

Extraction de contours



Bruno VALLET

LaSTIG - IGN

bruno.vallet@ign.fr

<https://www.umr-lastig.fr/bruno-vallet/>



ÉCOLE NATIONALE
DES SCIENCES
GÉOGRAPHIQUES

ENSG

Ingénieur 2

Le problème de l'extraction de contours

- Décider quels pixels de l'image correspondent à des contours
- Les contours structurent l'image
- Discontinuités radiométriques, souvent géométriques



Points de
contours ?

Le problème de l'extraction de contours

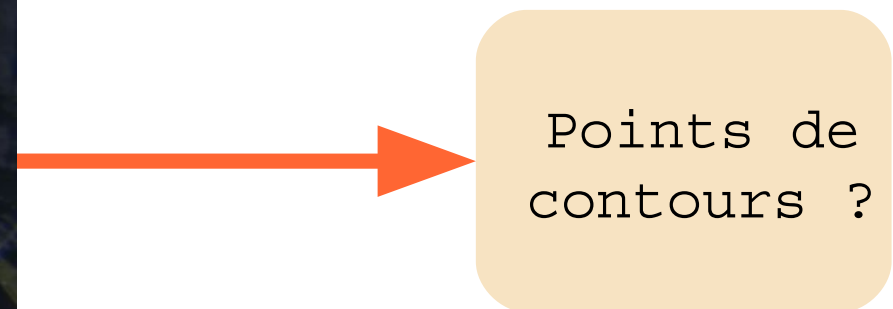
- Indispensable pour de nombreuses applications :
 - Reconnaissance des formes
 - Sémantisation/interprétation



Points de
contours ?

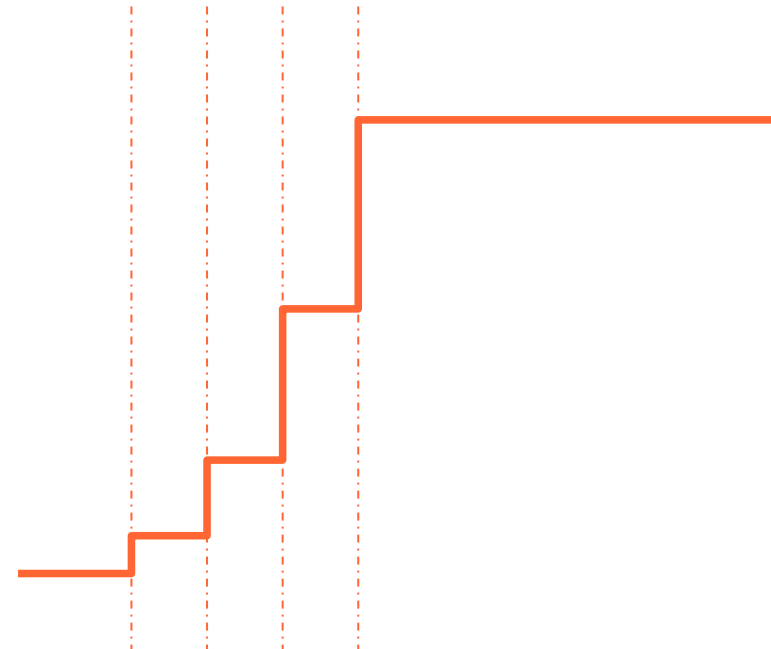
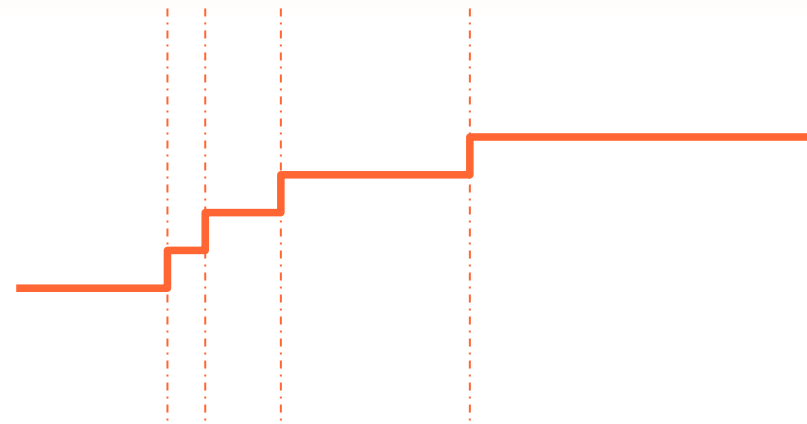
Le problème de l'extraction de contours

- Qu'est ce qu'un contour ?
 - Une zone de l'image où la valeur varie brutalement dans une direction donnée



3 Problèmes

- Localisation des contours
- Amplitude des contours



3 Problèmes

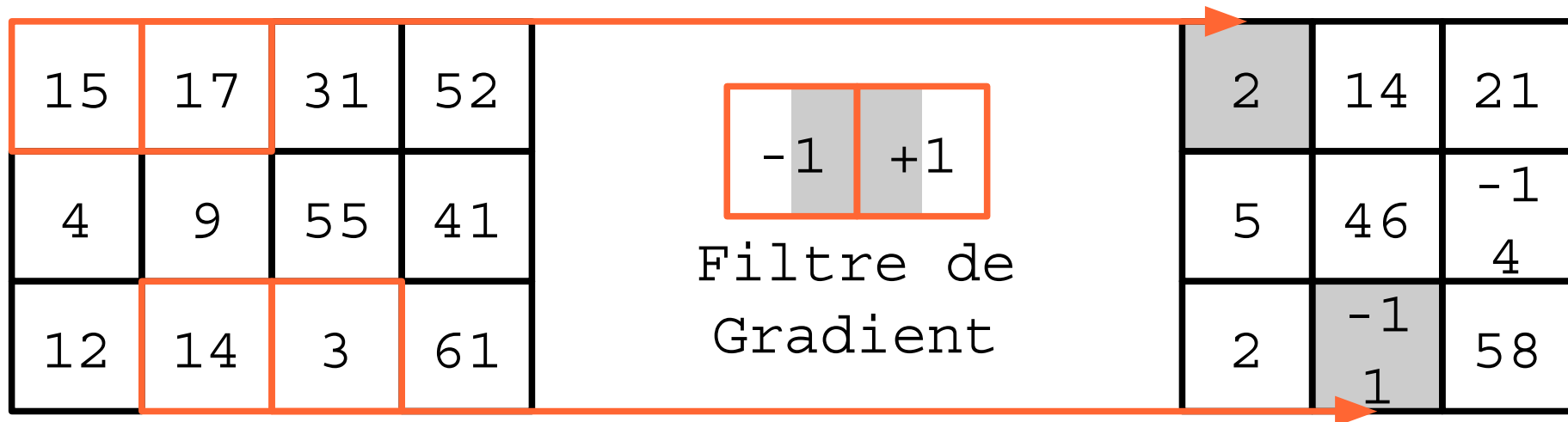
- Direction du contour



3 étapes

- Calcul du gradient
- Maximum du gradient dans la direction du gradient
- Filtrage par hystérésis

