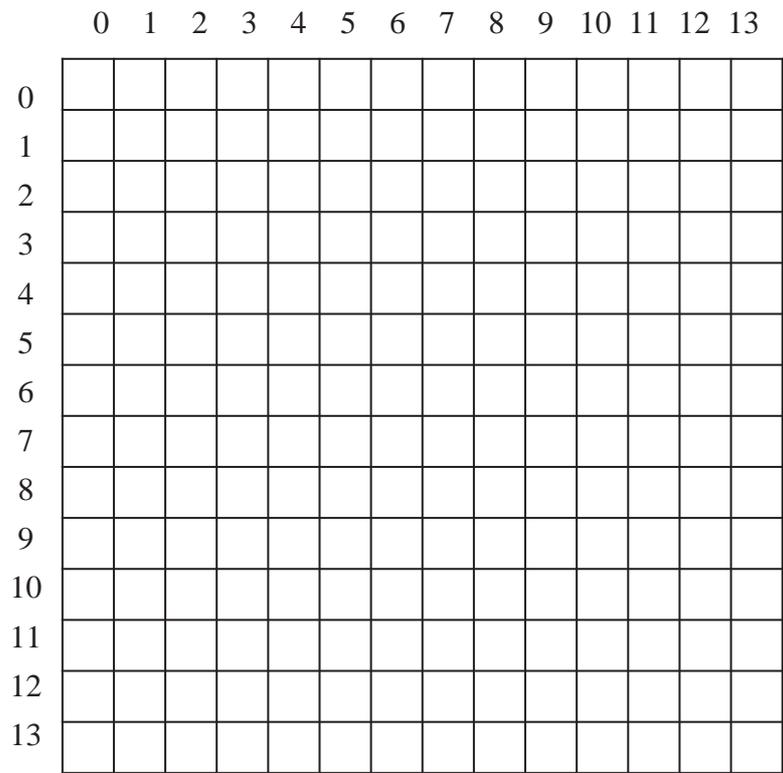
Figure 18 – Image (J) : à gauche est représentée l'image (J) et à droite sont représentés les niveaux de gris des pixels de l'image (J) ainsi que leurs coordonnées.

9) En utilisant des opérations de binarisation, de filtrage linéaire, non linéaire ou morphologique et des opérateurs logiques, expliquer le plus précisément possible la chaîne de traitement à mettre en oeuvre afin d'obtenir l'image résultat (J) de la figure 18. Préciser le plus rigoureusement possible les opérateurs, les filtres, les éléments structurants, les seuils et les images utilisés pour chaque traitement sans se contenter de citer simplement le nom d'une fonction vue en TP.

10) Représenter et numéroter les images résultats correspondant à chacun des traitements mis en oeuvre sur les feuilles fournies en pages 24 à 29. Pour les résultats de type logique ("0" ou "1"), seuls les niveaux logiques égaux à "1" doivent être représentés sur ces images. **Le nombre d'images mise à disposition dans les pages suivantes est purement aléatoire et n'indique en aucune façon le nombre de traitements à effectuer. Les pages qui sont utilisées, sont à remettre avec votre copie.**



(a) Filtrage



(b) Traitement(s)

Figure 19 – **COMPLETER ET JOINDRE CETTE FIGURE A VOTRE COPIE !**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														

()

TD n° 3

Exercice n° 9 : D.S. de TI du 16/12/2008

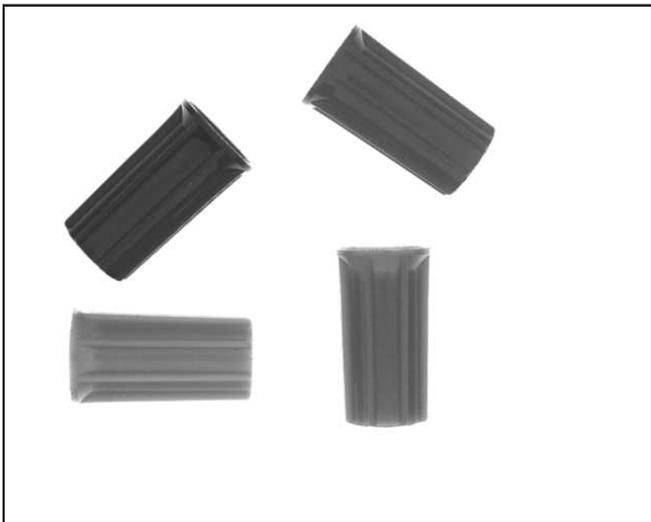
L'image **couleur** (**I**) de la figure 20 représente des bouchons de stylos feutres de couleurs différentes. Afin d'identifier la position, l'orientation et la couleur des ces bouchons pour les saisir et les trier, on souhaite analyser cette image.



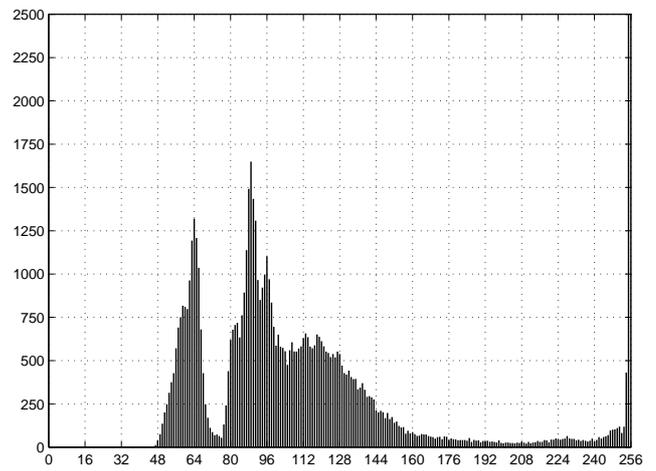
(I)

Figure 20 – Image de bouchons colorés.

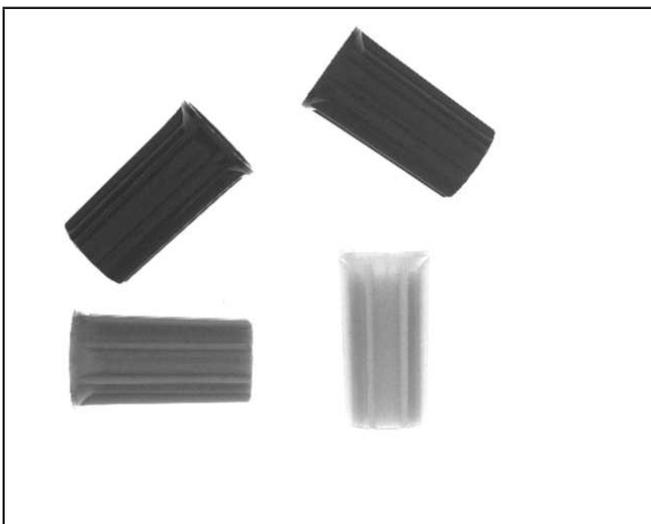
Pour cela, une première opération est effectuée à partir de l'image (**I**) de la figure 20. Les résultats de cette opération sont représentés sur les images (**I**₁), (**I**₂) et (**I**₃) de la figure 21 ainsi que leur histogramme respectifs (**H**₁), (**H**₂) et (**H**₃).



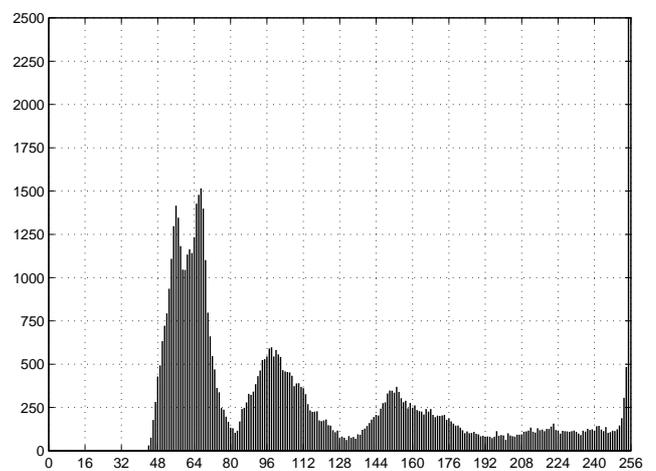
(I₁)



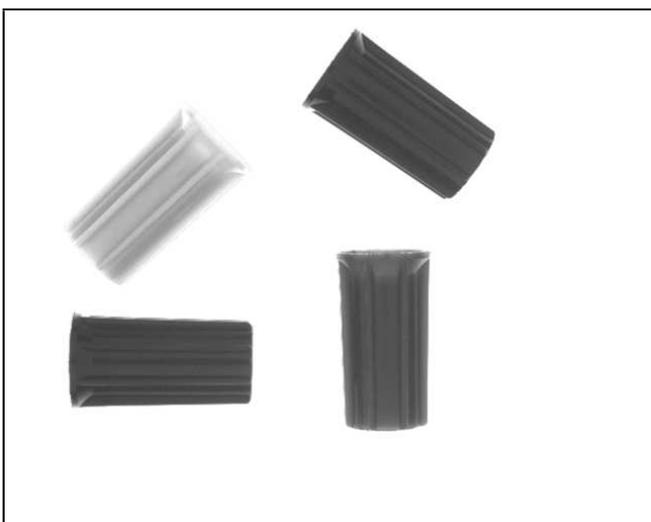
(H₁)



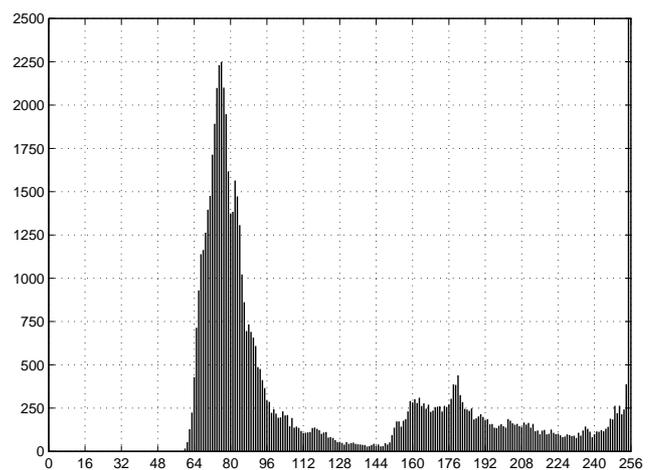
(I₂)



(H₂)



(I₃)



(H₃)

Figure 21 – Opération effectuée à partir de l'image (I).

1) Déterminer le plus précisément possible l'opération effectuée sur les images (I_1) à (I_3) de la figure 21 en justifiant, pour chaque image, votre réponse.

2) Pour chaque image (I_1), (I_2) et (I_3) de la figure 21, expliquer à quelle zone de l'image correspondent les différents pics de chacun des histogrammes respectifs (H_1), (H_2) et (H_3).

Une seconde opération est effectuée à partir de l'image (I) de la figure 20. Le résultat de cette opération est représenté sur l'image (I_4) de la figure 22 ainsi que son histogramme (H_4).

