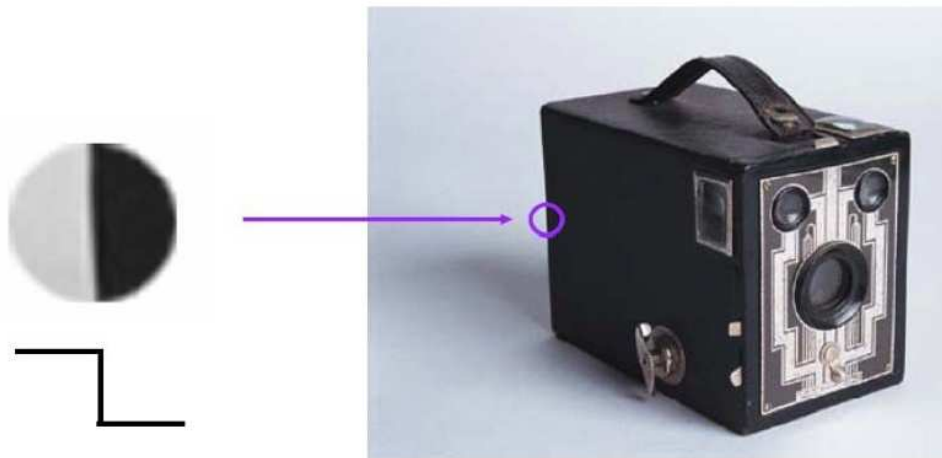


Détection de contours

- La détection de contours est une technique de réduction d'information dans les images.(l'information de toute l'image est résumée dans les contours des objets).
- Transformation de l'image en un ensemble de courbes(pas forcément fermées), formant les frontières significatives dans l'image.

C'est quoi un contours?

- Un contour est la frontière qui sépare deux objets dans une image.
- Un contour est une variation brusque d'intensité dans une image.
- Un contour apparait comme une ligne où sont localisées les très fortes variations.



Détection de contours

Remarque: toute variation (ou discontinuité) dans l'image n'est pas nécessairement située à la frontière entre deux objets.