Filtres de convolution



Image

Gradient

Filtres de convolution

-1	+1
----	----

Gradient

0	+1
-1	0

Roberts

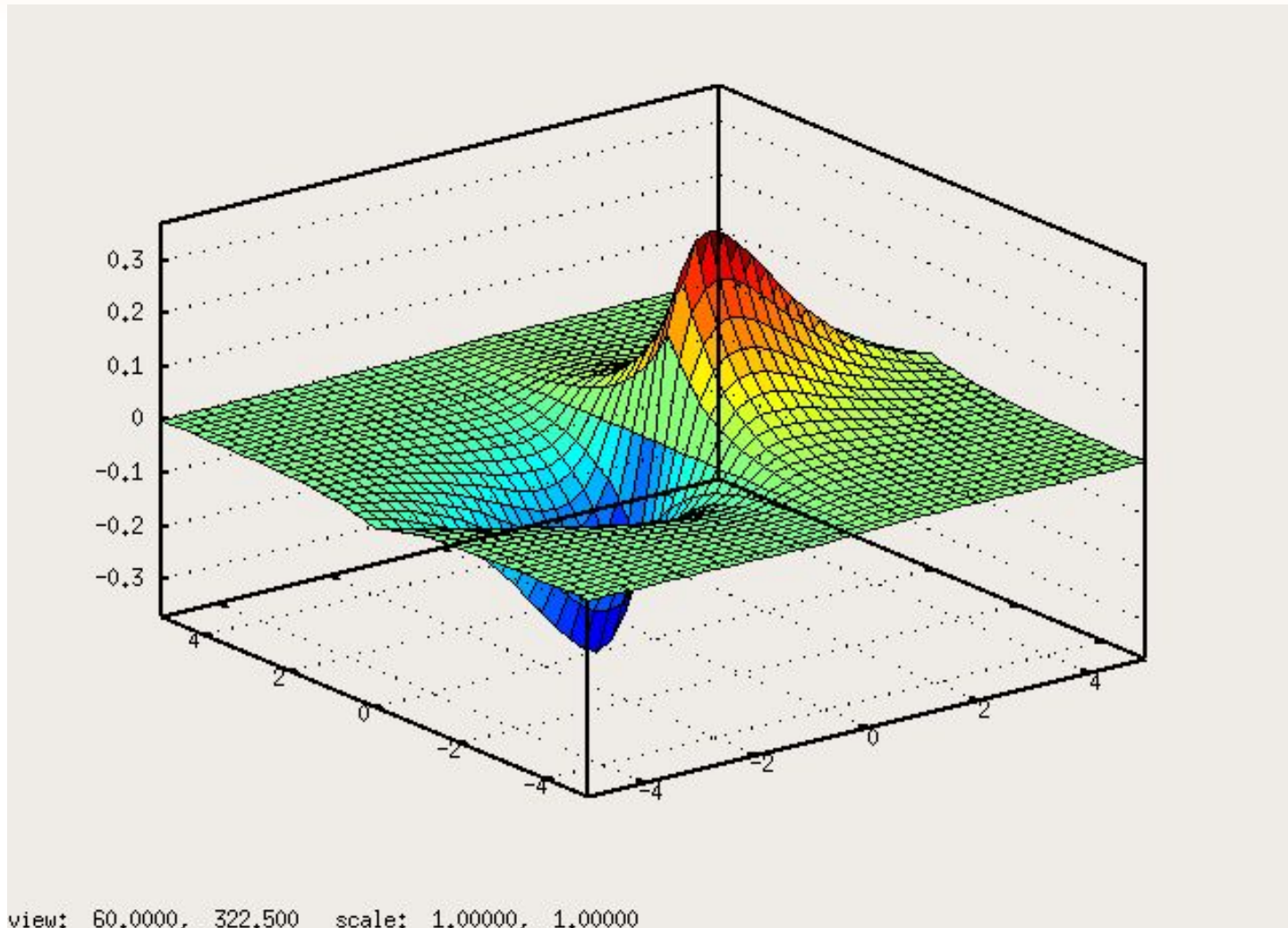
-1	0	+1
-1	0	+1
-1	0	+1

Prewitt

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

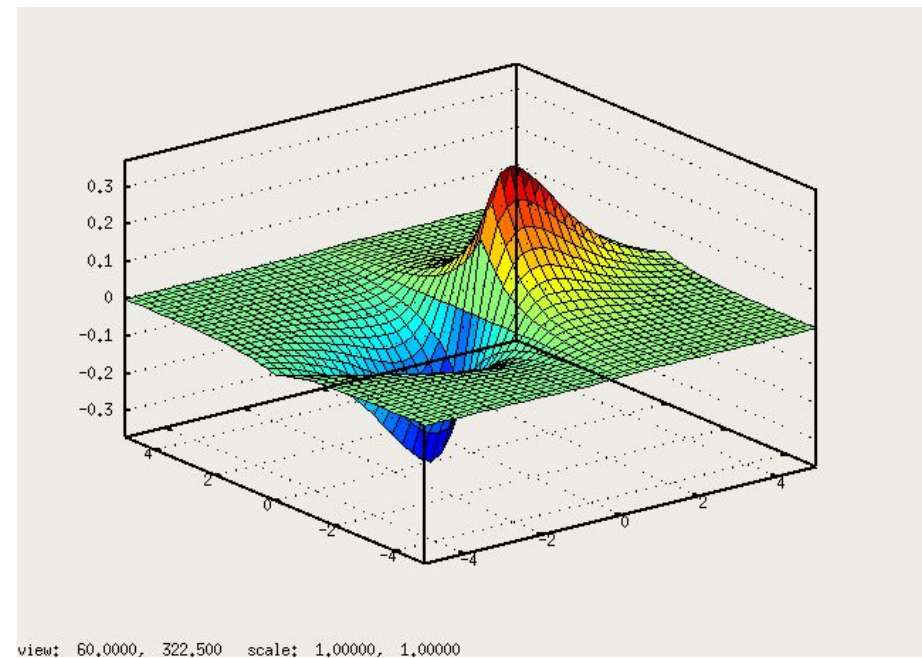
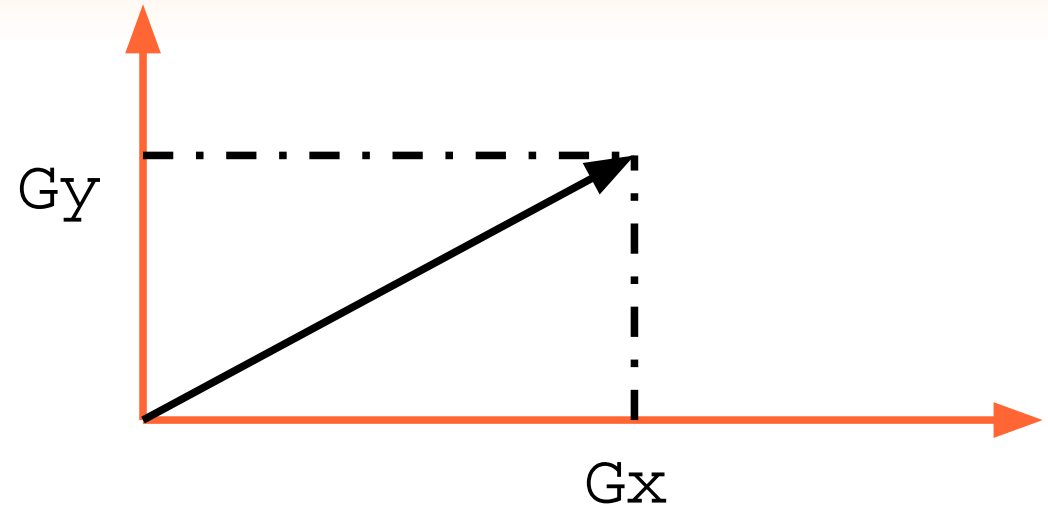
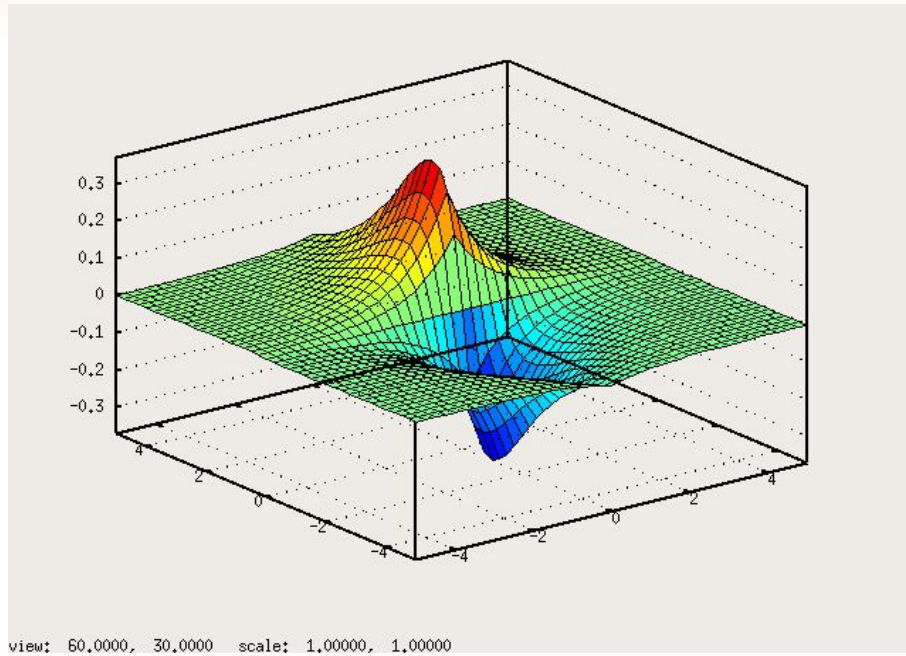
Sobel