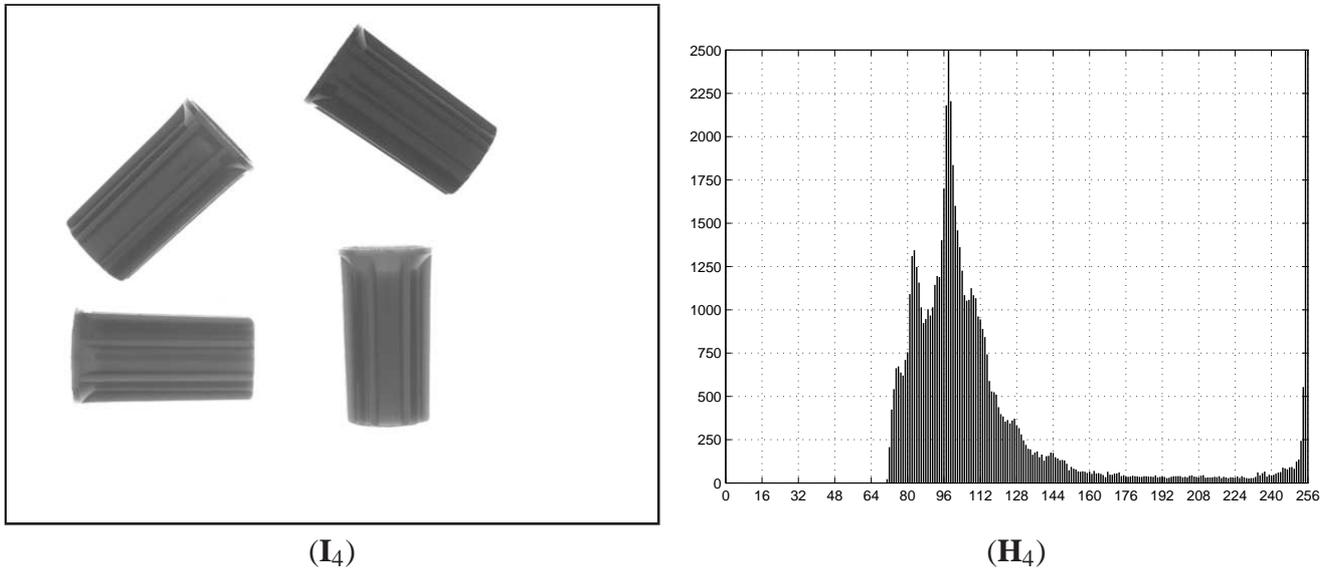


Figure 22 – Opération effectuée à partir de l'image (I).

3) Déterminer le plus précisément possible l'opération effectuée sur l'image (I_4) de la figure 22 en justifiant votre réponse.

Plusieurs binarisations sont ensuite appliquées à partir des images (I_1) à (I_4) des figures 21 et 22. Les résultats de ces traitements sont représentés sur les images (J_1) à (J_4) de la figure 23.

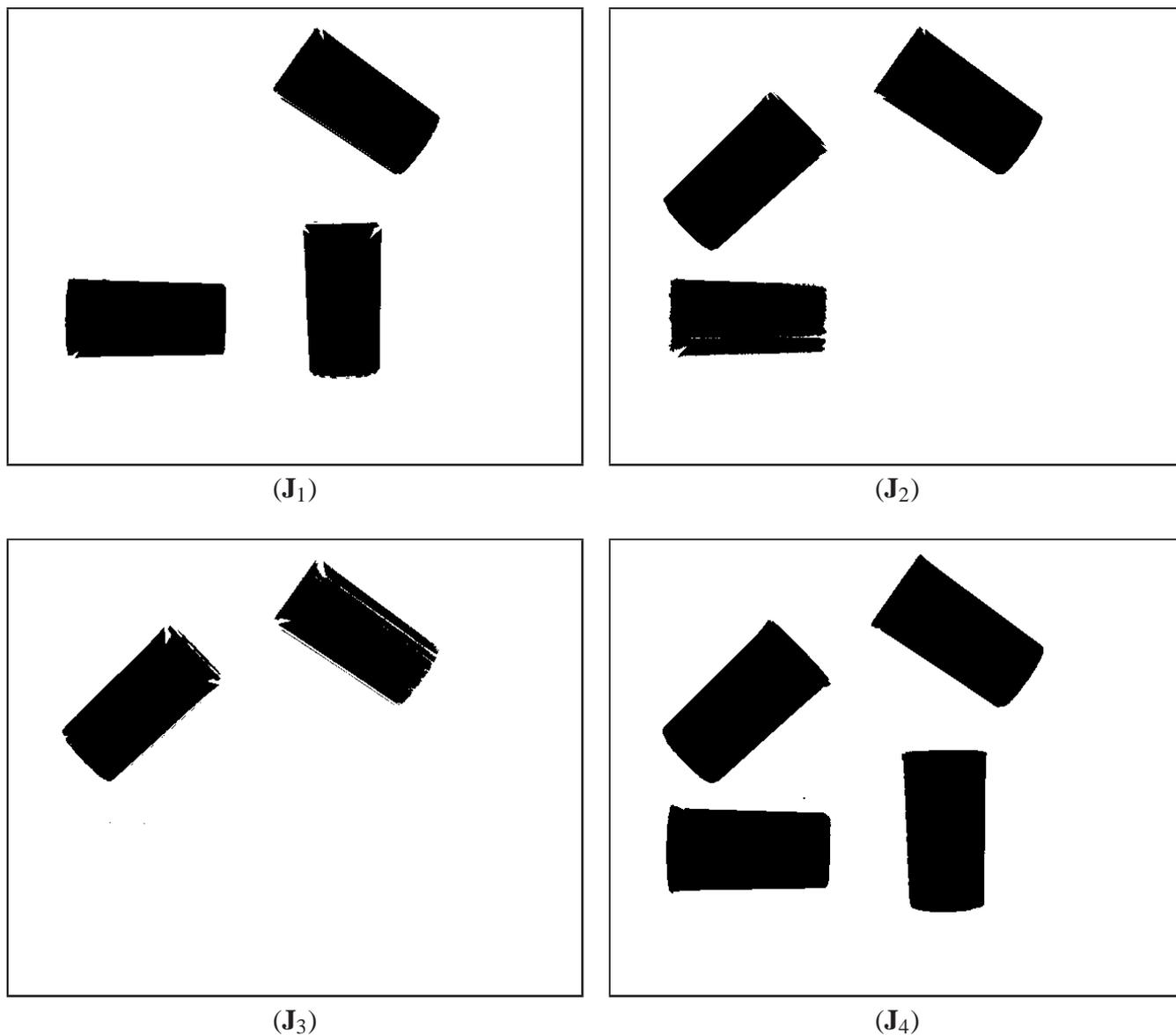


Figure 23 – Binarisations effectuées à partir des images (I_1) à (I_4).

4) Pour chaque image (J_1) à (J_4) de la figure 23, déterminer sur quelle image (parmi les images (I_1) à (I_4)) des figures 21 et 22) est effectuée la binarisation correspondante et préciser le seuil appliqué.

Différentes opérations logiques sont ensuite effectuées à partir des images (J_1) à (J_4) de la figure 23. Les résultats de ces opérations logiques permettent d'obtenir les images (J_5) à (J_8) représentées sur la figure 24.

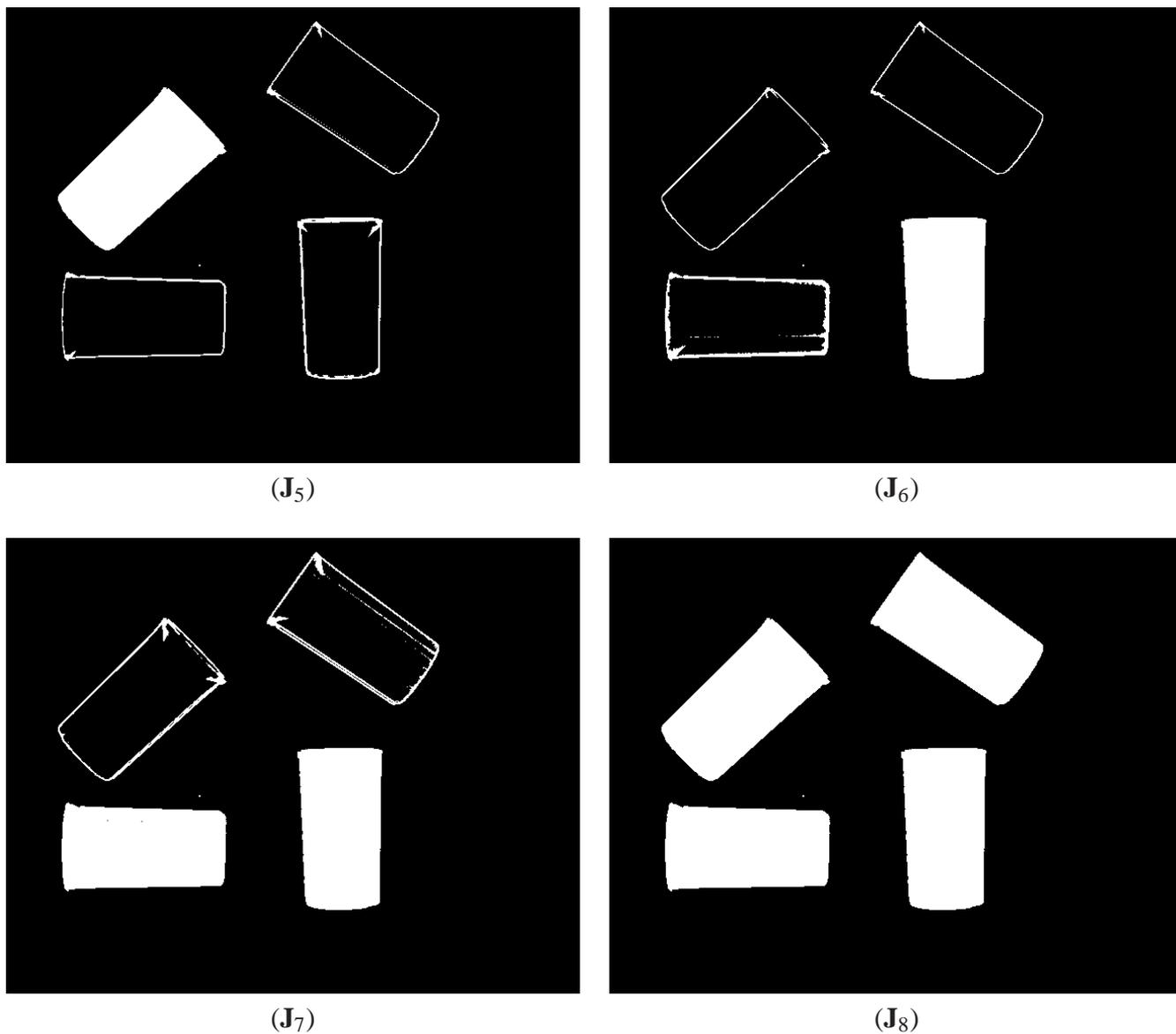


Figure 24 – Opérations logiques effectuées à partir des images (J_1) à (J_4).

5) Pour chaque image (J_5) à (J_8) de la figure 24, déterminer quelle opération logique est effectuée en spécifiant à partir de quelles images (parmi les images (J_1) à (J_4) de la figure 23).

Enfin, une série de traitements appliquée à partir des images (J_5) à (J_8) de la figure 24 permet d'obtenir les images (J_9) à (J_{12}) de la figure 25.