de profondeur



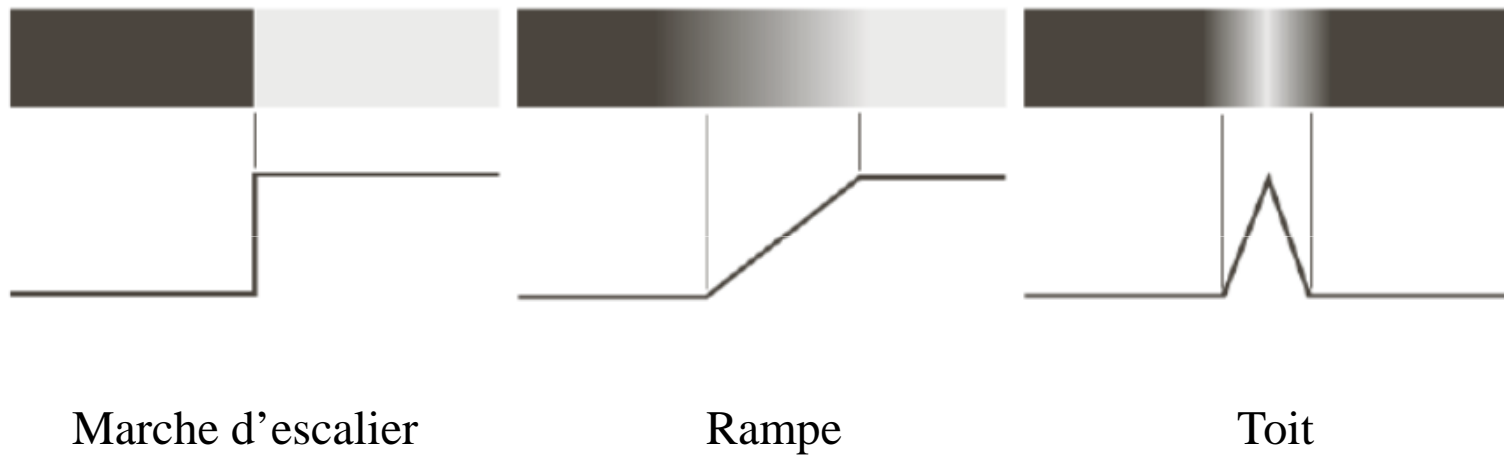
d'orientation
de surface

de réflectance

d'illumination

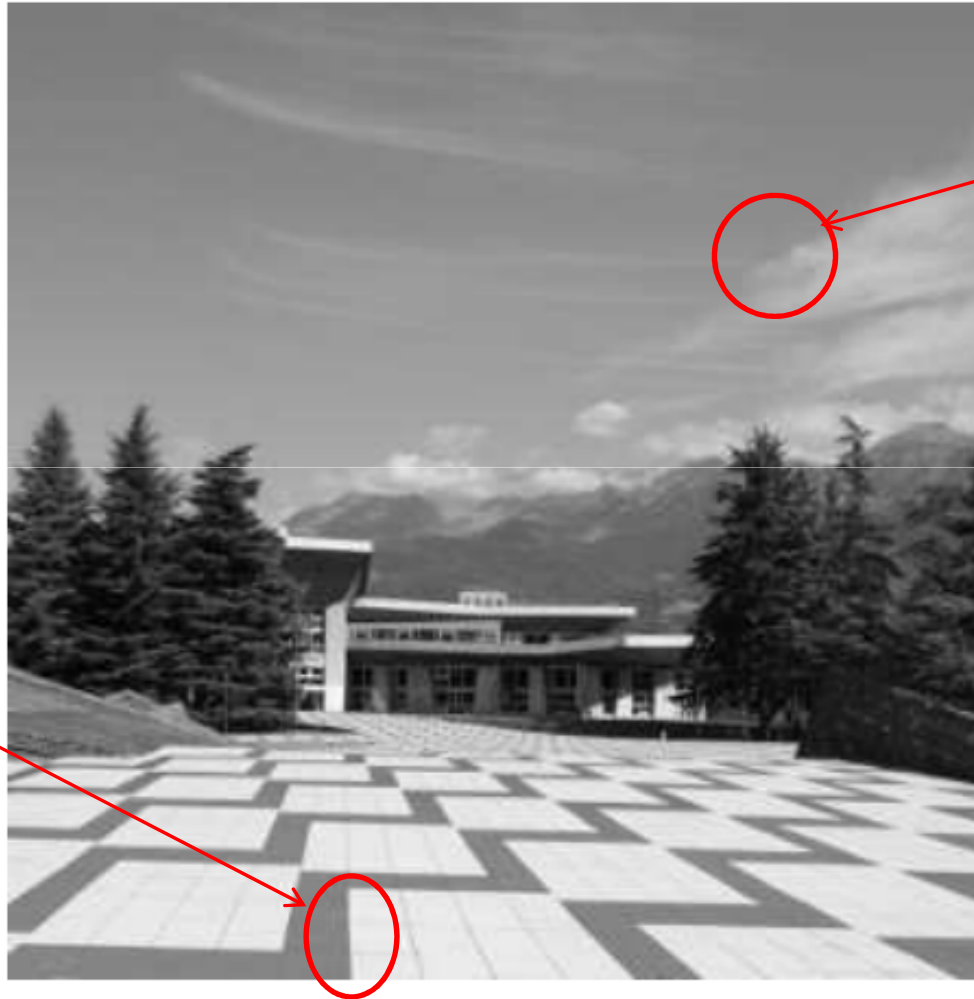
Détection de contours

Les types de contours



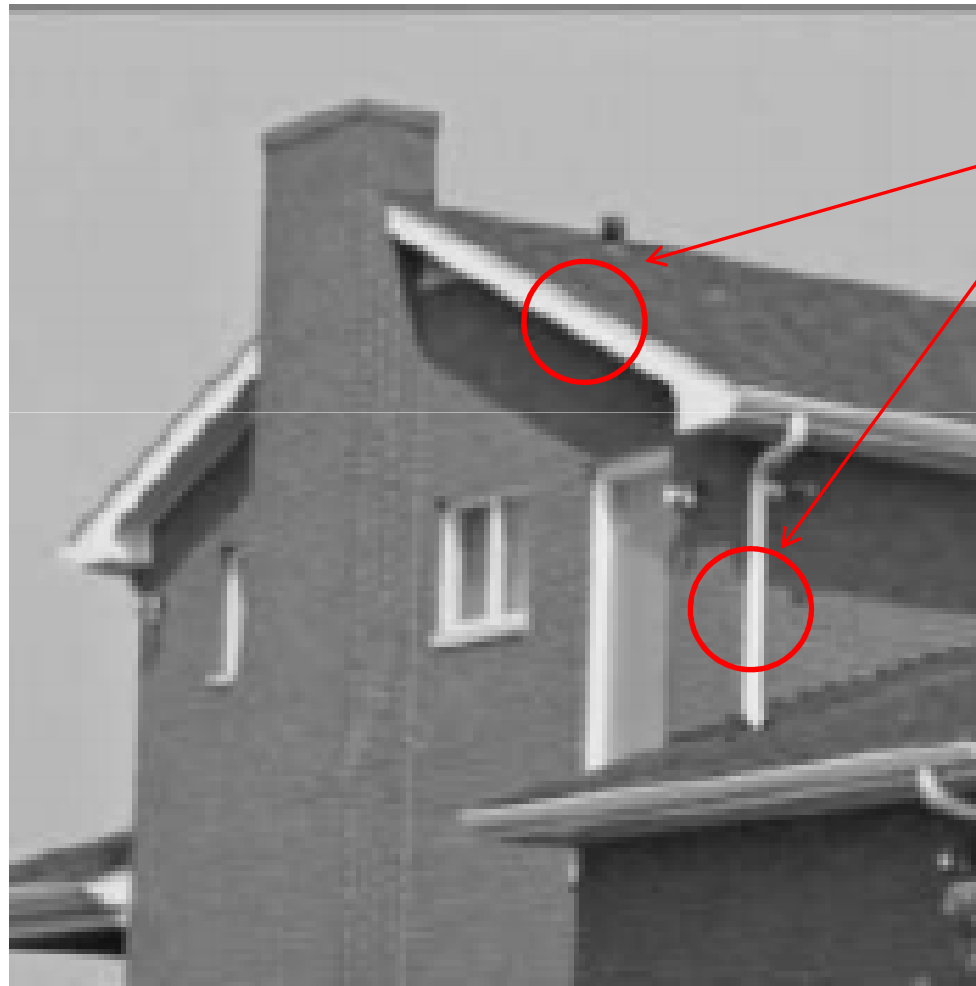
Détection de contours

Contour
marche
d'escalier



Contour
rampe

Détection de contours



Contour toit

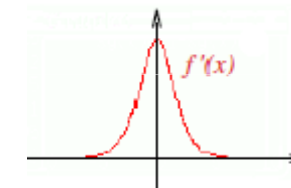
Détection de contours

- Le principe classique de la détection de contours repose sur l'étude des dérivées de la fonction d'intensité dans l'image.

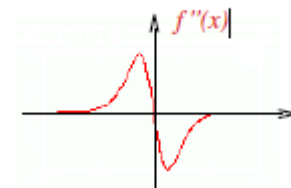
- En 1 dimension



- Le contour correspondant aux maxima locaux de la première dérivée;