Filtres de Deriche



Paramètre: taille du filtre

Direction et module

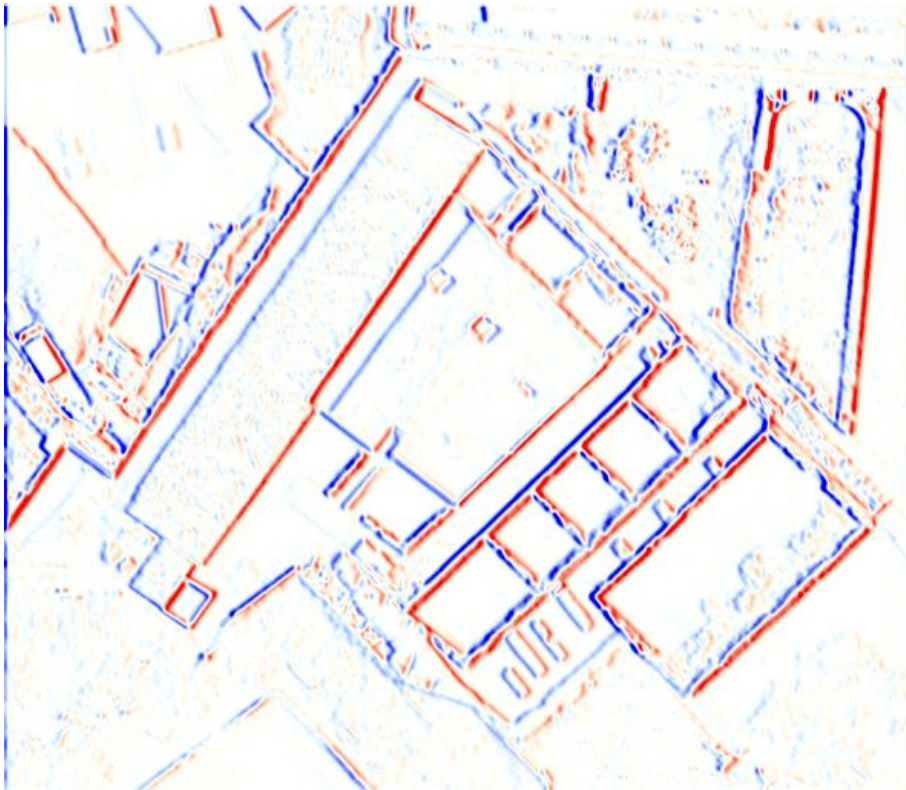


Exemple



Image originale

Exemple



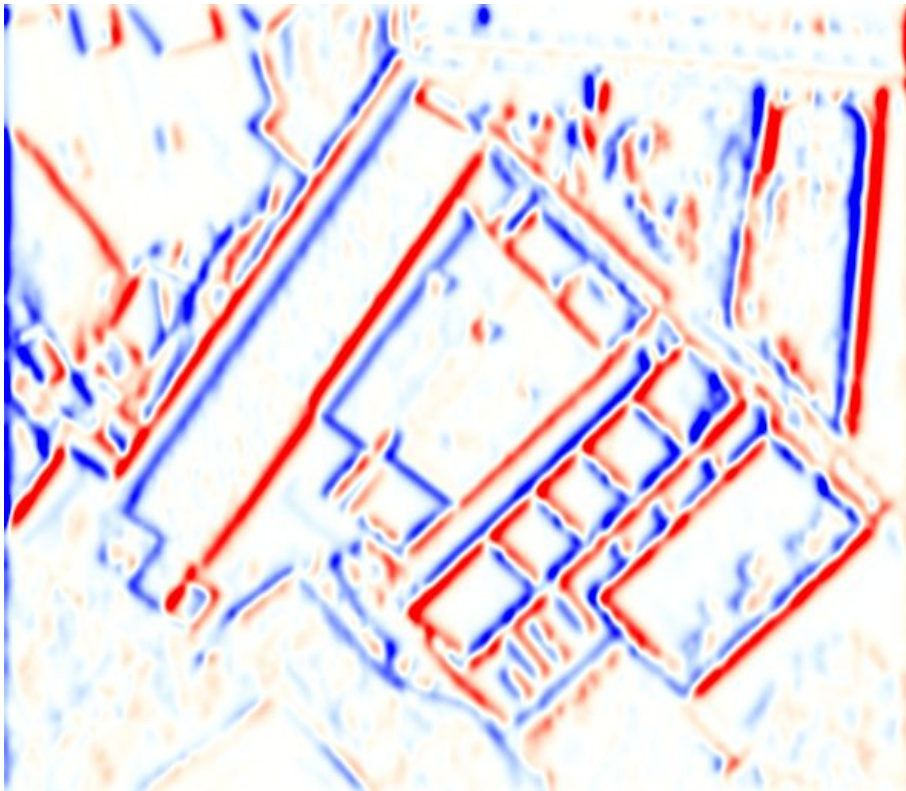
Gradient X



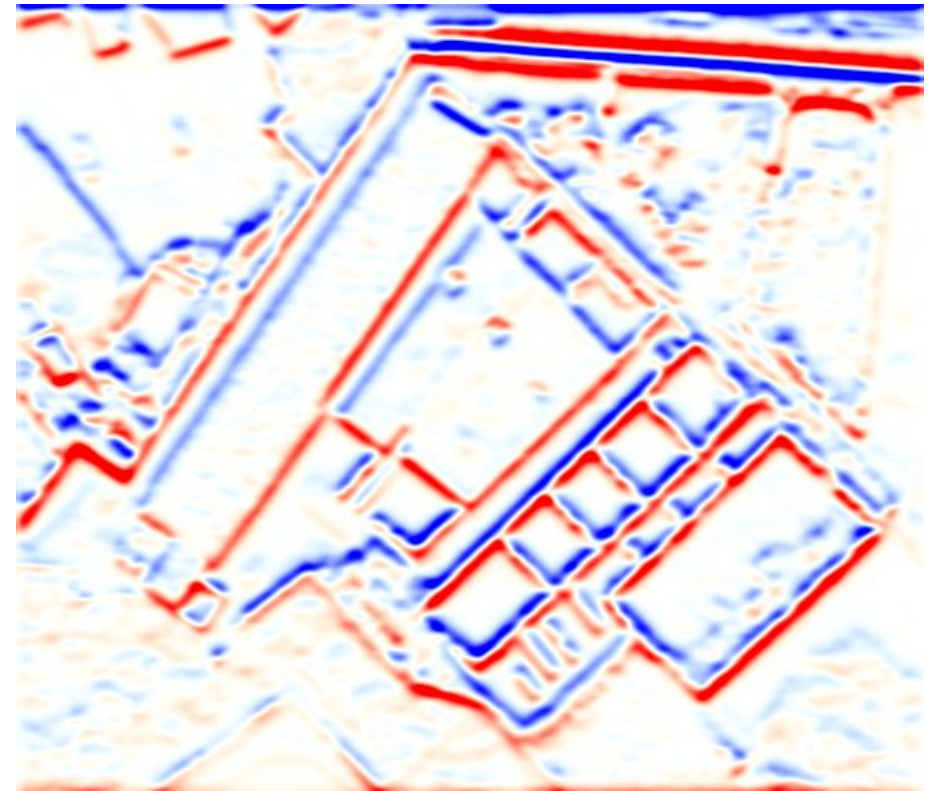
Gradient Y

$\alpha=2$

Exemple

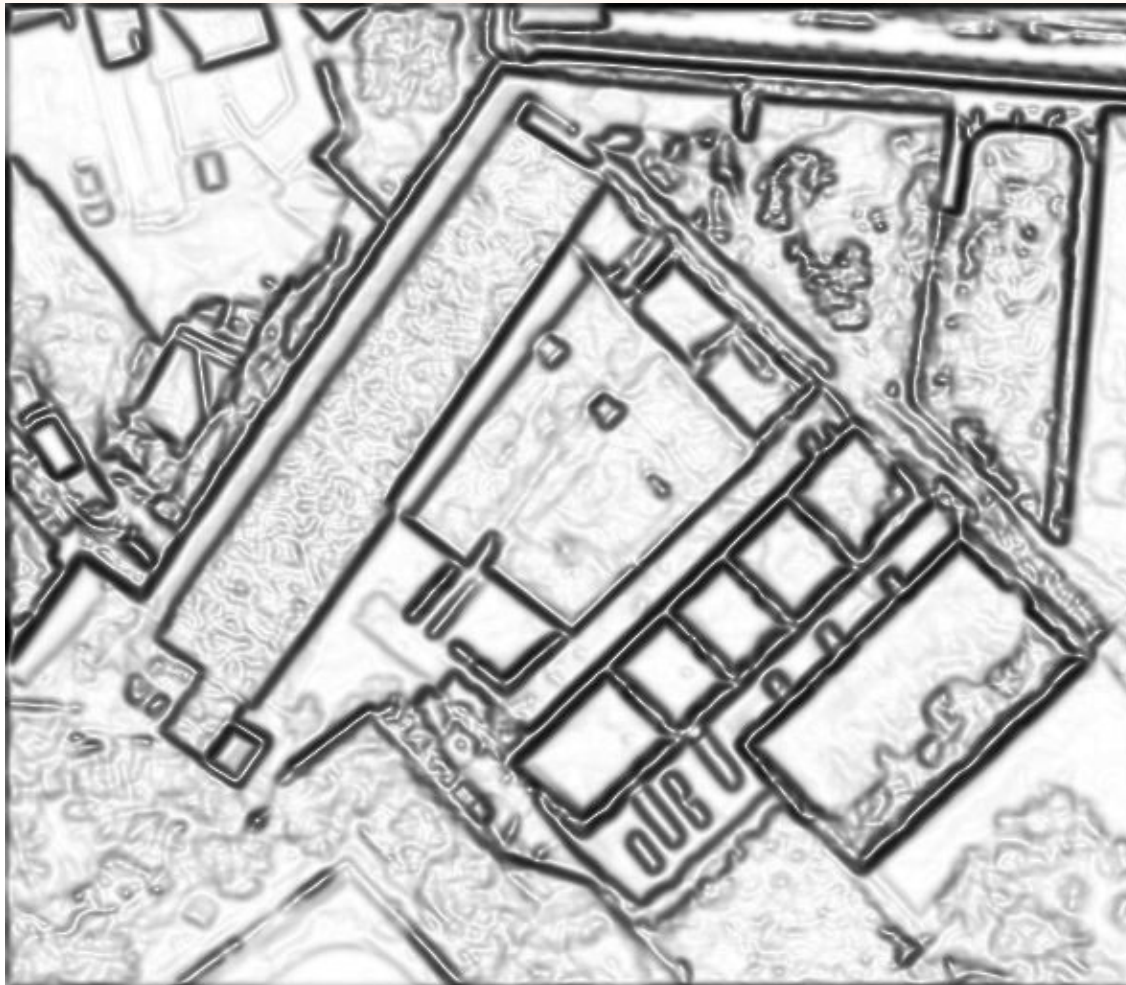