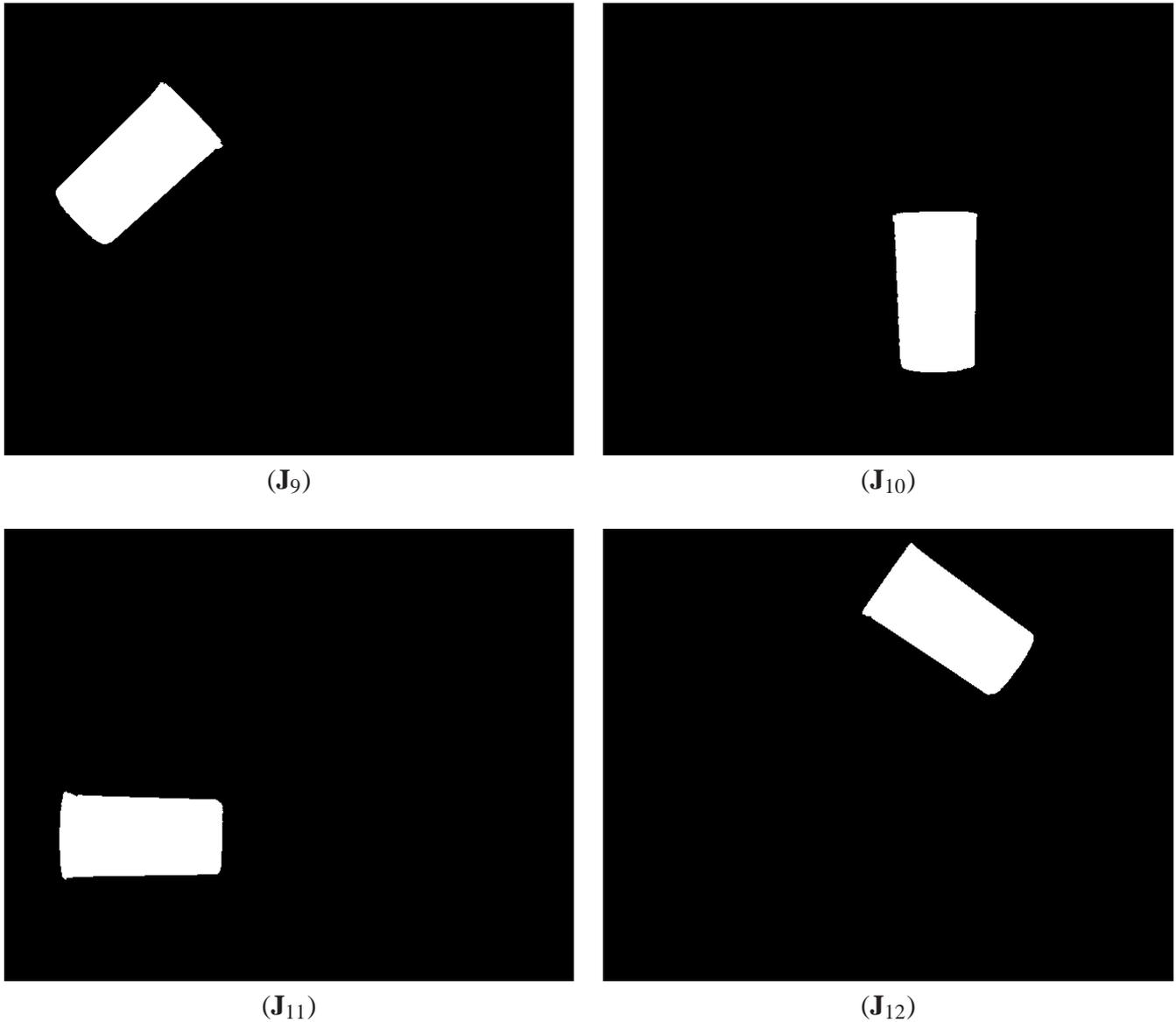


Figure 25 – Traitements effectués à partir des images (J_5) à (J_8).

6) Déterminer le plus précisément possible les traitements effectués sur les images (J_9) à (J_{12}) de la figure 25 en justifiant, pour chaque image, votre réponse.

Sans se contenter de citer simplement le nom d'une fonction vue en TP, préciser le plus rigoureusement possible les types d'opération, les valeurs des paramètres et les éventuels filtres, éléments structurants ou modèles utilisés ainsi que les images sources utilisées pour chaque traitement (parmi les images (J_5) à (J_8) de la figure 24).

7) Sachant que plusieurs objets de même couleur peuvent être présents dans l'image, expliquer le plus clairement possible les traitements qu'il reste à effectuer afin d'obtenir la couleur, la position et l'orientation de chaque bouchon présent dans l'image.

8) Proposer une méthode permettant d'obtenir les paramètres (couleur, position, orientation) des objets même si ils se touchent dans l'image.

Exercice n° 10 : D.S. de TI du 15/02/2007

L'image couleur **I** de la figure 26 représente la plaque d'immatriculation d'un véhicule automobile. Afin de lire le contenu de cette plaque, on souhaite analyser cette image.



(I)

Figure 26 – Image d'une plaque d'immatriculation.

Pour cela, une première opération est effectuée à partir de l'image **I** de la figure 26. Les résultats de cette opération sont représentés sur les images (**I**₁), (**I**₂) et (**I**₃) de la figure 27 ainsi que leur histogramme respectifs (**H**₁), (**H**₂) et (**H**₃).

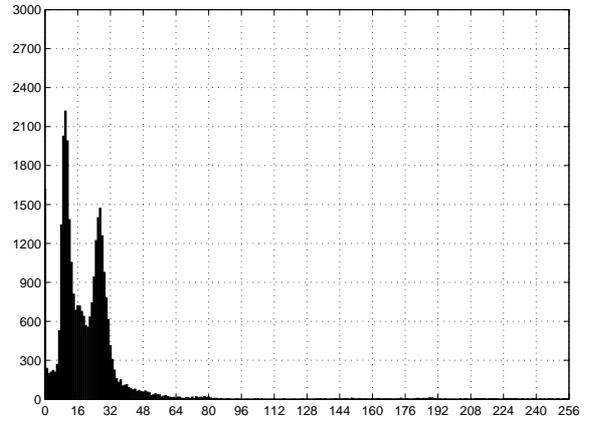
1) Déterminer le plus précisément possible l'opération effectuée sur les images (**I**₁) à (**I**₃) de la figure 27 en justifiant, pour chaque image, votre réponse.

2) Pour chaque image (**I**₁), (**I**₂) et (**I**₃) de la figure 27, expliquer à quelle zone de l'image correspondent les différents pics de chacun des histogrammes respectifs (**H**₁), (**H**₂) et (**H**₃).

3) Dans le cadre de la lecture de la plaque d'immatriculation, expliquer pourquoi l'image (**I**₃) de la figure 27 est la plus adéquate à exploiter.



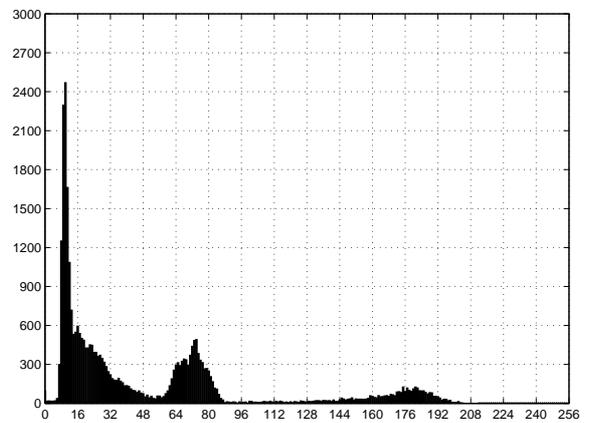
(I₁)



(H₁)



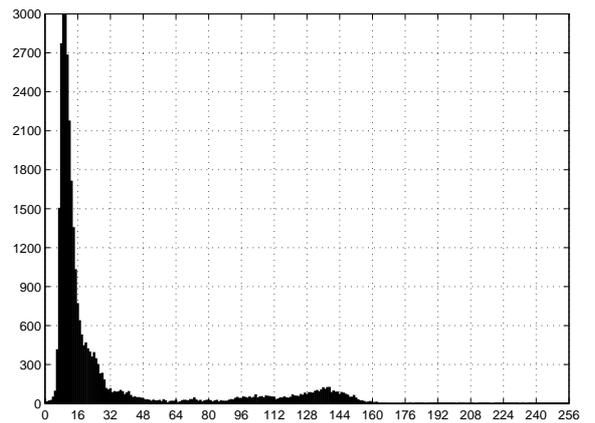
(I₂)



(H₂)



(I₃)



(H₃)

Figure 27 – Opération effectuée à partir de l'image (I).

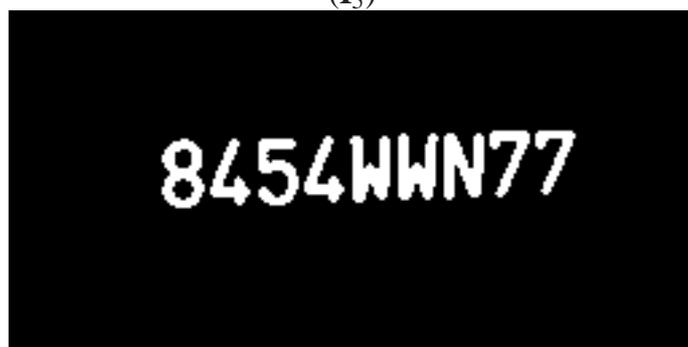
Différents traitements sont ensuite appliqués à partir de l'image (I_3) de la figure 27. Les résultats de ces traitements sont représentés sur les images (I_4) à (I_7) de la figure 28.



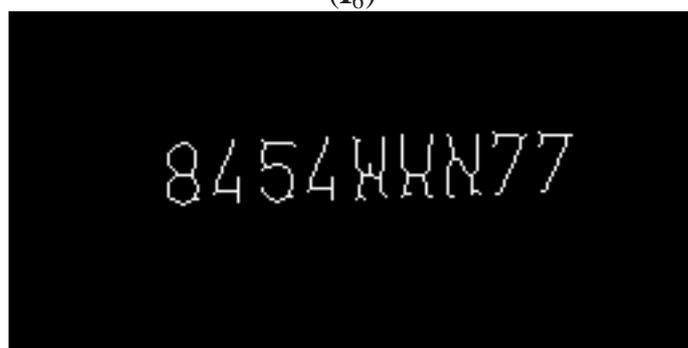
(I_4)



(I_5)



(I_6)



(I_7)

Figure 28 – Traitements effectués à partir de l'image (I_3).

4) Déterminer le plus précisément possible les traitements effectués sur les images (I₄) à (I₇) de la figure 28 en justifiant, pour chaque image, votre réponse.

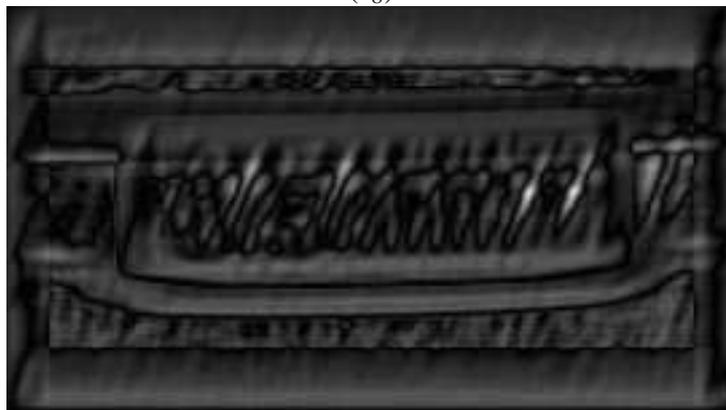
5) Sans se contenter de citer simplement le nom d'une fonction vue en TP, préciser le plus rigoureusement possible les types d'opération, les valeurs des paramètres et les éventuels filtres, éléments structurants ou modèles utilisés ainsi que les images sources utilisées pour chaque traitement.