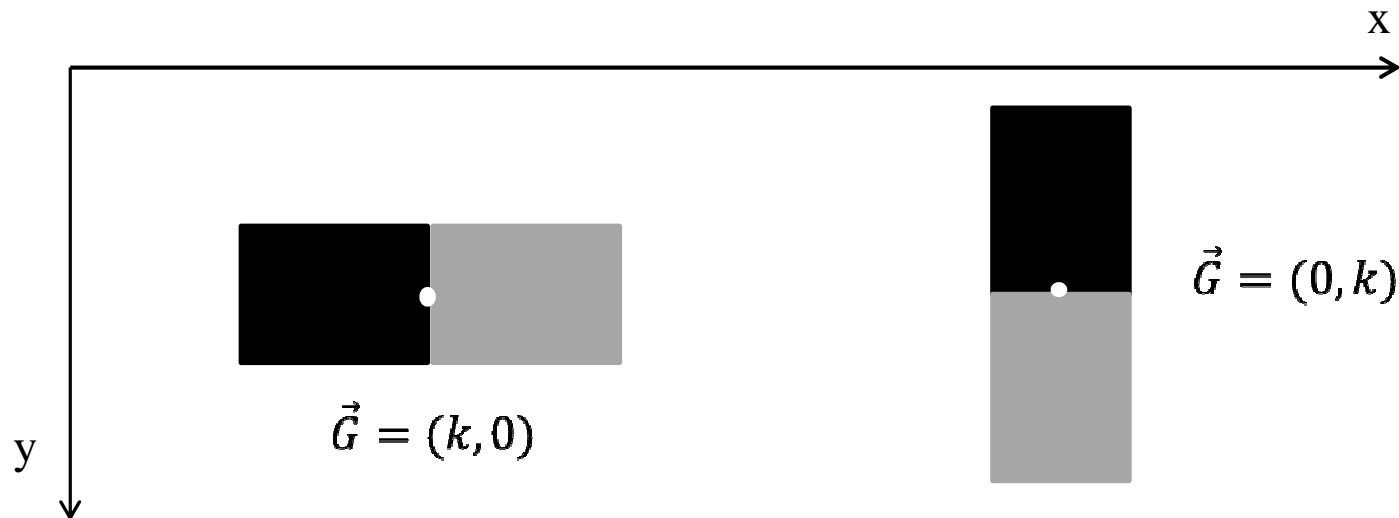
- Le contours correspondant aux passage par zéro de la dérivée seconde.



Détection de contours

- La première dérivée de l'image est l'opérateur de base pour mesurer les contours elle correspond au gradient de l'image noté \vec{G} . Soit l'image $I(x, y)$ son gradient est donné par la relation suivante:

$$\vec{\nabla} I(x, y) = \vec{G} = (G_x, G_y) = \left(\frac{\partial I(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial I(x, y)}{\partial y} \right)$$



Détection de contours

- Le gradient peut être représenté en coordonnées polaires par un module et une direction dans l'image.
- le module du gradient, mesure l'intensité du gradient en chaque pixel, est représenté les contours dans l'image.

$$\|\vec{G}\| = \|\vec{\nabla}I\| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

- Le gradient est un vecteur perpendiculaire au contour, sa direction (son orientation) va de la partie foncée à la partie claire, elle donnée par la relation suivante:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

Remarques:

- *contour* \equiv forte variation locale des niveaux de gris $\equiv \|\vec{\nabla}I(x, y)\|$ élevée.
- *un contour est alors défini comme le lieu des maxima locaux du gradient.*
- *On peut appliquer ce détecteur sur des images couleurs en appliquant le même opérateur sur les différentes composantes RVB prises séparément.*

Détection de contours

Le principe de la détection de contours en utilisant le gradient

- Calculer le gradient de l'image dans les deux directions horizontales et verticales;
- Calculer le module du gradient;
- Appliquer un seuillage pour décider si un pixel est effectivement un point contour (éliminer des pixels à valeur trop faible), afin de ne garder que les pixels contours.
- Problème du choix du seuil: un seuil trop bas amène à des sur-détections(détecte beaucoup de bruit), tandis qu'un seuil trop élevé amène à des contours non fermés.
- La dernière étape a pour objectif d'avoir un contour fermé (utilisant les opérateurs morphologiques).

Détection de contours

Approximation de la première dérivée

- L'approximation discrète de la première dérivée se base sur les développements limités:

$$f(x + h) = f(x) + hf'(x) \text{ et } f(x - h) = f(x) - hf'(x)$$

$$\text{d'où } \frac{\partial f}{\partial x}(x) = \frac{f(x+h)-f(x)}{h} \quad \text{ou} \quad \frac{\partial f}{\partial x}(x) = \frac{f(x+h)-f(x-h)}{h}$$

- Le calcul de ses dérivées sur l'image est approché au moyen de masques (ou filtres) de convolution.

Détection de contours

Exemples de détecteur de contours

Le détecteur de Prewitt $h_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ et $h_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

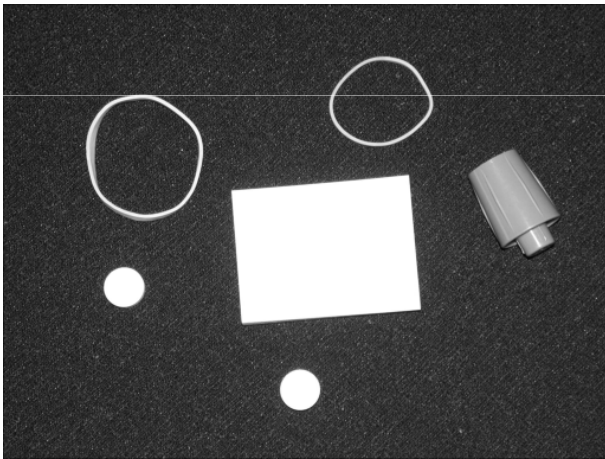
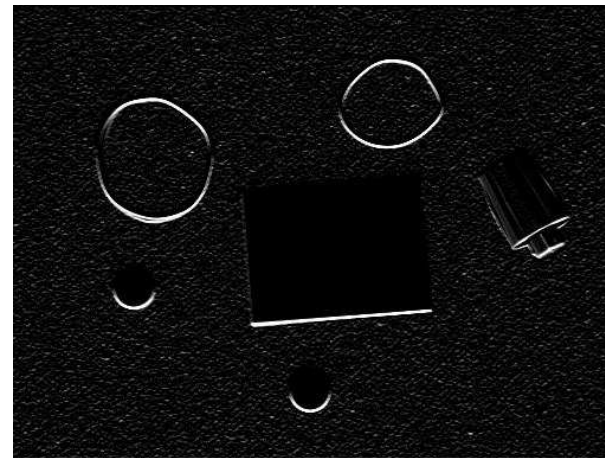