Gradient X



alpha=0.5 Gradient Y

Exemple



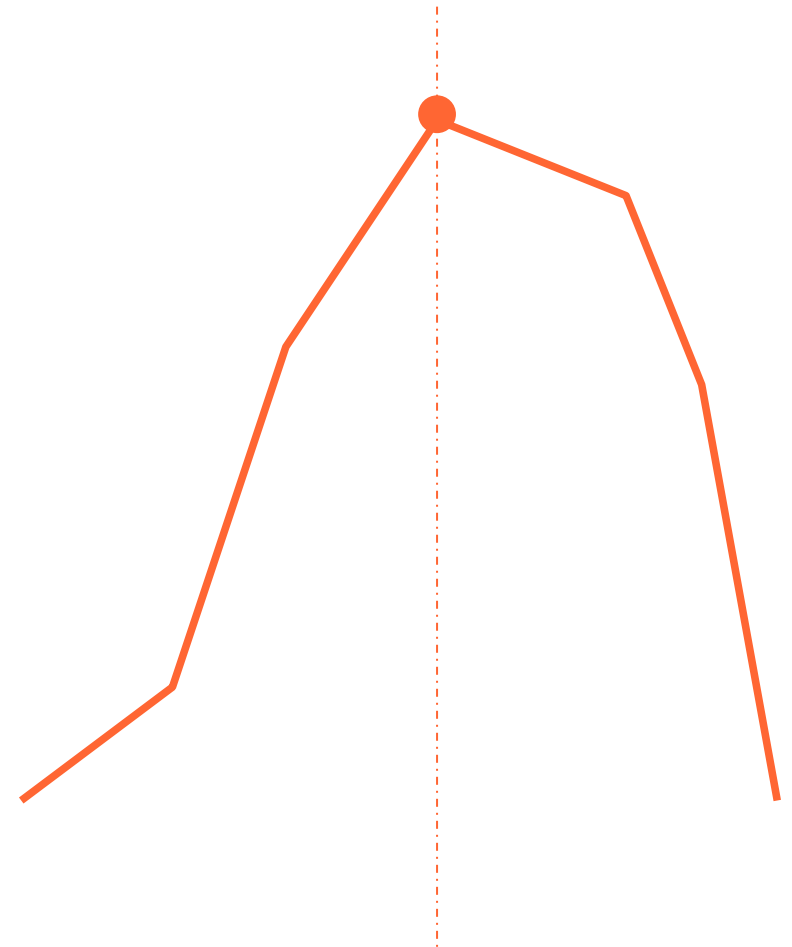
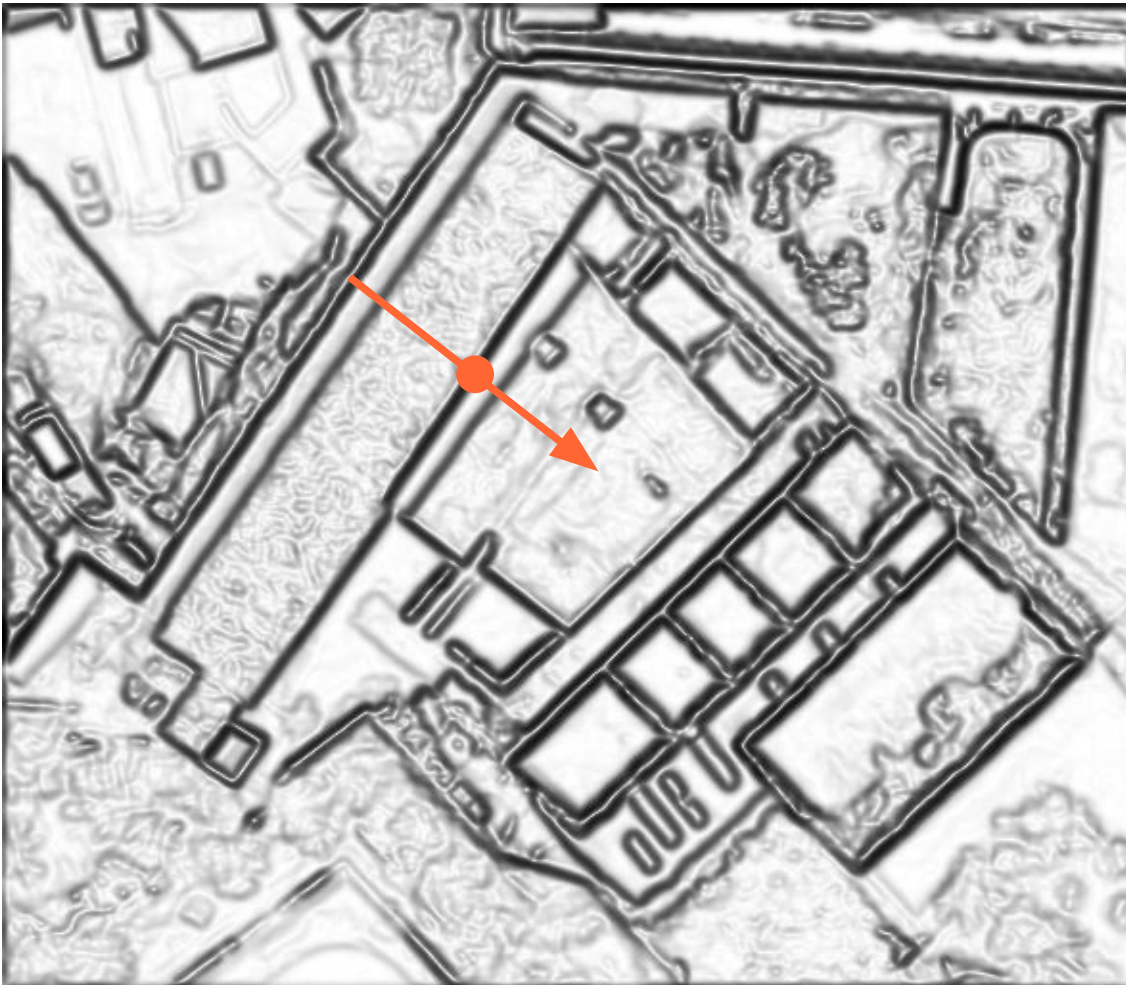
Module du gradient $\alpha=1$

Exemple



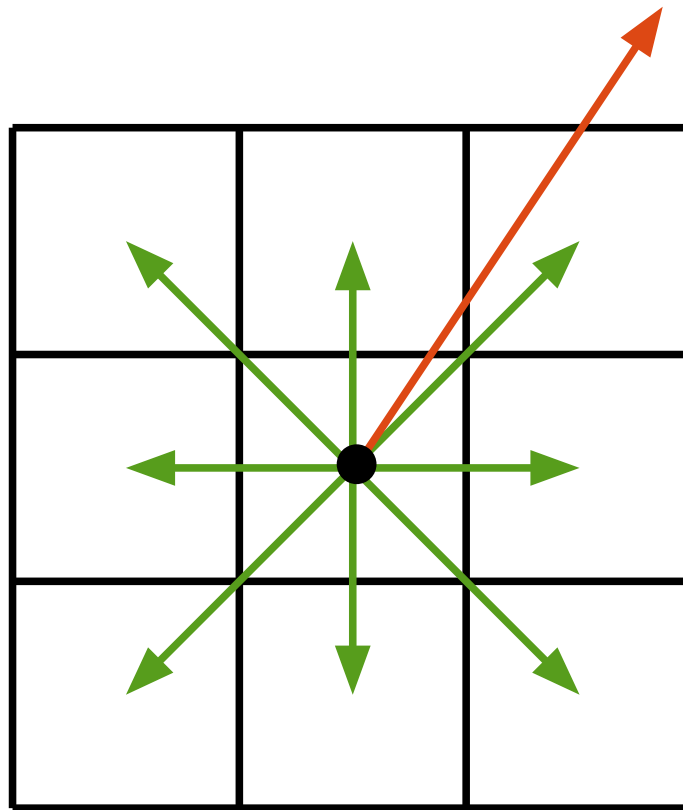
Image originale

Selection du maximum



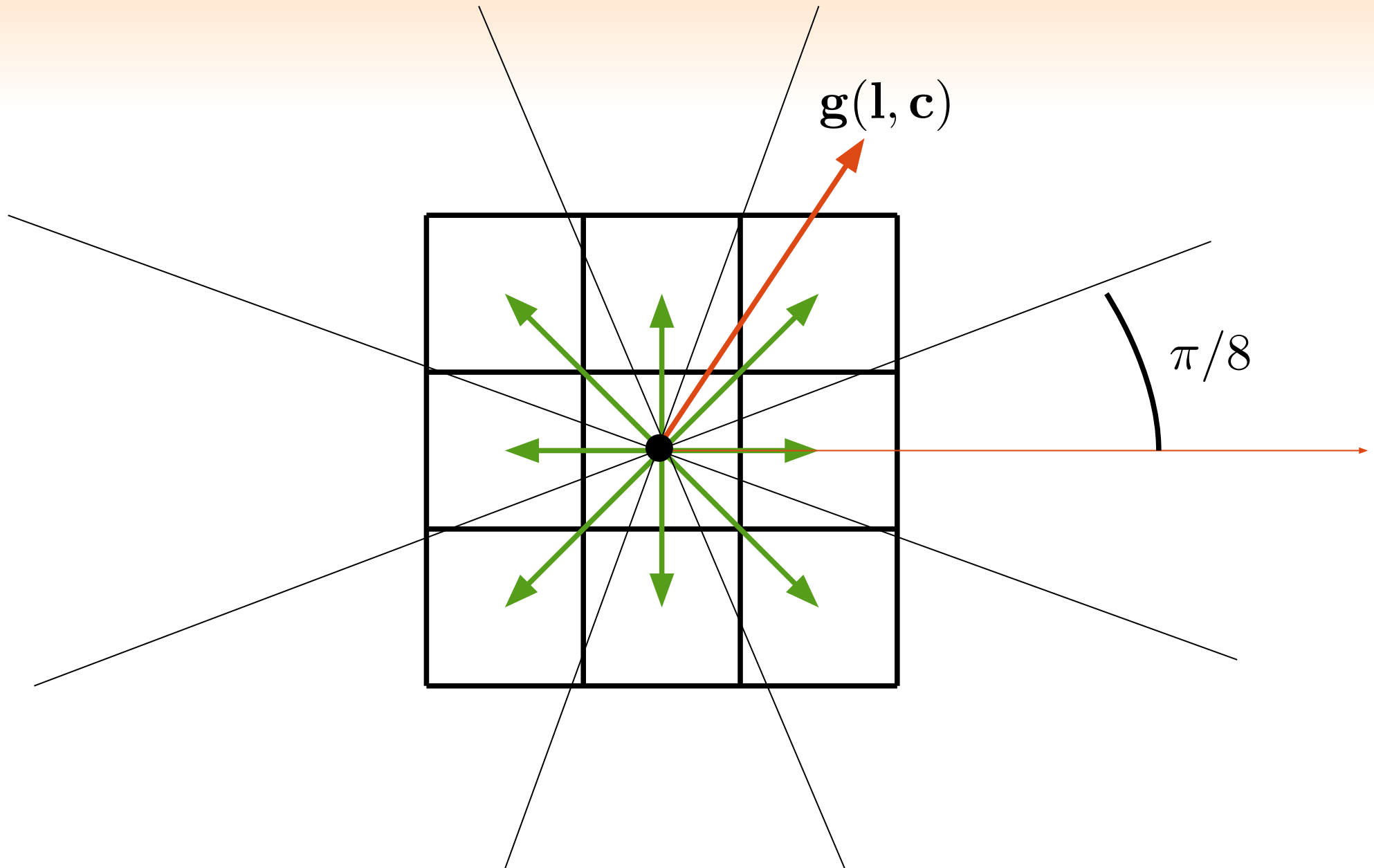
Selection du maximum:

- Condition : maximum ssi module du gradient sur le pixel $>$ module du gradient sur ses voisins dans la direction du gradient

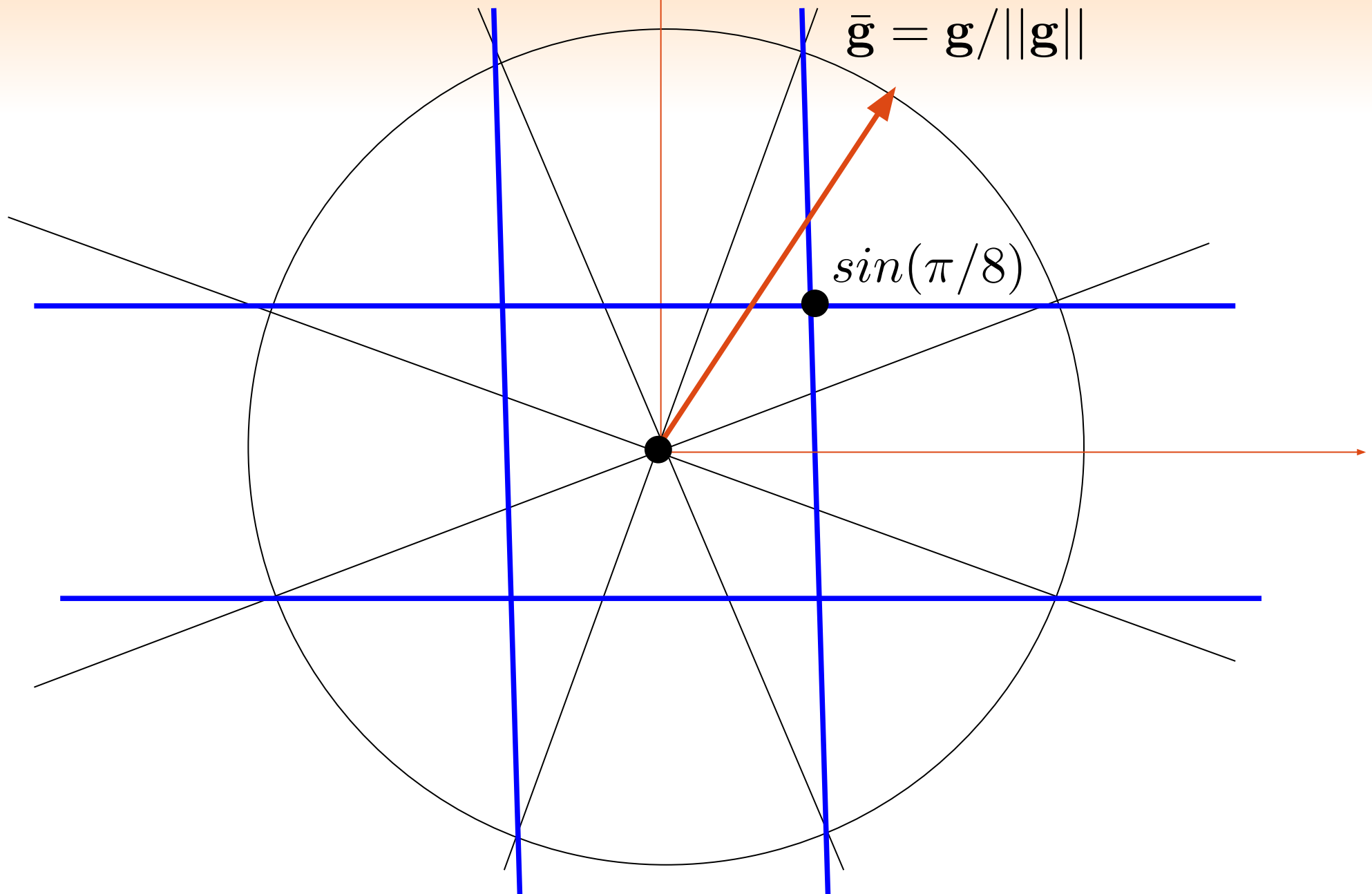


?

Selection du maximum:



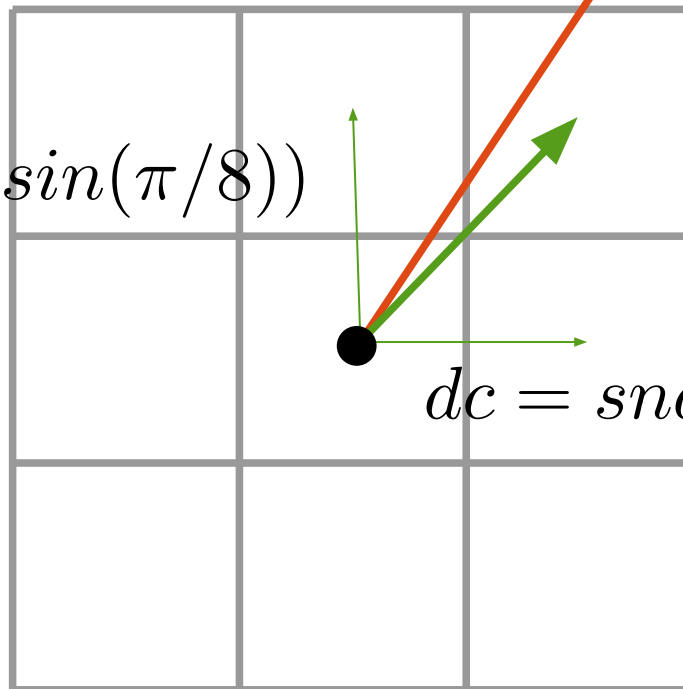
Selection du maximum:



Selection du maximum:

$$\text{snap}(x) = \begin{cases} -1 & \text{si } x < -1 \\ 1 & \text{si } x > 1 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$dl = \text{snap}(\bar{g}_l / \sin(\pi/8))$$

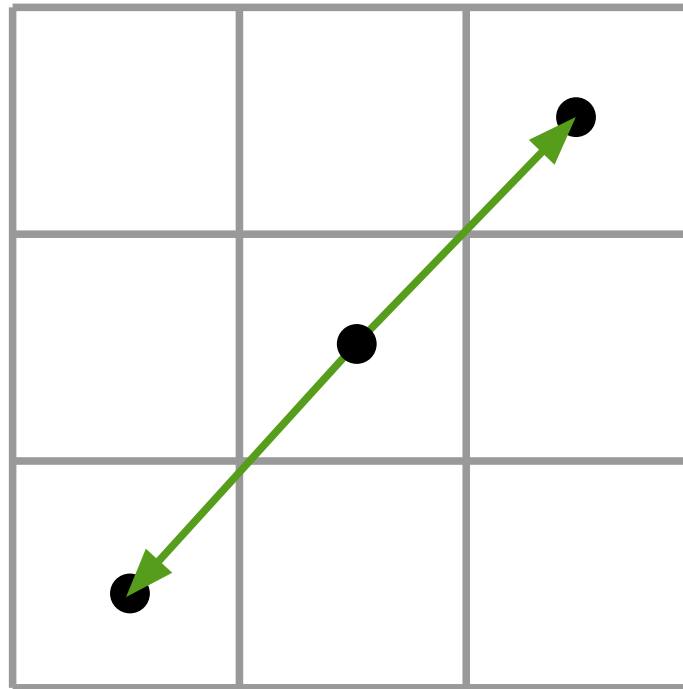


$$dc = \text{snap}(\bar{g}_c / \sin(\pi/8))$$

Selection du maximum:

$$\|\mathbf{g}(l, c)\| > \|\mathbf{g}(l + dl, c + dc)\|$$

$$\|\mathbf{g}(l, c)\| > \|\mathbf{g}(l - dl, c - dc)\|$$



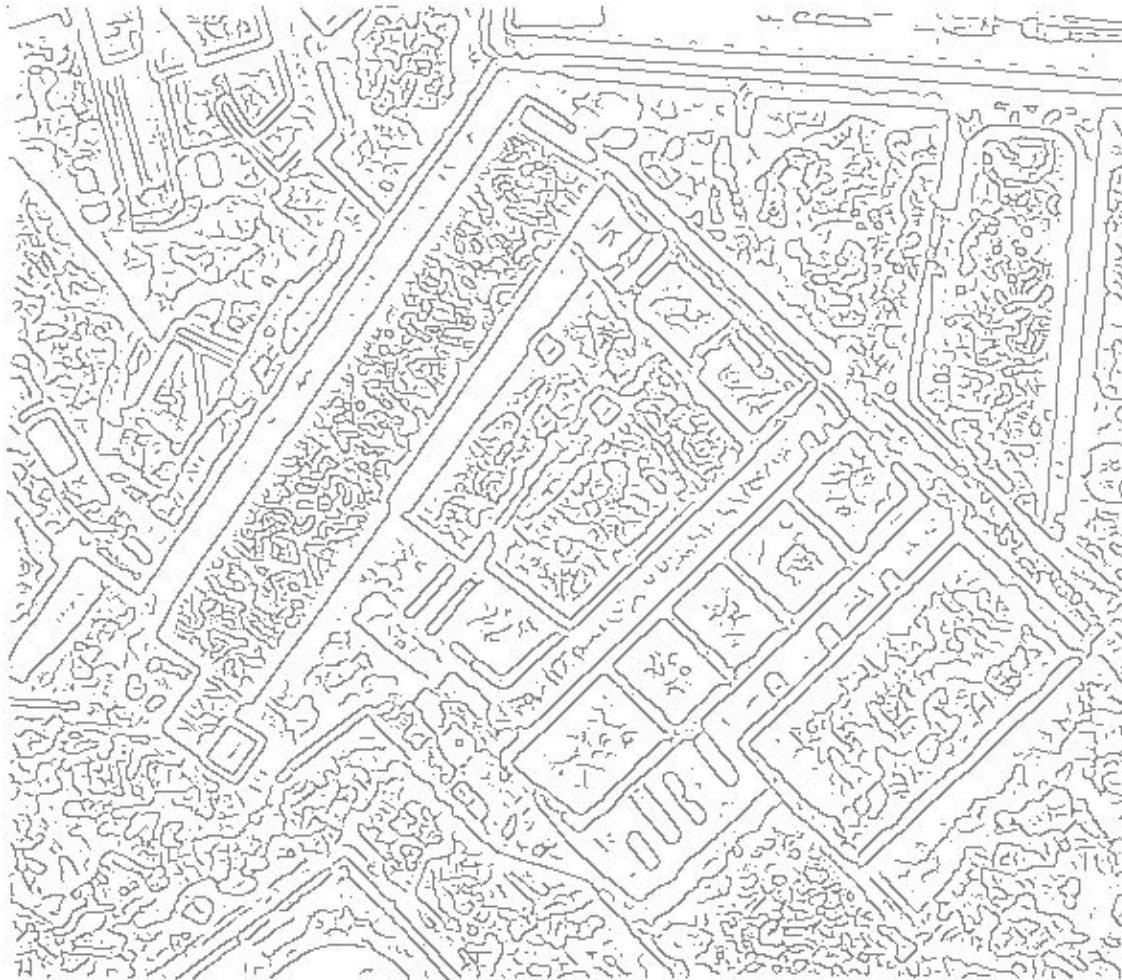
$$\|\mathbf{g}(l, c)\| > \textit{seuil}$$