6) Décrire brièvement la méthode qu'il est possible d'utiliser sur l'image (I₇) de la figure 28 afin d'aboutir à la lecture de la plaque.

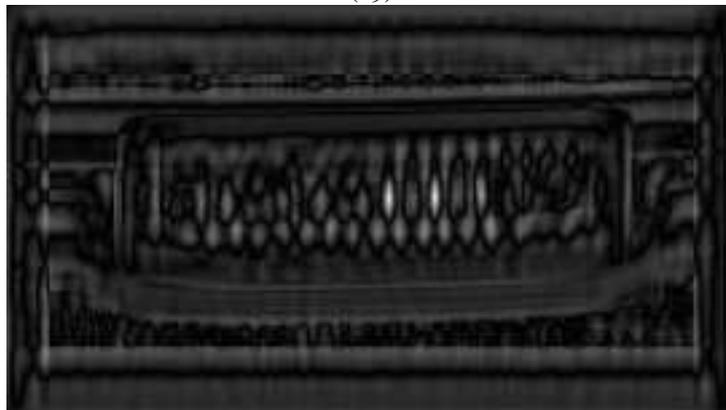
Une seconde méthode est maintenant appliquée à l'image (I₃) de la figure 27. Les premiers traitements donnent les résultats représentés sur les images (I₈), (I₉) et (I₁₀) de la figure 29.



(I₈)



(I₉)



(I₁₀)

Figure 29 – Traitements effectués à partir de l'image (I₃).

7) Déterminer le plus précisément possible les traitements effectués sur les images (I_8), (I_9) et (I_{10}) de la figure 29 en justifiant, pour chaque image, votre réponse.

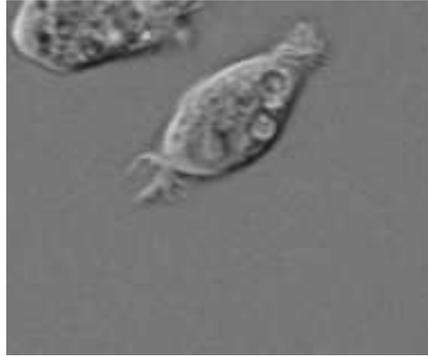
8) Sans se contenter de citer simplement le nom d'une fonction vue en TP, préciser le plus rigoureusement possible les types d'opération, les valeurs des paramètres et les éventuels filtres, éléments structurants ou modèles utilisés ainsi que les images sources utilisées pour chaque traitement.

9) Comparer et discuter les résultats obtenus entre les images (I_8), (I_9) et (I_{10}) de la figure 29. Expliquer le phénomène observé sur les bords de ces images.

10) Quelles sont les autres étapes de cette méthode, nécessaires pour identifier et localiser chaque caractère de la plaque d'immatriculation.

Exercice n° 11 : D.S. de TI du 13/03/2006

L'image I de la figure 30 représente une cellule humaine vue au microscope. Afin de détecter la maladie du cancer, on souhaite analyser cette image.



(I)

Figure 30 – Image d'une cellule vue au microscope.

Pour cela, une série de traitements est effectuée à partir de l'image I de la figure 30. Les résultats de ces traitements sont représentés sur les images de la figure 31.

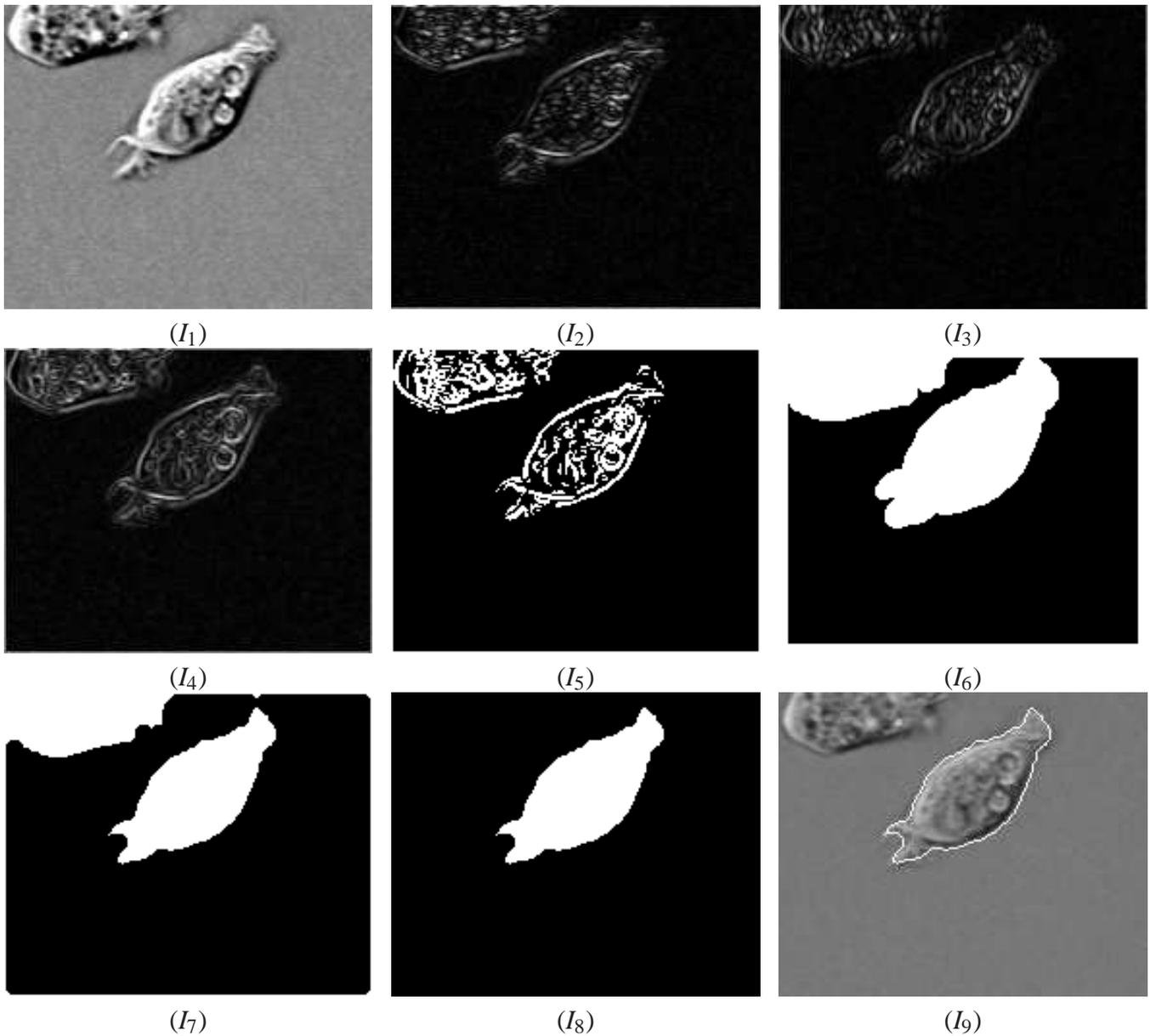


Figure 31 – Traitements effectués à partir de l'image (I).

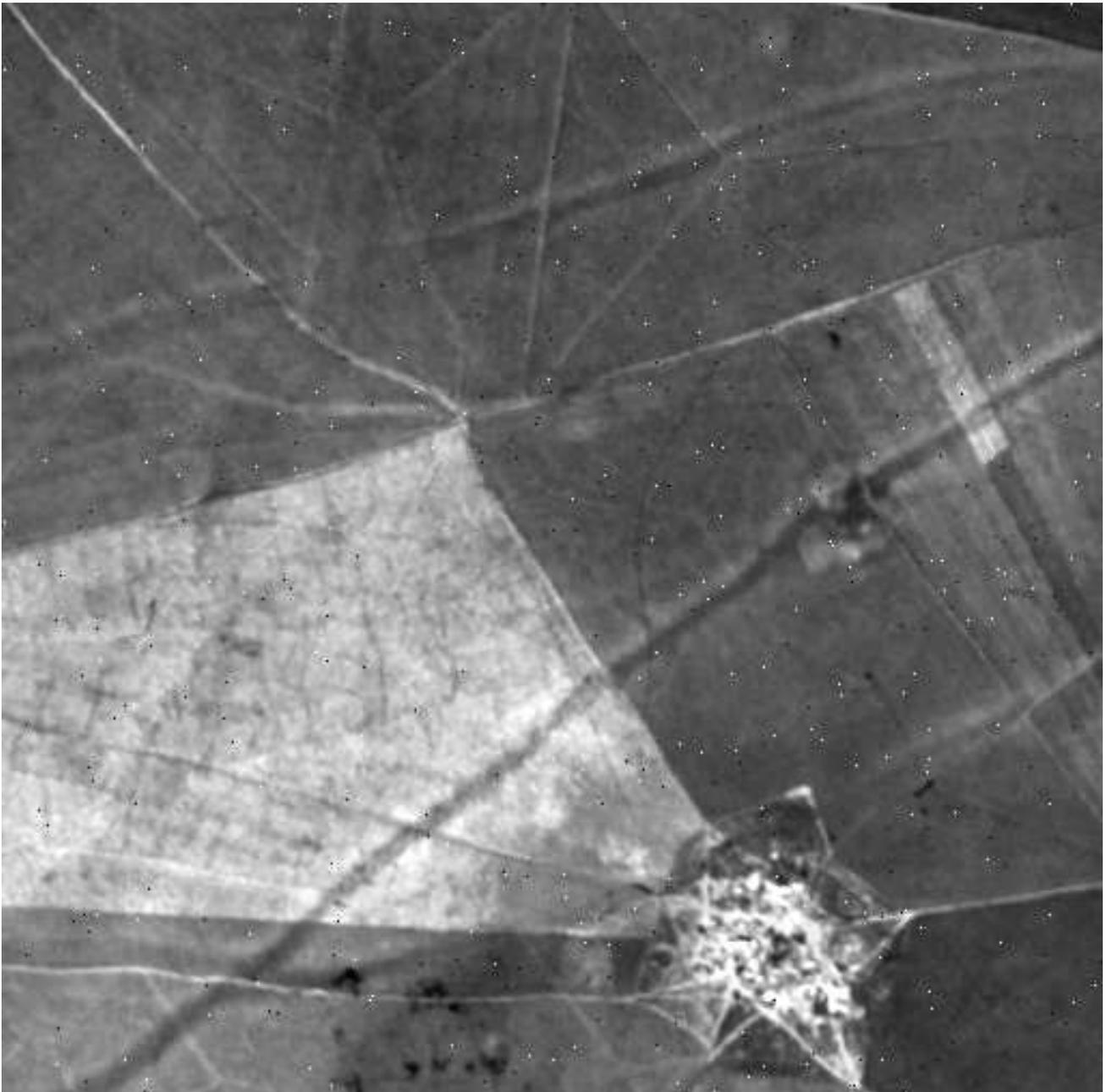
1) Déterminer le plus précisément possible les traitements effectués sur les images (I_1) à (I_9) en justifiant, pour chaque image, votre réponse. Les types d'opération, les valeurs des paramètres et les éventuels filtres utilisés ainsi que les images sources devront être précisés le plus rigoureusement possible.