Image originale



Prewitt

Détection de contours

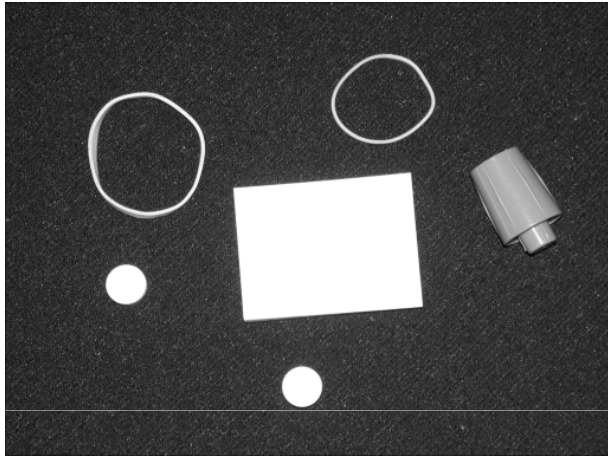
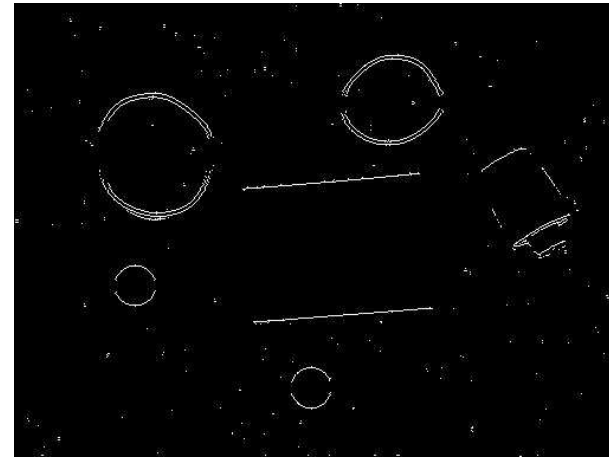
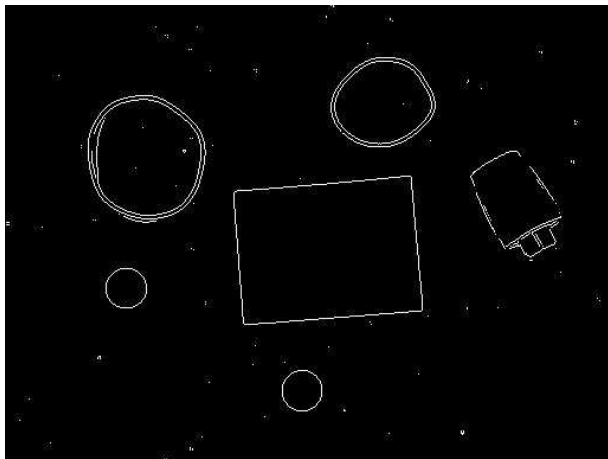


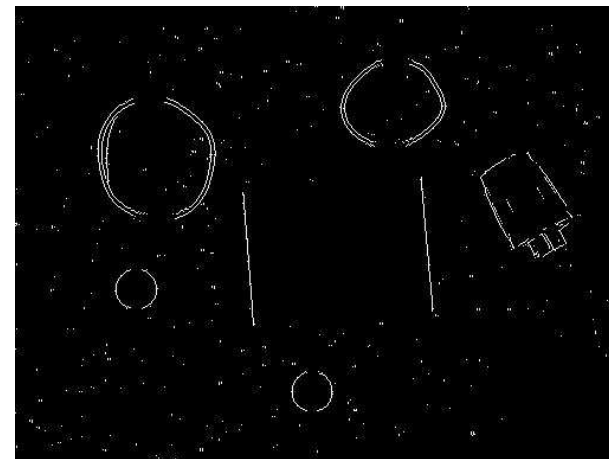
Image originale



Prewitt horizontal



module de Prewitt



Prewitt vertical

Détection de contours

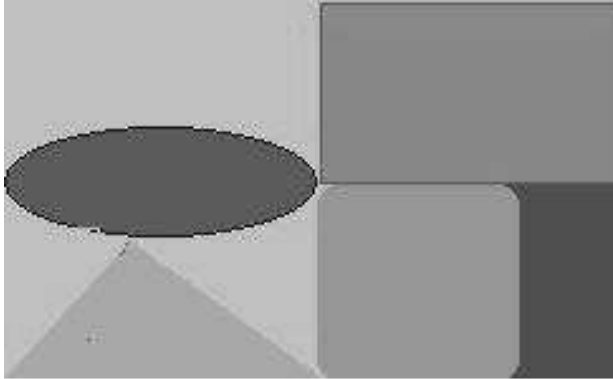
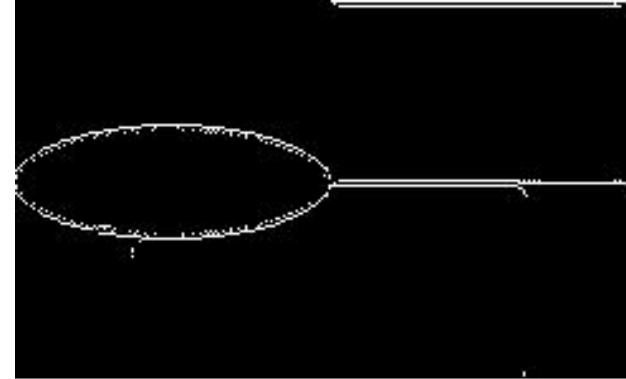
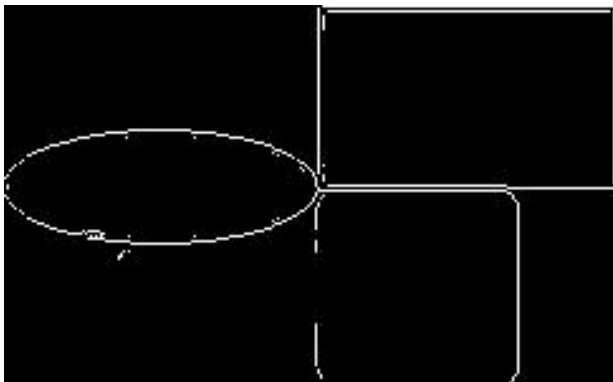