Selection du maximum: résultat



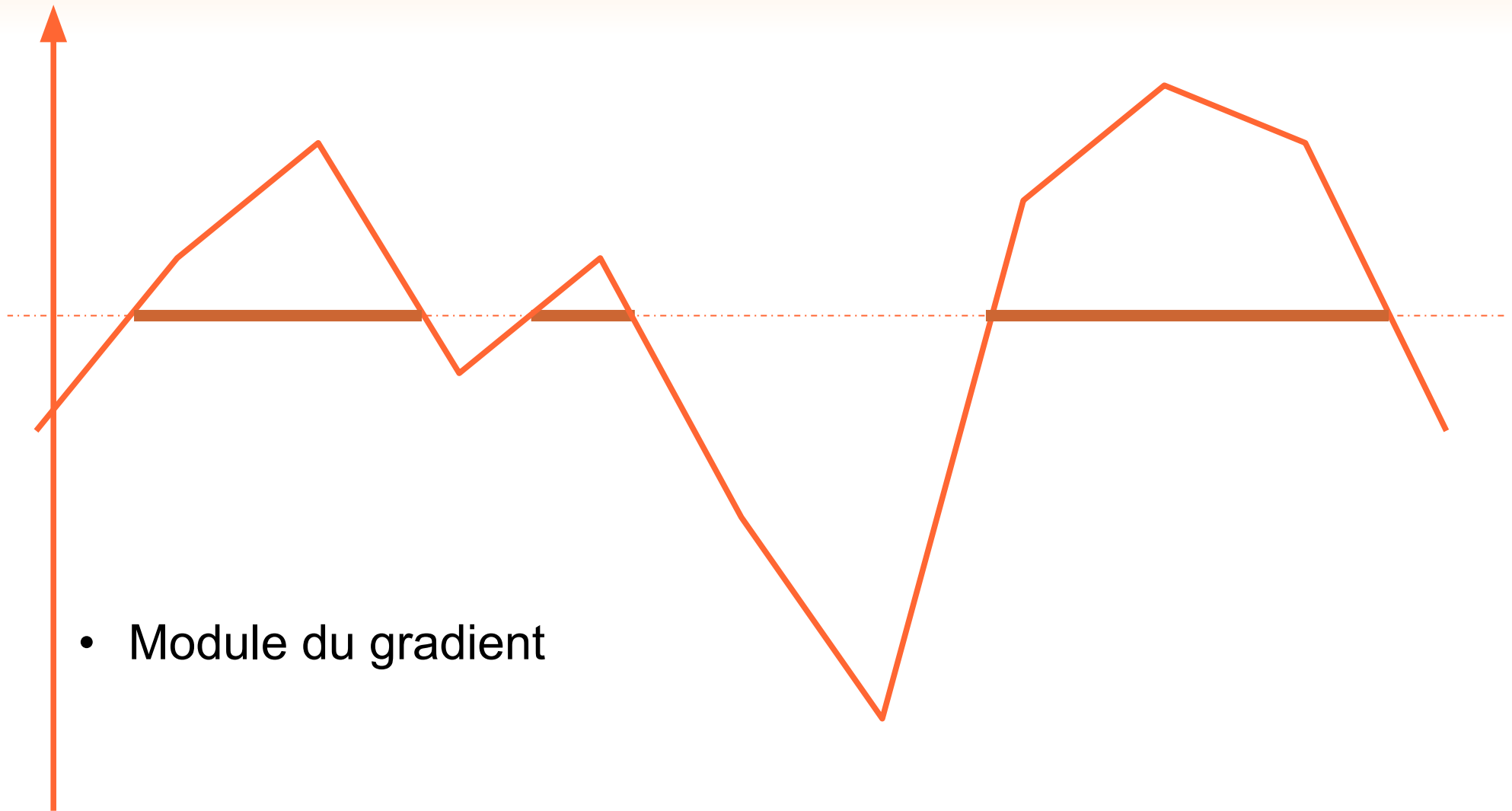
Image originale

Selection du maximum: résultat



Maxima du gradient

Seuillage simple

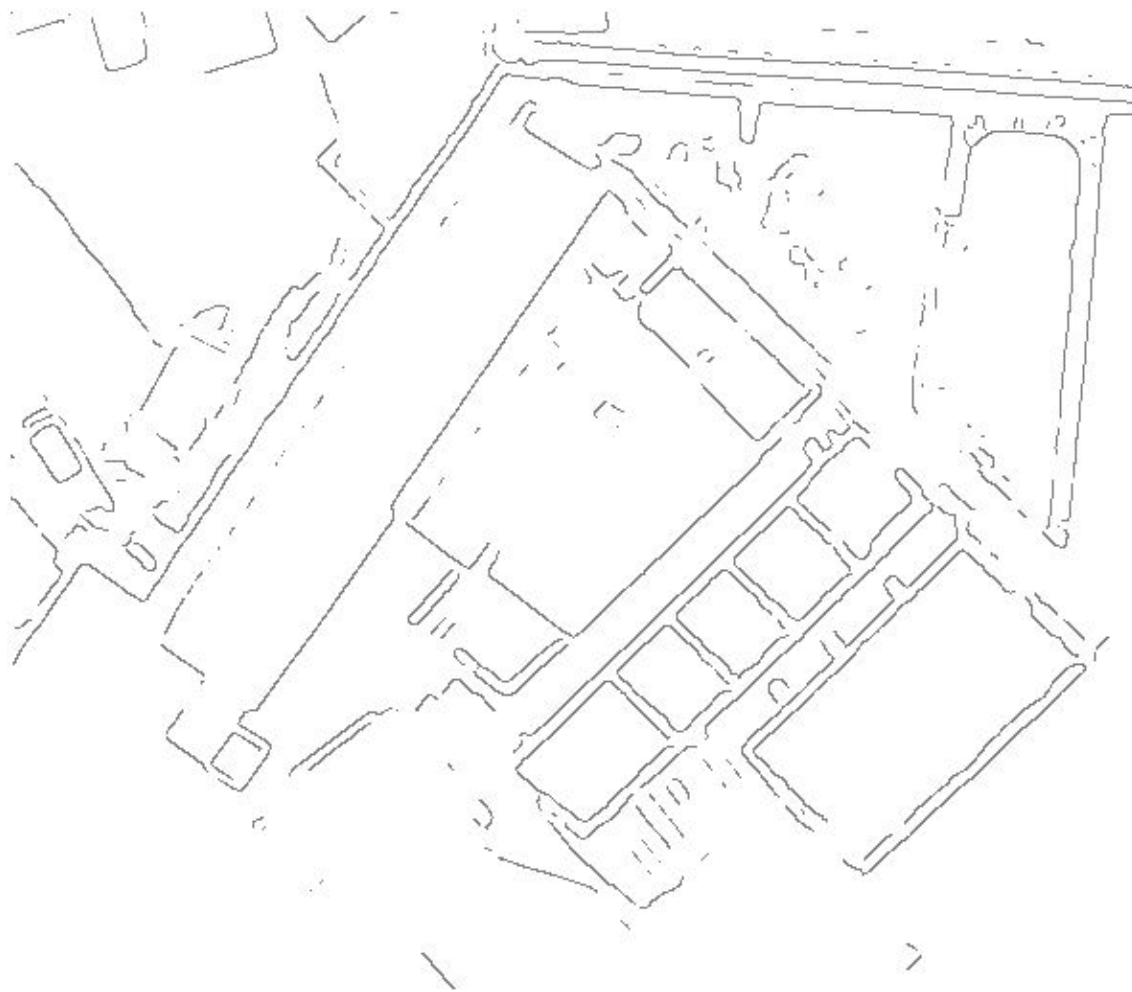


Seuillage simple: résultat



Image originale

Seuillage simple: résultat



Seuillage simple

Seuillage par hystérésis

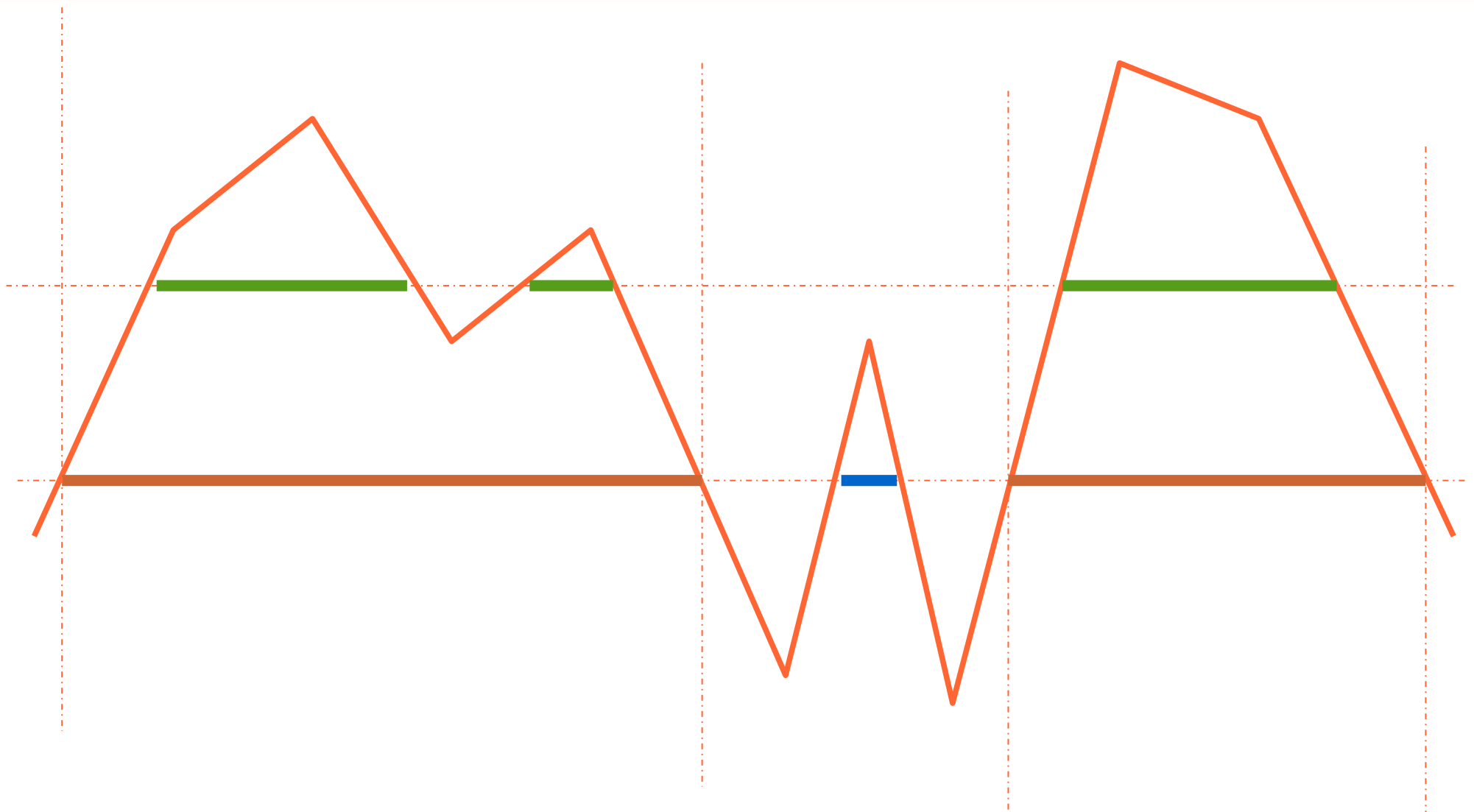
- Idée : favoriser la reconnection des contours :
 - Un contour faible peut connecter des contours forts
 - Dans le cas contraire on peut l'éliminer
- Algorithme
 - Seuiller les pixels de contour par un seuil bas (sur la norme du gradient)
 - Extraire les composantes connexes des pixels de contours
 - Garder les composantes connexes dont au moins un pixel est au dessus du seuil haut

Seuillage par hystérésis

Extraction de composantes connexes:

- Initialisation
 - $ID(p) = -1$ (pas encore traité) pour chaque pixel p de contours
 - $cur_ID = 0$
- Pour chaque pixel p de contours, si $ID(p) = -1$:
 - $ID(p) = cur_ID$ (attribue p à la composante connexe cur_ID)
 - $pixels_a_traiter = voisins\ de\ p$
 - Tant que $pixels_a_traiter$ n'est pas vide:
 - $ID(p) = cur_ID$