2) Que remarque-t-on sur les images (I_2), (I_3) et (I_4) ? Expliquer ce phénomène.

3) Comment déterminer le centre des cellules à partir du résultat obtenu à l'image (I_9) ?

Exercice n° 12 : D.S. de TI du 27/01/2005

L'image I_1 de la figure 32 est une image satellite dans laquelle on distingue des routes, des parcelles de terrain et une ville (en bas à droite).

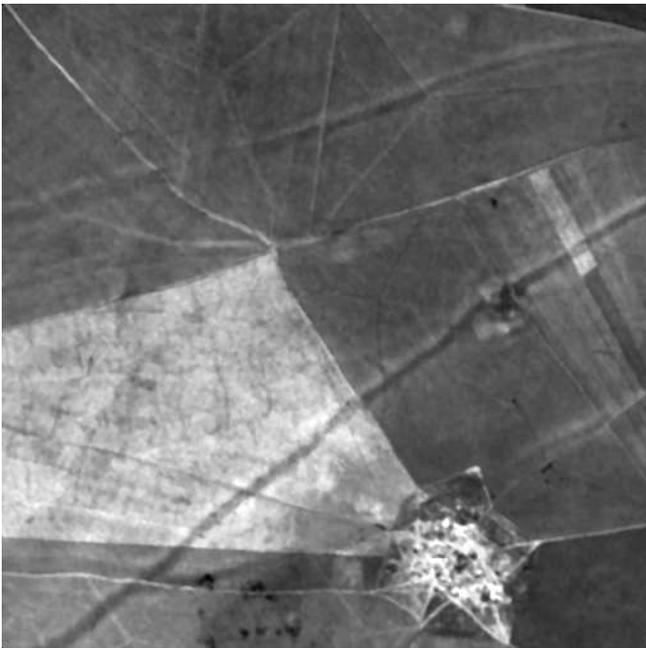


(I_1)

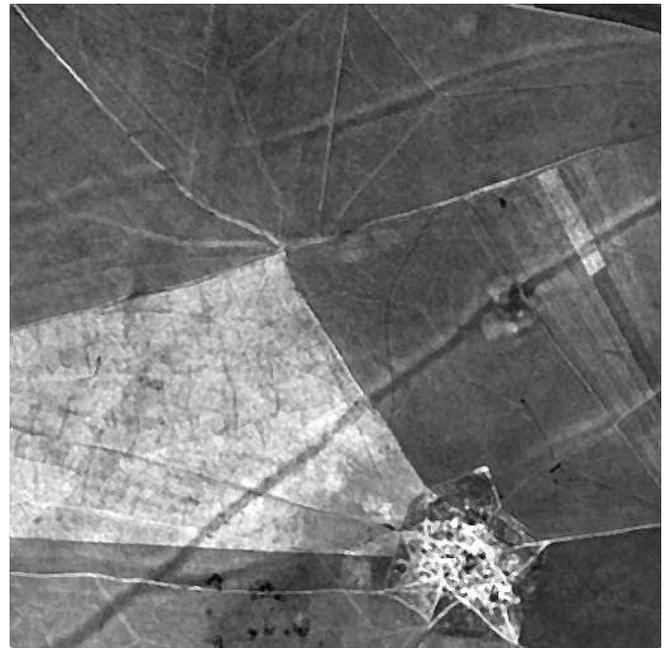
Figure 32 – Image satellite.

1) Quel type de bruit observe-t-on dans l'image I_1 de la figure 32 et quelle est l'origine de ce bruit ?

On souhaite restaurer l'image I_1 de la figure 32. Les images de la figure 33 montrent les résultats de cette restauration.



(I_2)



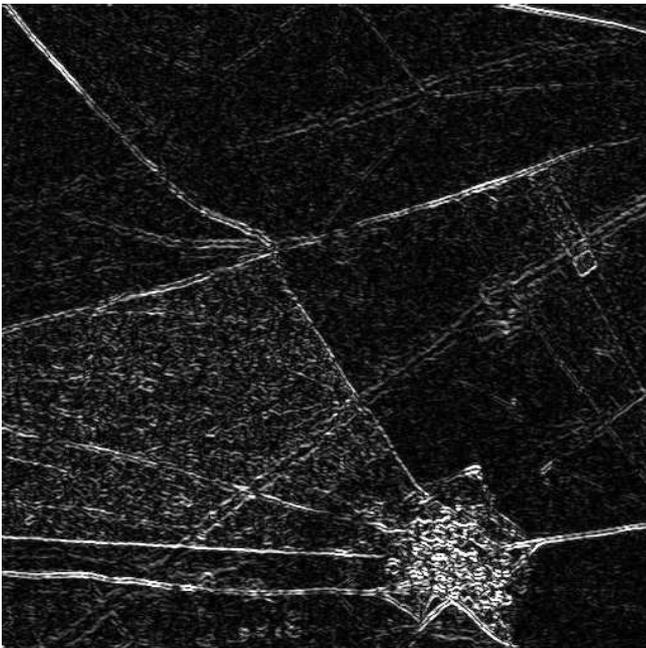
(I_3)

Figure 33 – Restauration d'images.

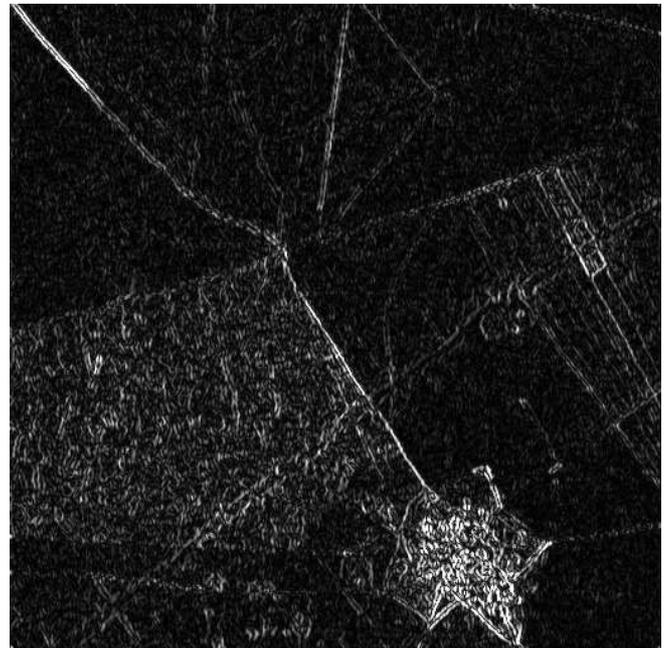
2) Déterminer le plus précisément possible le traitement effectué entre l'image I_1 et l'image I_2 . Justifier la réponse en spécifiant les différences observées entre ces deux images.

3) Déterminer le plus précisément possible le traitement effectué entre l'image I_2 et l'image I_3 . Justifier la réponse en spécifiant les différences observées entre ces deux images.

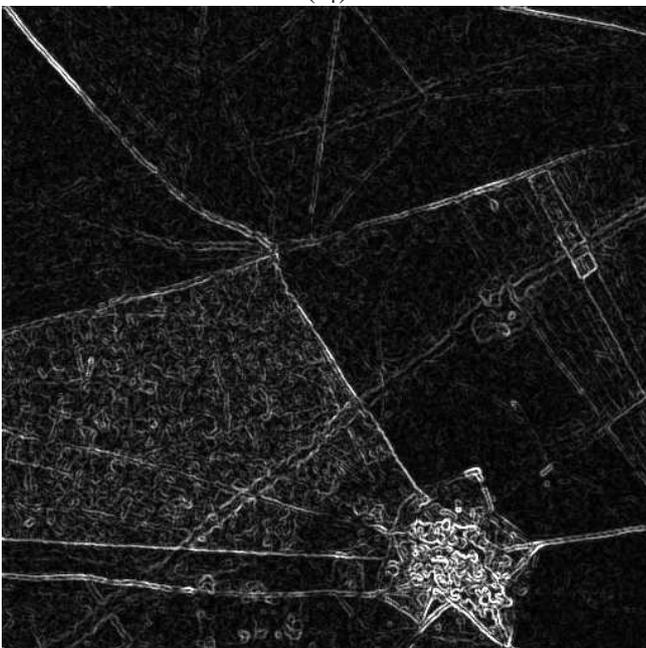
On souhaite réaliser sur l'image I_3 restaurée de la figure 32 une série de pré-traitements. Les résultats de ces pré-traitements sont représentés sur les images de la figure 34.



(I₄)



(I₅)



(I₆)



(I₇)

Figure 34 – Pré-traitement d'images

4) Déterminer le plus précisément possible les traitements effectués sur les images I_4 , I_5 , I_6 et I_7 en justifiant. Les types d'opération, les valeurs des paramètres et les éventuels filtres utilisés ainsi que les images sources devront être précisés le plus rigoureusement possible.

5) Quel est l'objectif des pré-traitements effectués sur les images de la figure 34 et comment peuvent-ils être améliorés ?

Exercice n° 13 : D.S. de T.S.I. du 16/03/2004

La reconnaissance automatique de l'écriture est un domaine de recherche qui a trouvé une application à grande échelle dans le tri du courrier. En effet, une grande partie du courrier est actuellement triée de manière entièrement automatique. Les enveloppes passent devant une caméra, et chaque image est traitée automatiquement par une machine qui localise le code postal et le reconnaît.

L'image de la figure 35 représente une enveloppe acquise par un système d'acquisition. La taille maximale des enveloppes analysées par ce système correspond à des enveloppes au format 110×220 mm.