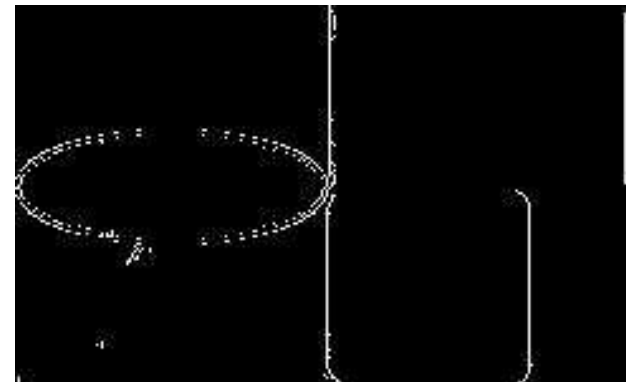
Image originale



Prewitt horizontal



module de Prewitt



Prewitt vertical

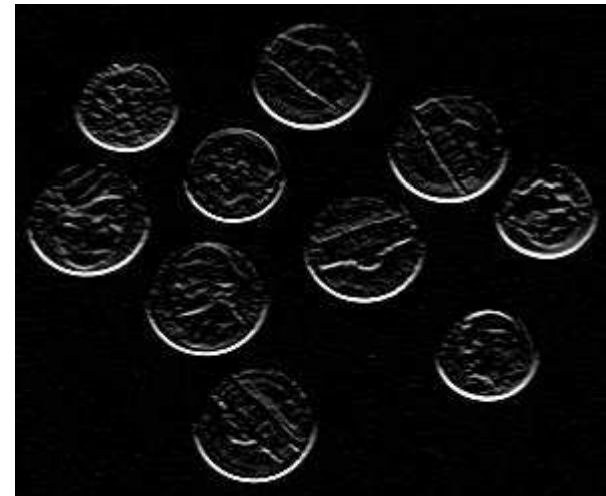
Détection de contours

Le détecteur de Sobel

$$h_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ et } h_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