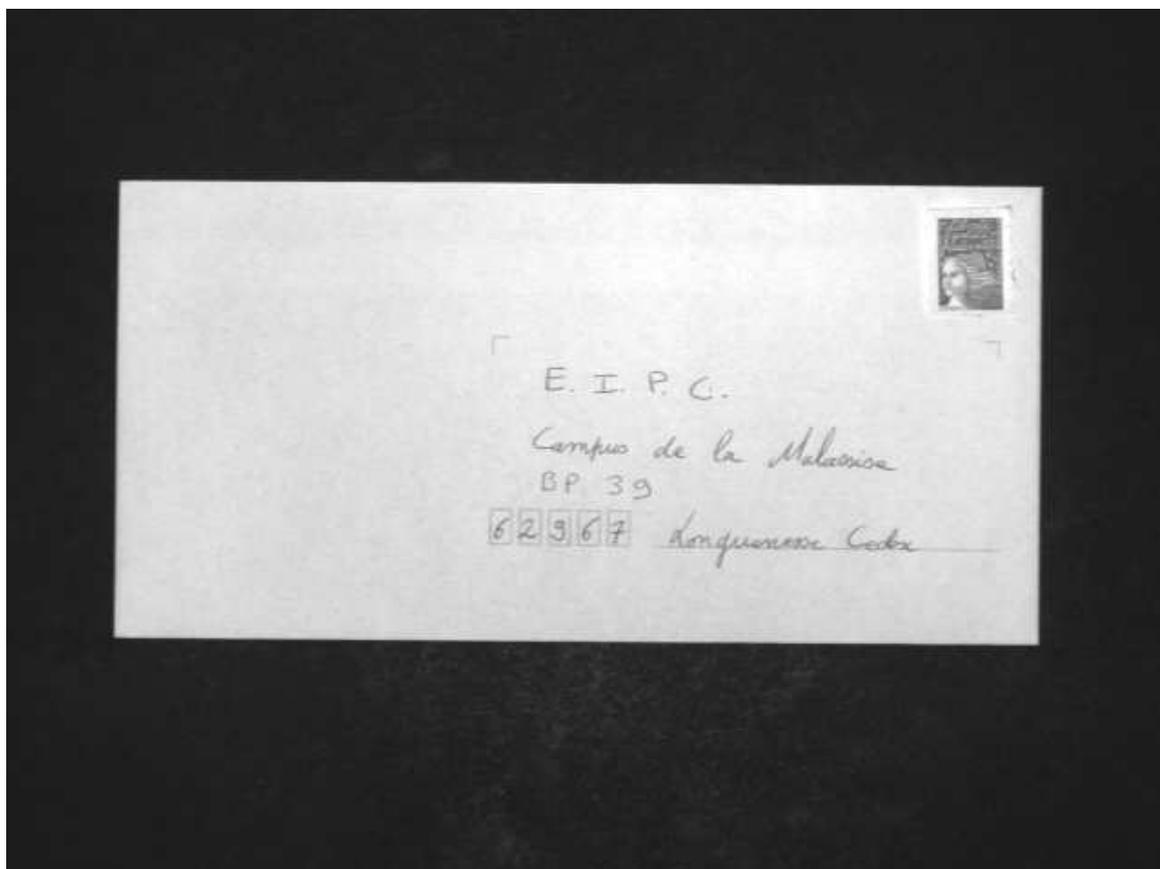


Figure 35 – image d'une enveloppe.

La figure 36 représente l'histogramme de cette image.

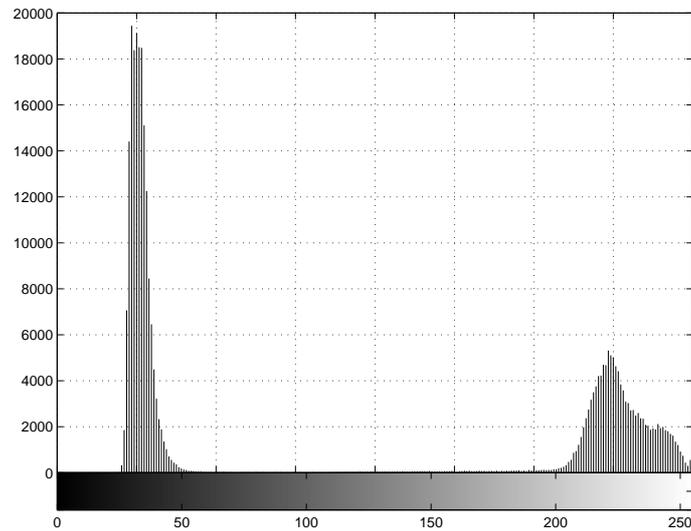


Figure 36 – histogramme de l'image de la figure 35.

Localisation de l'enveloppe

Voir TD de vision industrielle...

Système d'acquisition

Voir TD de vision industrielle...

Localisation des chiffres

On suppose maintenant que le code postal a été localisé dans l'image. L'image de la figure 37 représente ce code postal et son histogramme.

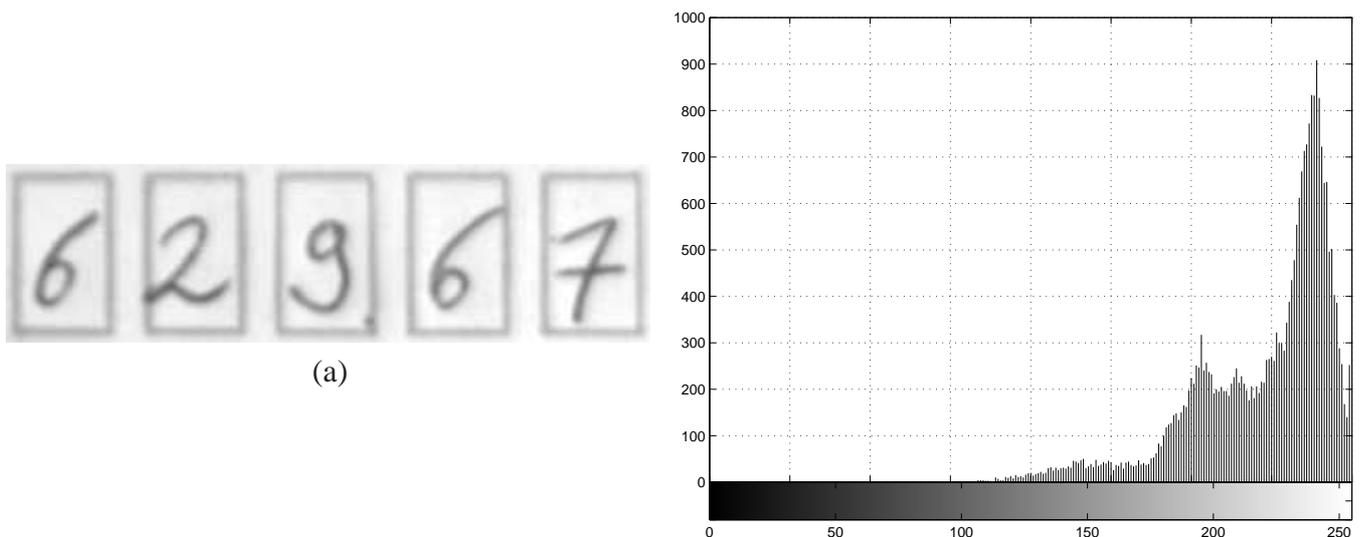


Figure 37 – à gauche est représentée l'image (a) du code postal et à droite son histogramme.

1) Localiser dans l'histogramme de la figure 37 les zones correspondant aux pixels du fond, aux pixels des chiffres et aux pixels du précadre dans lequel sont inscrits les chiffres.

Une série de traitement est effectuée sur cette image. Les résultats de ces traitements sont représentés sur la figure 38

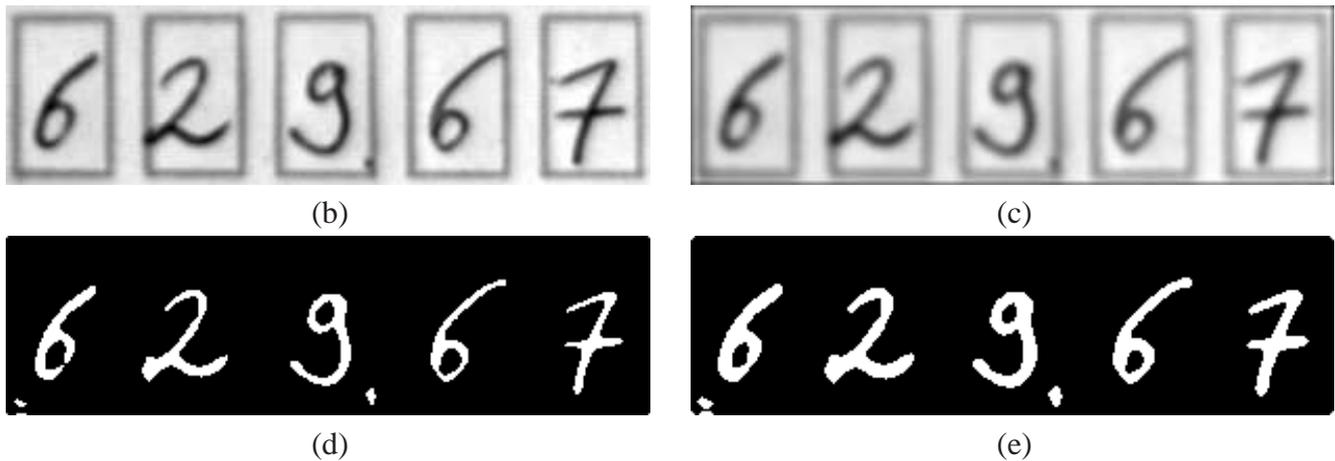


Figure 38 – traitements réalisés sur l'image (a).

2) Expliquer le plus précisément possible les traitements (b) à (e) réalisés à partir l'image (a) et préciser les différences entre les histogrammes de ces images.

3) Proposer une méthode qui permet de localiser et isoler chacun des chiffres présents dans le code postal de l'image (e). La méthode proposée doit prendre en compte que le bruit restant présent dans l'image ne doit pas être considéré comme un chiffre.

Extraction des caractéristiques des chiffres

La reconnaissance des chiffres du code postal est un problème difficile, surtout lorsqu'il s'agit d'écriture manuscrite car chaque ligne de chiffres est écrite par une personne différente et il existe donc une grande variabilité de l'écriture, lorsque l'on passe d'une personne à l'autre. Même pour une personne donnée, l'écriture n'est jamais parfaitement stable.

Les méthodes de reconnaissance de chiffres fonctionnent généralement en deux étapes. La première étape consiste à caractériser la forme du chiffre, en détectant dans l'image des zones particulières.

La caractéristique utilisée ici est la cavité. Les cavités se définissent par leur direction d'ouverture. Cinq types de cavités sont ainsi définis :

- cavité *Nord* : vers le haut,
- cavité *Est* : vers la droite,
- cavité *Sud* : vers le bas,
- cavité *Ouest* : vers la gauche,
- cavité *Centrale* : au centre.

Par exemple, un pixel de l'image appartient à une cavité *Est* si, et seulement si, les trois conditions suivantes sont vérifiées :

- ce pixel n'appartient pas au tracé du chiffre ;
- en se déplaçant en ligne droite vers l'est, à partir de ce pixel, on ne rencontre pas le tracé ;
- en se déplaçant en ligne droite vers le sud, l'ouest, ou le nord, à partir de ce pixel, on rencontre le tracé.

Un pixel appartient à une cavité *Centrale* si, et seulement si, les deux conditions suivantes sont vérifiées :

- ce pixel n'appartient pas au tracé du chiffre ;
- en se déplaçant en ligne droite vers l'est, le sud, l'ouest, ou le nord, à partir de ce pixel, on rencontre le tracé.

4) Sur l'image (f) de la figure 39, déterminer grossièrement les zones de pixels correspondant aux cinq types de cavité présentés précédemment.

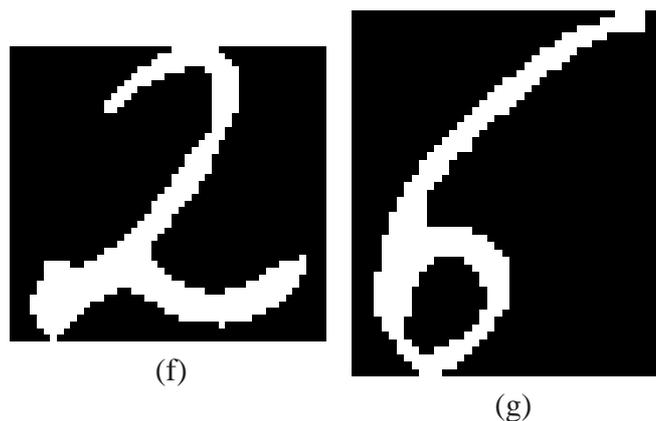


Figure 39 – image de chiffres détectés.