Image originale

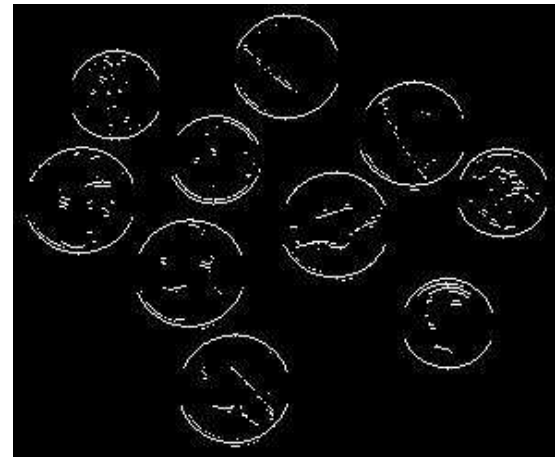


Sobel

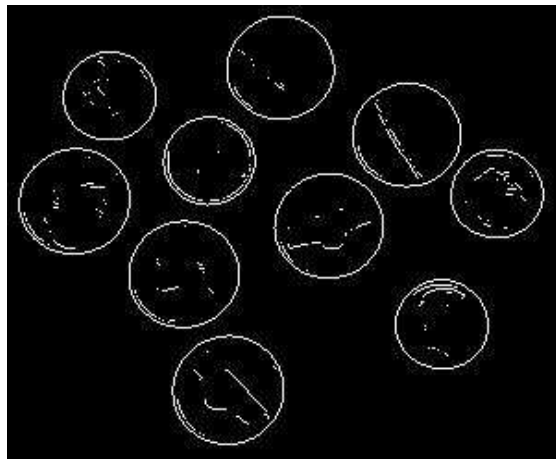
Détection de contours



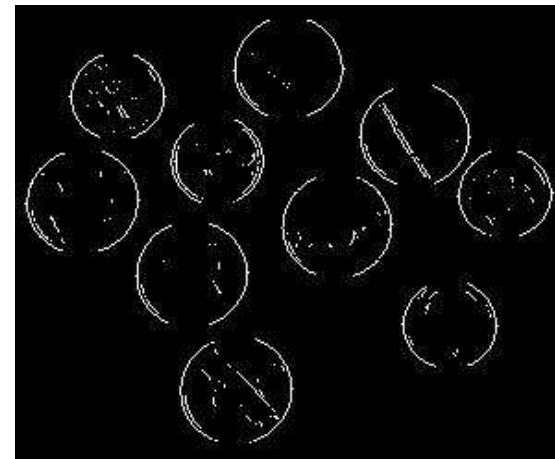
Image originale



Sobel horizontal



module de Sobel



Sobel vertical

Détection de contours

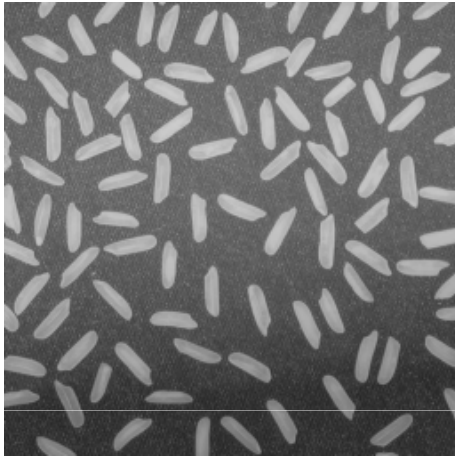
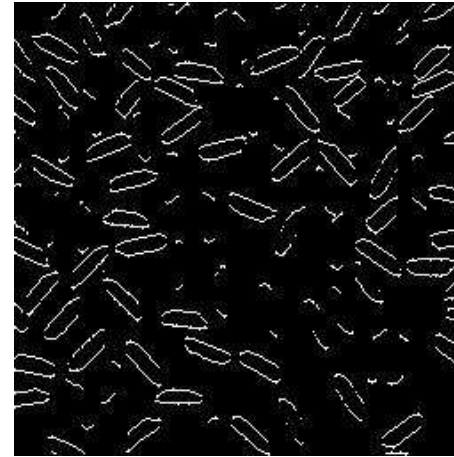
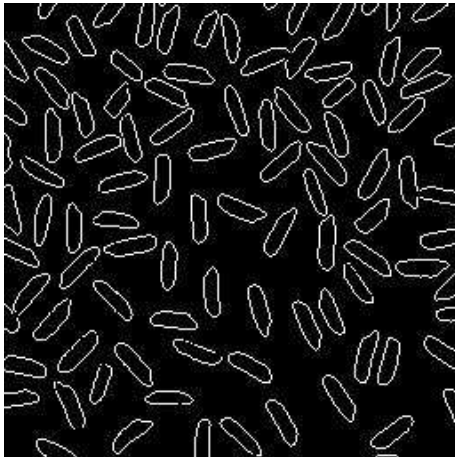


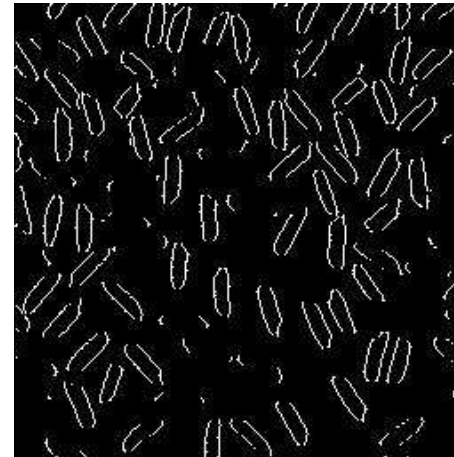
Image originale



Sobel horizontal



module de Sobel



Sobel vertical

Détection de contours

Le détecteur de Roberts $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$

Remarque : le détecteur de Roberts cherche les dérivées selon des directions diagonales.

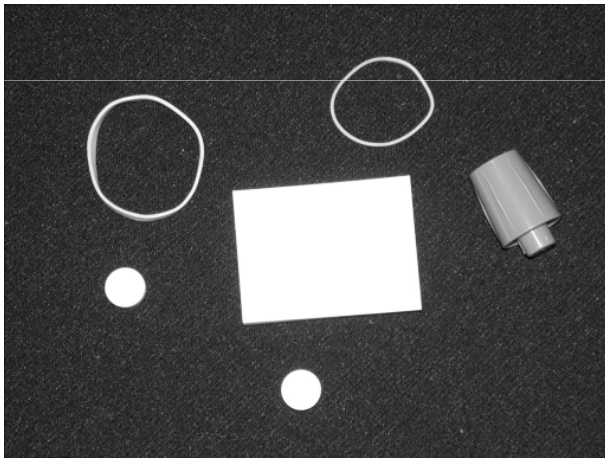
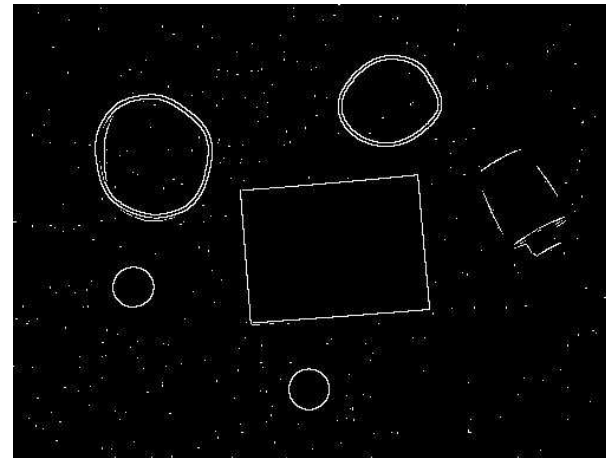


Image originale



Roberts

Détection de contours

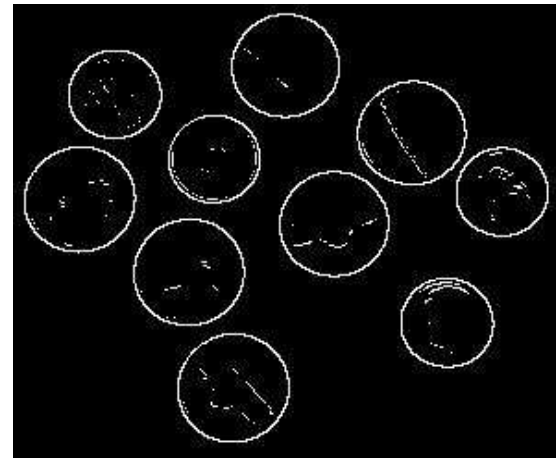
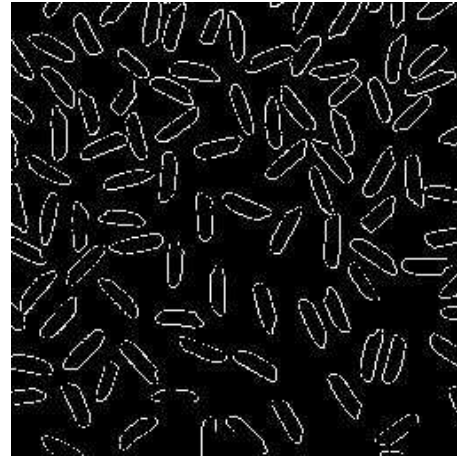
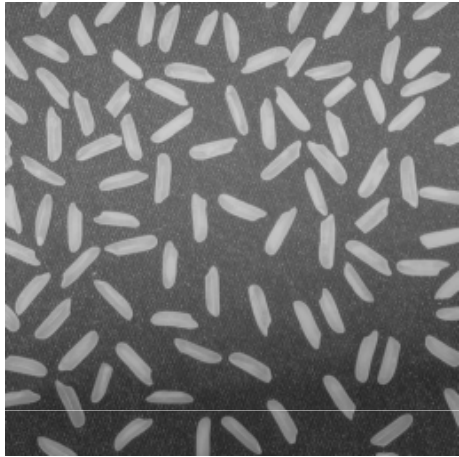


Image originale

Roberts

Détection de contours

L'autre approche pour trouver les contours de l'image est d'utiliser la dérivée seconde de l'image.