Afin de mettre en évidence les pixels appartenant aux différents type de cavité, on réalise une première série de traitements morphologiques à partir de l'image (g). La figure 40 montre le résultat de ces traitements.

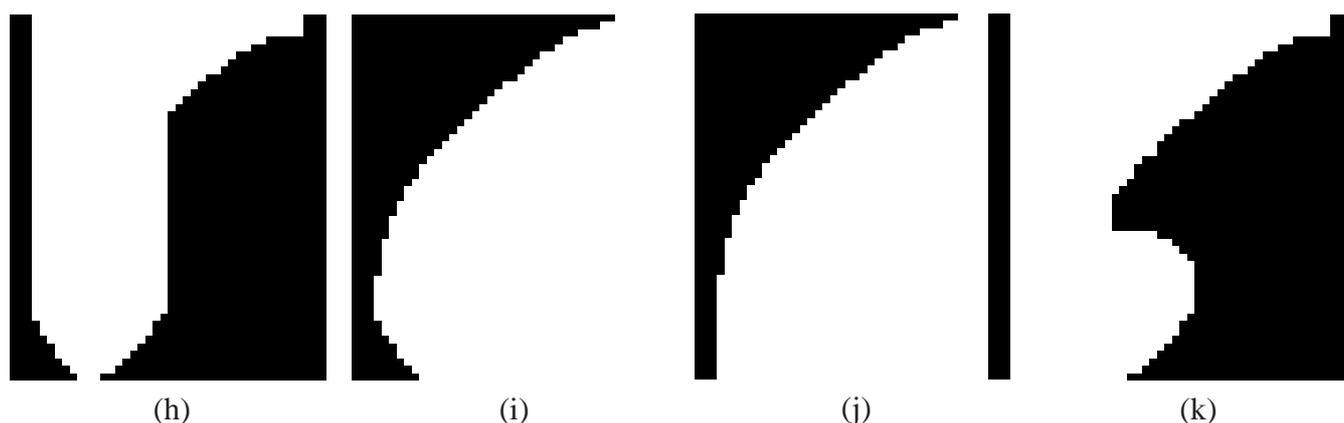


Figure 40 – traitements réalisés sur l'image (g).

5) Déterminer le plus précisément possible quelle opération morphologique a été réalisée sur les images (h) à (k) de la figure 40 en spécifiant notamment la nature des éléments structurant.

Pour **CHAQUE** cavité, une seconde série de traitements est ensuite effectuée à partir des images (g) à (k).

La figure 41 montre le résultat de ces traitements pour la détection des pixels appartenant à des cavités *Centrale*.

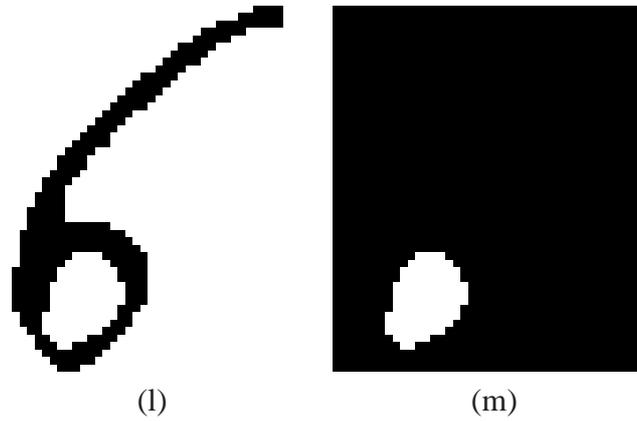


Figure 41 – traitements réalisés pour la détection des cavités *Centrale*.

La figure 42 montre le résultat de ces traitements pour la détection des pixels appartenant à des cavités *Est*.

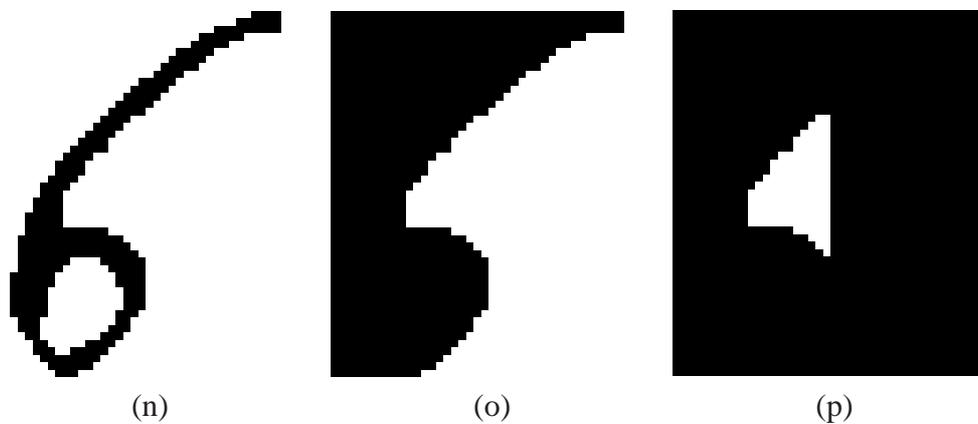


Figure 42 – traitements réalisés pour la détection des cavités *Est*.

6) Déterminer les traitements effectués sur les images (l) et (m) permettant de détecter les pixels des cavités *Centrale*.

7) Déterminer les traitements effectués sur les images (n) à (p) permettant de détecter les pixels des cavités *Est*.

8) En déduire les traitements à effectuer à partir des images (g) à (k) pour détecter les pixels des cavités *Nord, Ouest* puis *Sud*.

Classification des chiffres

Une fois que les cavités sont détectées, elles sont analysées par un système que l'on appelle un classifieur. Ce système indique si le chiffre est un zéro, un un, un deux, etc.

9) Sachant que, pour chaque chiffre détecté, il est possible de déterminer la surface de chaque type de cavité, proposer un espace de décision permettant de caractériser chacun de ces chiffres par un point dans cet espace.

10) Proposer une méthode simple de classification permettant de classer chaque chiffre dans l'espace précédemment déterminé.

Exercice n° 14 : D.S. de T.S.I. (partie Image) du 30/01/2003

Nous considérons l'image I de la figure 43 et son histogramme. Cette image représente une partie d'un circuit convertisseur analogique-numérique 16 bits vue au microscope.

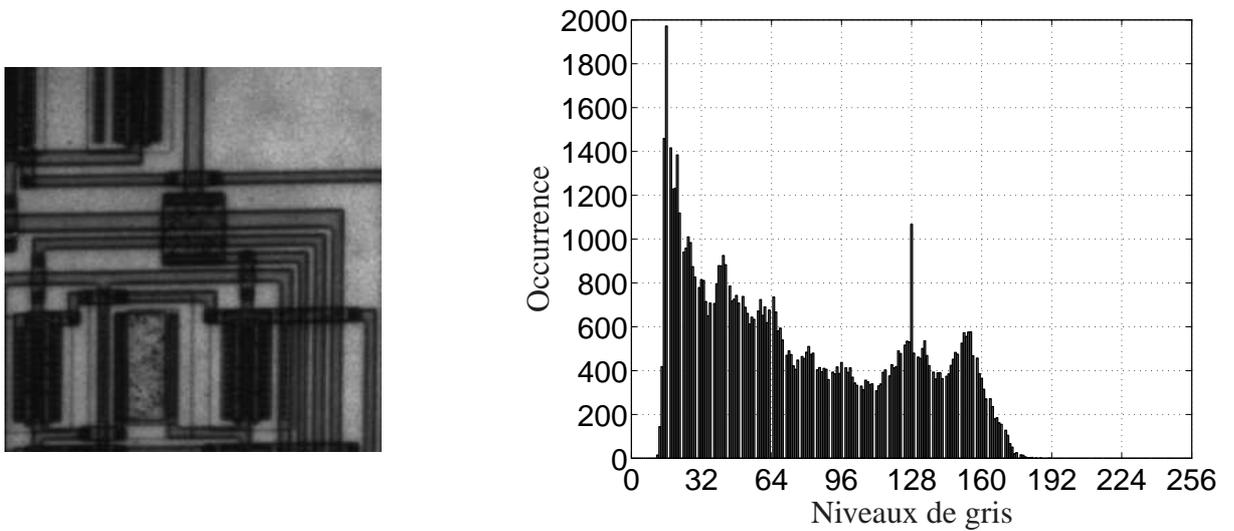


Figure 43 – Image I : à gauche est représentée l'image I et à droite son histogramme.

Une série de traitements numérotés de (a) à (i) est effectuée à partir de cette image. Les résultats obtenus sont représentés sur les images de la figure 44.

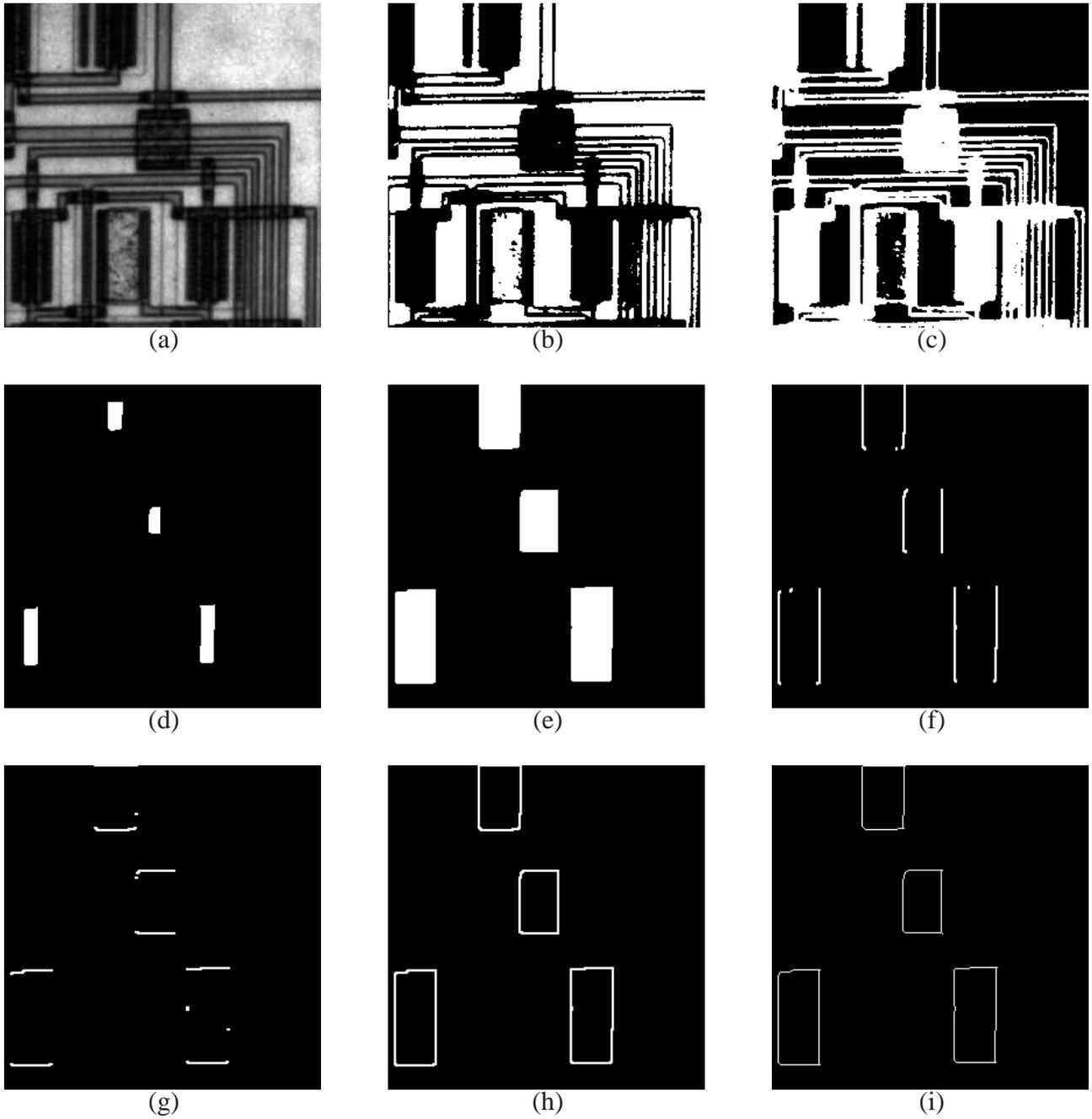


Figure 44 – Traitements réalisés à partir de l'image I

Question : Expliquez le plus précisément possible quels sont les traitements qui ont été réalisés sur les images (a) à (i) de la figure 44.

Exercice n° 15 : D.S. de T.S.I. de janvier 2002

On souhaite définir le traitement d'images pour contrôler la présence de pilules sous blisters. Les images données ci-dessus représentent les blisters sans pilules. Les pilules étant de couleur rouge, elles apparaissent plus sombres que le blister.

L'acquisition avec la caméra donne les images A,B,C (voir figure 45).

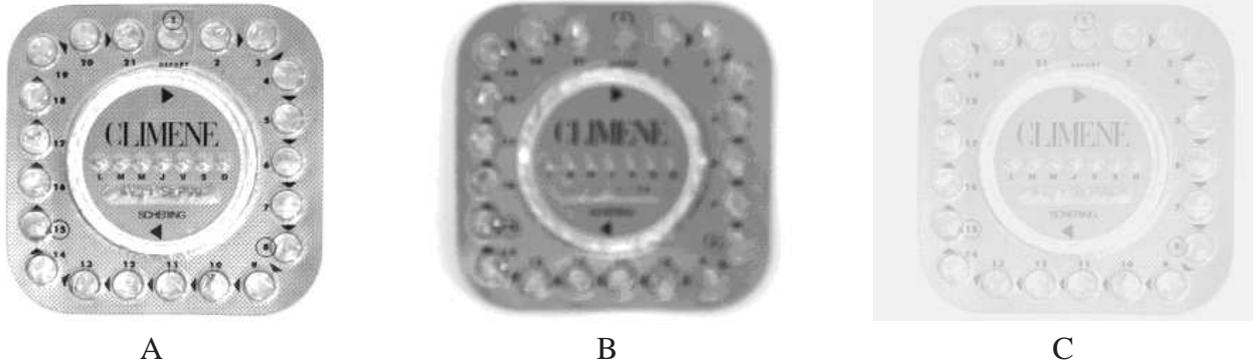
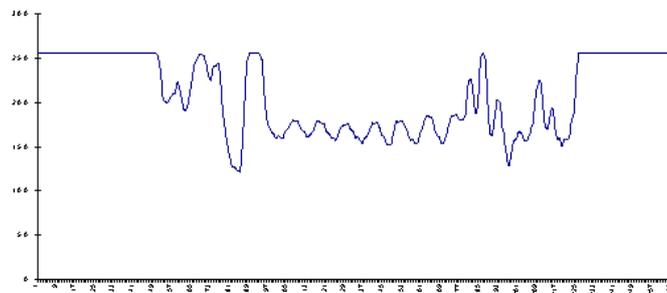


Figure 45 – Acquisition d'images de blisters

- 1) Quelle image choisir pour effectuer une analyse et des mesures ? Pourquoi ?
- 2) Rappeler le rôle de la LUT. Comment peut-on simplement passer de la LUT "identité" à la LUT "vidéo inverse" ?
- 3) Quel type de mesure donne le résultat représenté ci-dessous ?



En déduire comment détecter les bords du blister ?

- 4) Quelle opération permet de passer de l'image A à Abis ?



Figure 46 – Image Abis

Que proposez-vous comme traitements pour améliorer l'image Abis ?

5) L'analyse d'une petite fenêtre placée en haut à gauche de l'objet donne le tableau de pixels n° 1. Quel type de traitement permet d'obtenir le tableau n° 2 ? En déduire l'opérateur.

	81	82	83	84	85	86	87	88	89
24	255	255	255	255	255	255	255	255	255
25	255	255	255	255	255	255	255	255	255
26	255	255	255	255	255	255	255	232	211
27	255	255	255	255	245	207	191	206	214
28	255	255	255	211	212	227	219	226	217
29	248	198	198	218	216	202	214	204	212

Tableau 1 –

	81	82	83	84	85	86	87	88	89
24	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	0	0	0	0	0	0	23	X
26	X	0	0	0	10	48	87	1	X
27	X	0	0	54	51	-90	-123	-39	X
28	X	57	101	-96	-51	68	18	58	X
29	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tableau 2 –

6) Comment appliquer l'outil de corrélation pour la recherche de pilules ?

7) Donner le résultat de la corrélation, appliquée aux points grisés, entre le tableau 3 de pixels et à la "template". Où se situe le maximum de la corrélation ?

0	0	2	2	0	0
3	0	2	2	1	0
4	0	2	2	1	2
4	1	0	1	0	0
4	2	4	1	1	1

Tableau 3 –

4	0	0
4	1	0
4	2	4

Tableau 4 – Template

8) Donner la principale différence si l'on avait appliqué la technique de corrélation normalisée ?

Exercice n° 16 : D.S. de rattrapage de T.S.I. 2001

Dans le cadre d'une étude en laboratoire, on souhaite caractériser l'état d'un prélèvement osseux. Le traitement d'images aura pour but, à partir de l'image obtenue au microscope de détecter les cellules, les labelliser et ainsi les caractériser.

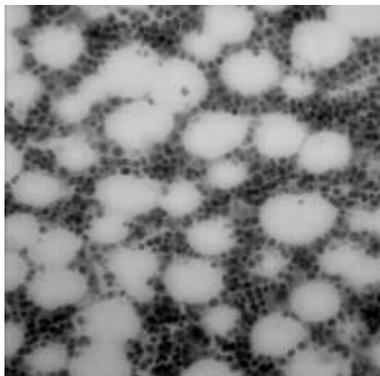


Figure 47 – Image initiale

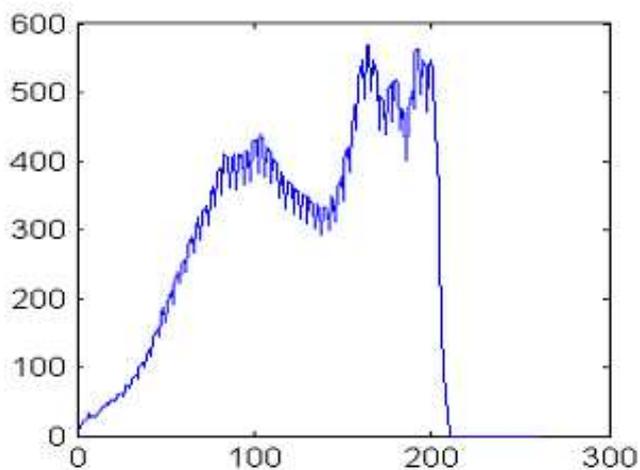
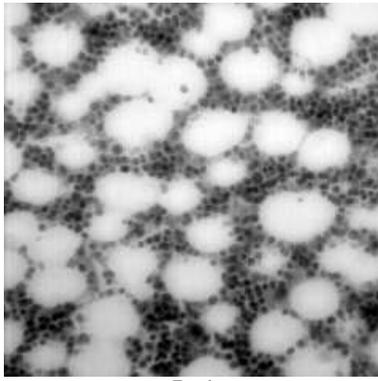


Figure 48 – Histogramme initial

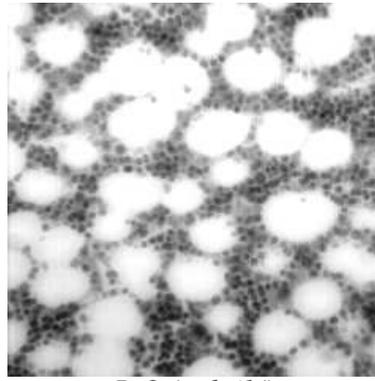
1) Proposer et justifier l'ensemble des traitements d'images à mettre en oeuvre afin d'obtenir au final les caractéristiques métriques des cellules.

Les images suivantes illustrent les différentes étapes que vous aurez à proposer.

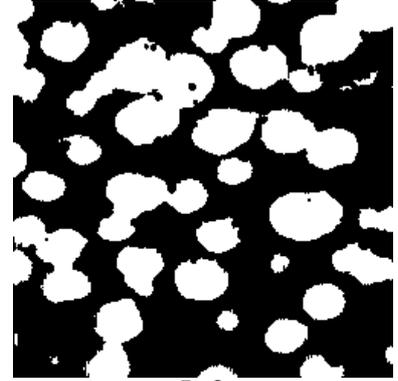
2) Pour chacune des images obtenues, donnez l'allure de l'histogramme.



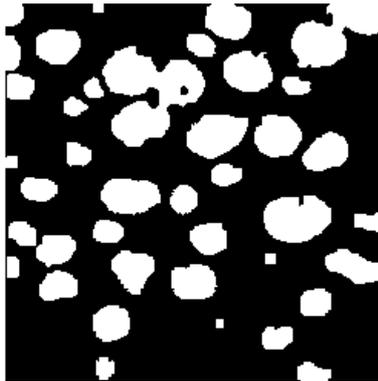
I+1



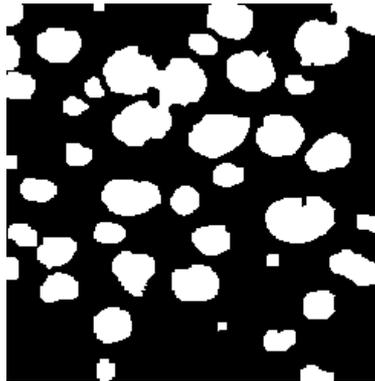
I+2 (*subtil!*)



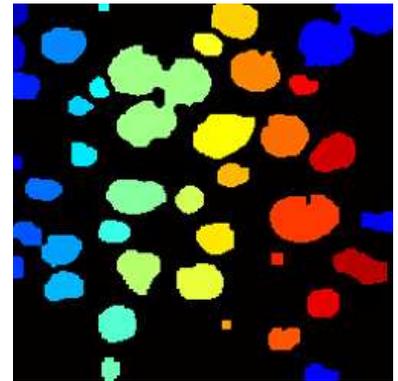
I+3



I+4



I+5



I+6

3) Détailler les techniques de traitement d'image qui seront utilisées pour passer d'une image à l'autre. Quelles remarques faites-vous sur les images précédentes.

4) A partir de la dernière image, donner quelques caractéristiques permettant d'effectuer la classification des différentes cellules trouvées.