- Dans l'image, nous utilisons le Laplacien comme opérateur de la dérivée seconde.

$$\Delta I(x, y) = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2}(x, y) + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2}(x, y)$$

L'approximation discrète de la deuxième dérivée est donnée par le masque suivant:

$$h_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad h_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Détection de contours

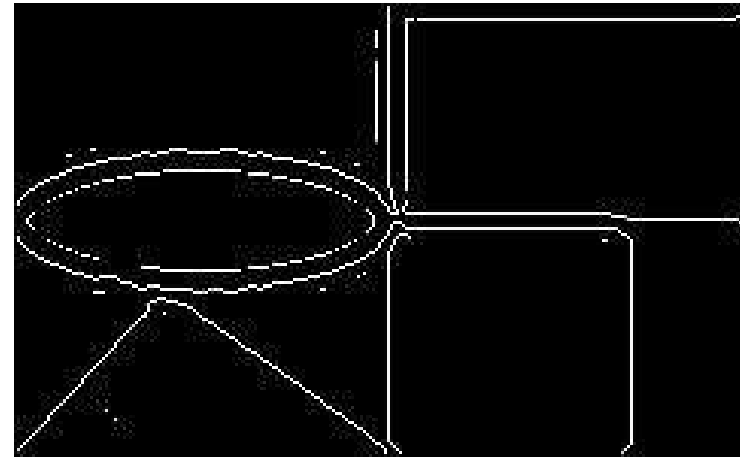
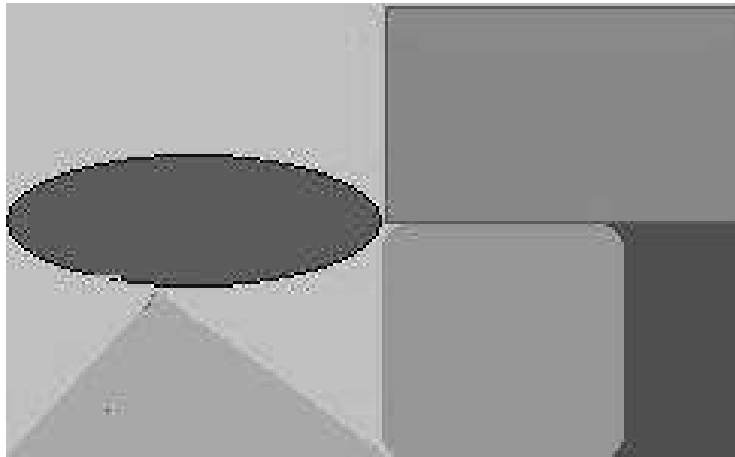
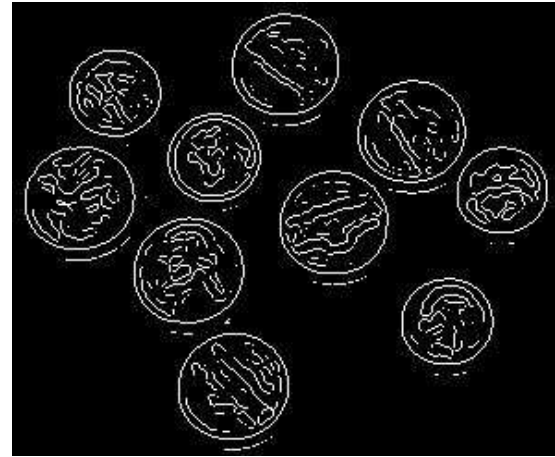


Image originale

Laplacien

Détection de contours

Comparaison entre les trois détecteurs

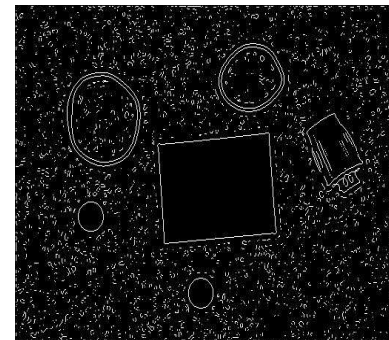
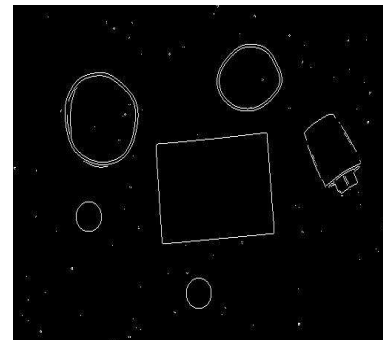
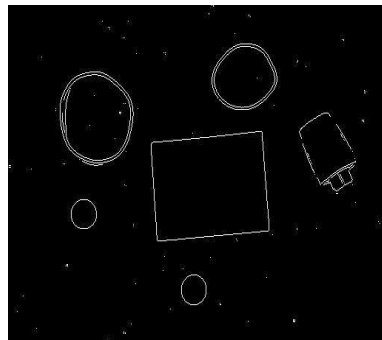
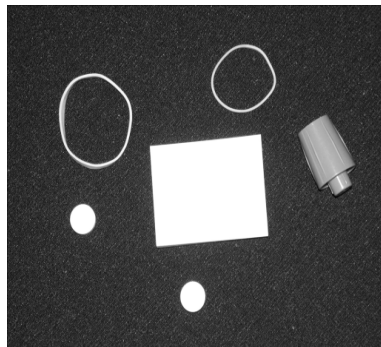
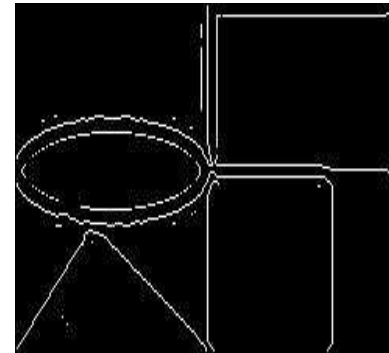
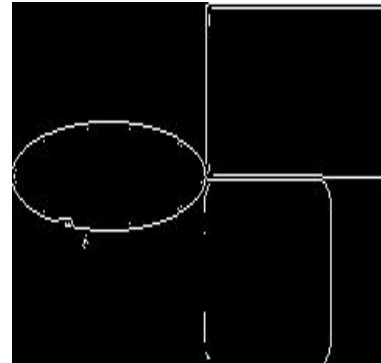
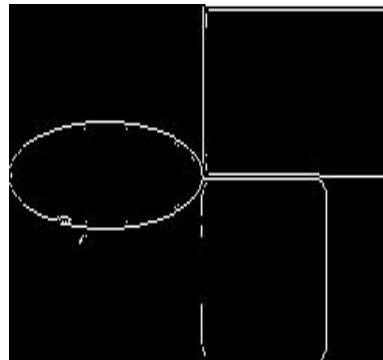
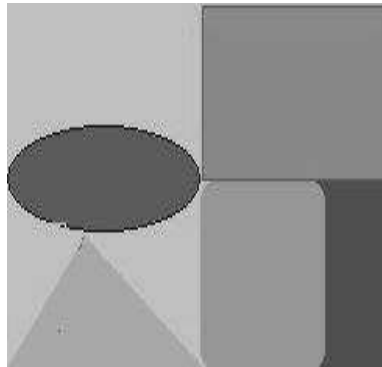


Image originale

Prewitt

Sobel

Laplacien

Détection de contours

Remarque: un lissage est compris dans le calcul des deux détecteurs Prewitt (filtre moyenneur) et Sobel (filtre gaussien), la détection des contours est moins sensible au bruit mais la localisation des points contours est moins précise. Le laplacien est très sensible aux bruits, il convient de filtrer très fortement l'image avant de le mesurer.

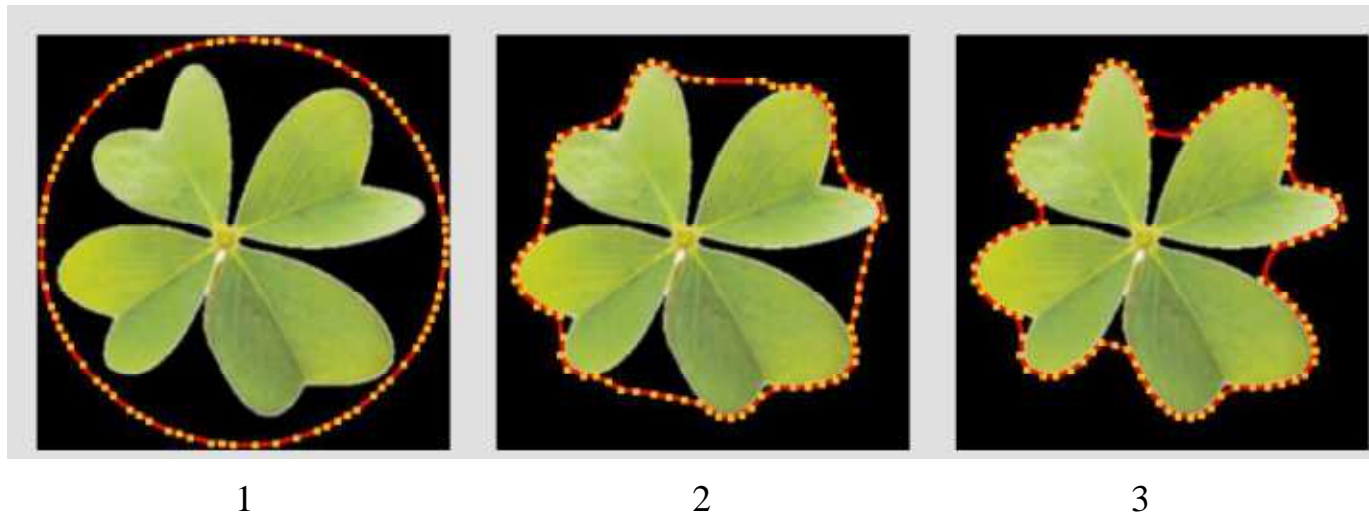
Détection de contours

Il existe d'autres filtres plus sophistiqués donnant de meilleurs résultats :

- Le filtre de Canny qui
 - Garantit une bonne détection(c-à-d une réponse forte même à de faibles contours).
 - Garantit une bonne localisation.
 - Assure pour un contour il n'aura qu'une seule détection.
- Les contours actifs = les snakes
 - l'opérateur place dans l'image, au voisinage de la forme à détecter, une ligne initiale de contour.
 - Cette ligne sera amenée à se déformer sous l'action de plusieurs forces(externe et interne), pour se rapprocher du contour de l'objet.
 - À la fin, la ligne épouse le contour de l'objet.

Détection de contours

Un exemple de contour actif



- 1- Initialisation du contour;
- 2- le contour se déplace vers les points où le gradient est élevé ;
- 3- mais pénaliser la forte courbure.

Détection de contours

Quel détecteur choisir pour les contours?

- Il n'existe pas un détecteur universel et unique pour détecter les contours.
- En pratique, nous obtenons des contours incomplets:
 - il y a des pixels superflus.
 - Il y a des manques.
 - Il y a des erreurs de position et d'orientation des pixels contours.
- Chacun semble avoir sa préférence pour une application ou une autre.

Détection de contours

- les différents filtres de détection de contours sont très sensibles aux bruits. La détection peut alors être ineffective en cas d'image trop bruitée. L'idée est alors d'effectuer un prétraitement de filtrage.
- La qualité de la détection de contours est très liée à la qualité des contours dans l'image surtout dans le cas des images réelles. Ces détecteurs doivent être suivis d'une étape de post-filtrage (éliminer les points de contours trop faibles par un seuillage)et souvent précédés d'une étape pré-filtrage pour diminuer le bruit tout en préservant les discontinuités(les contours).