Seuillage par hystérésis

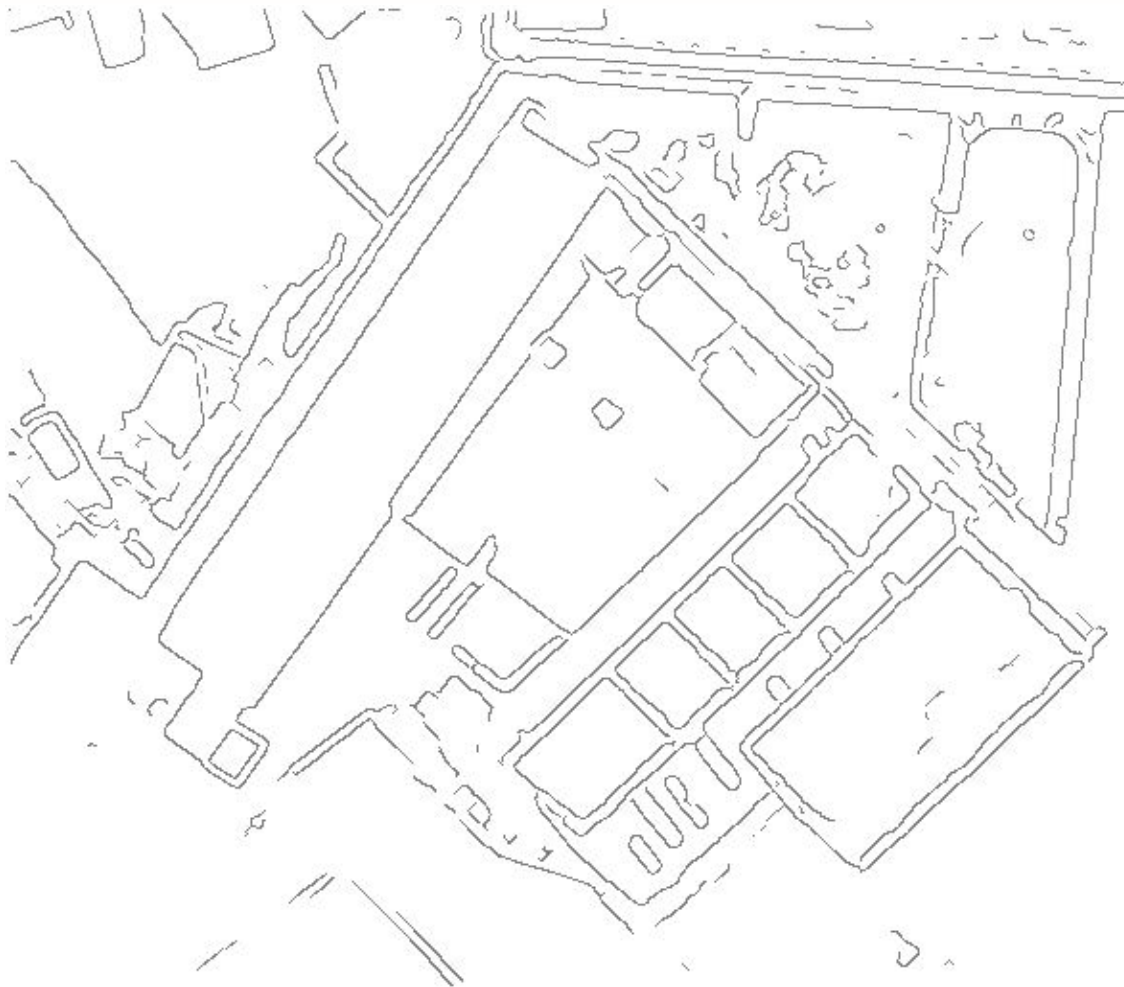


Seuillage par hystérésis: résultat



Image originale

Seuillage par hystérésis: résultat



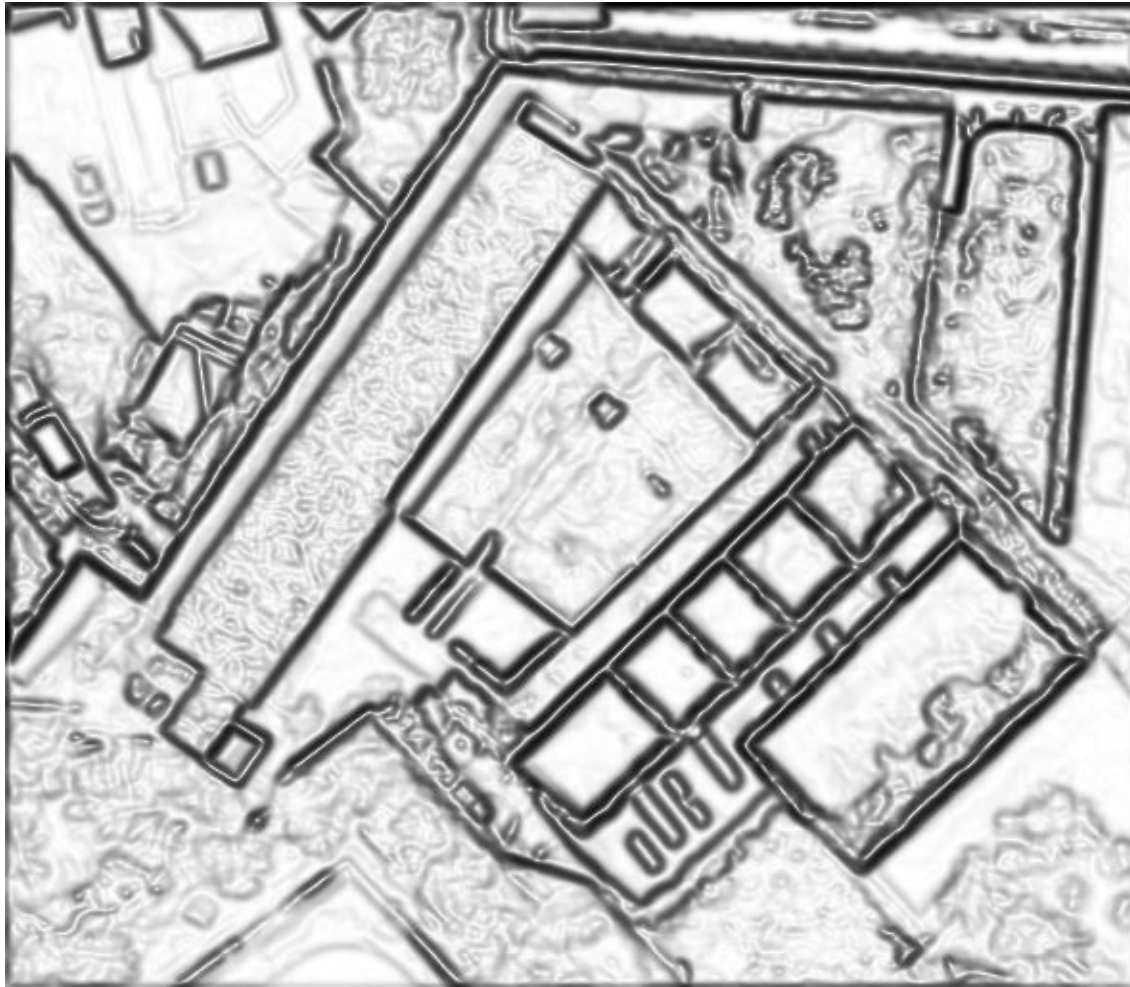
Seuillage par hysteresis

Seuillage par hystérésis: comparaison



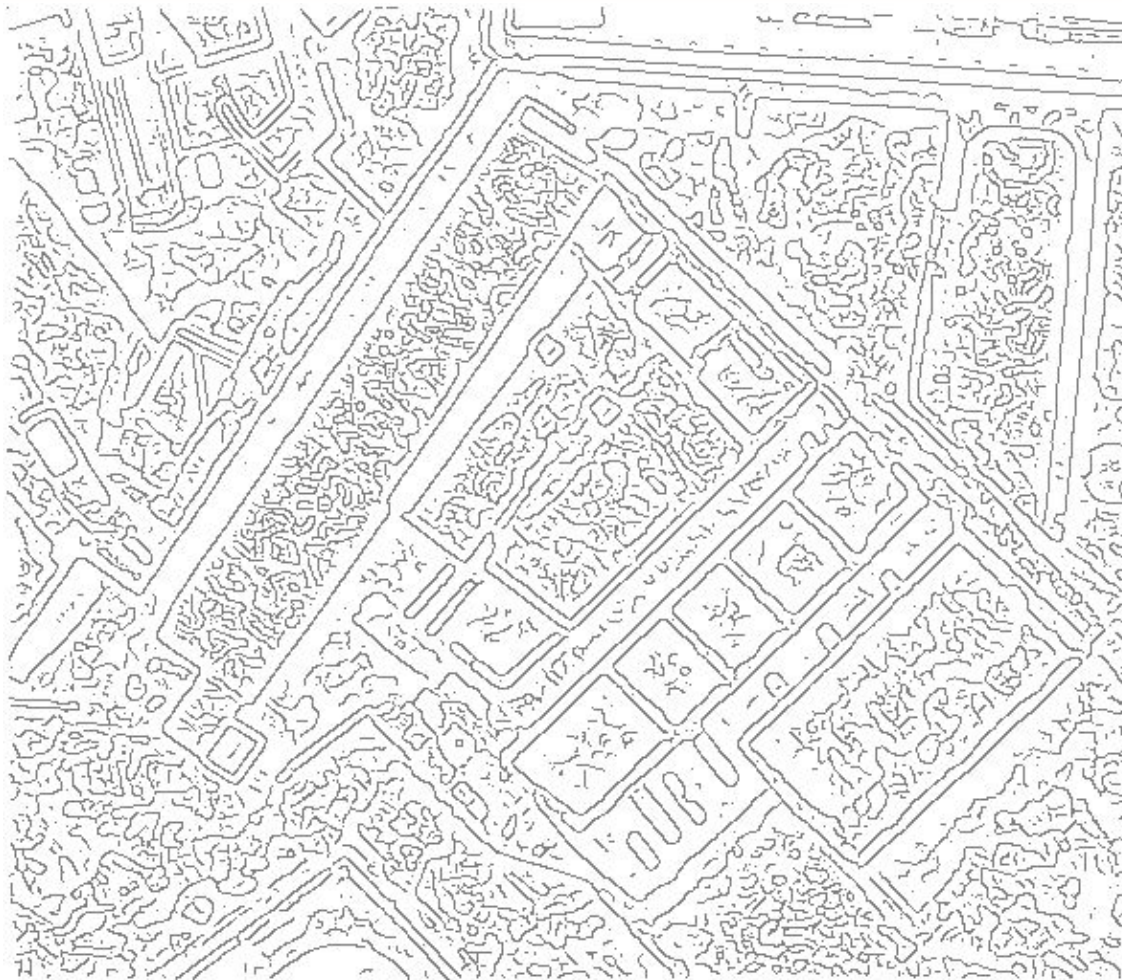
Image originale

Seuillage par hystérésis: comparaison



Module du gradient

Seuillage par hystérésis: comparaison



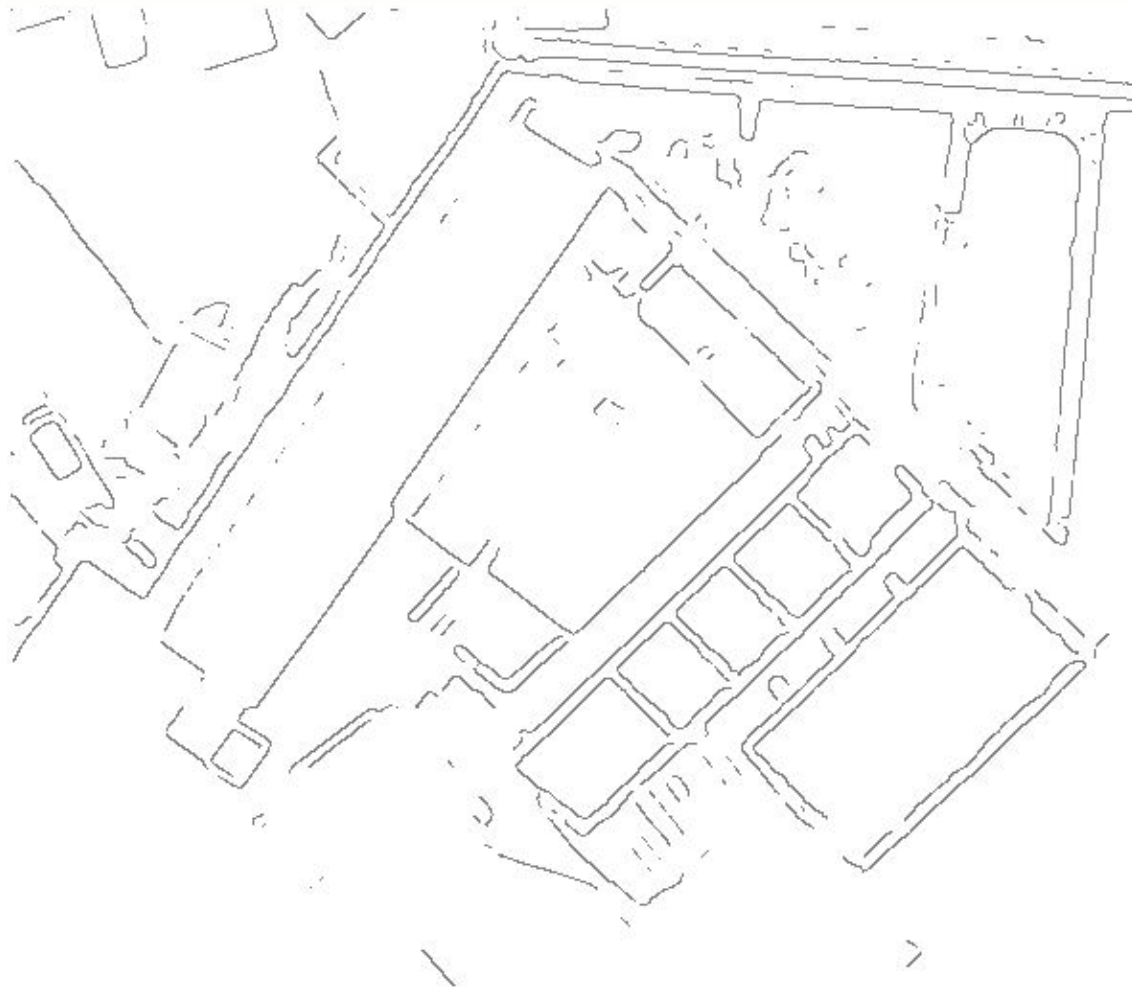
Maxima du gradient

Seuillage par hystérésis: comparaison



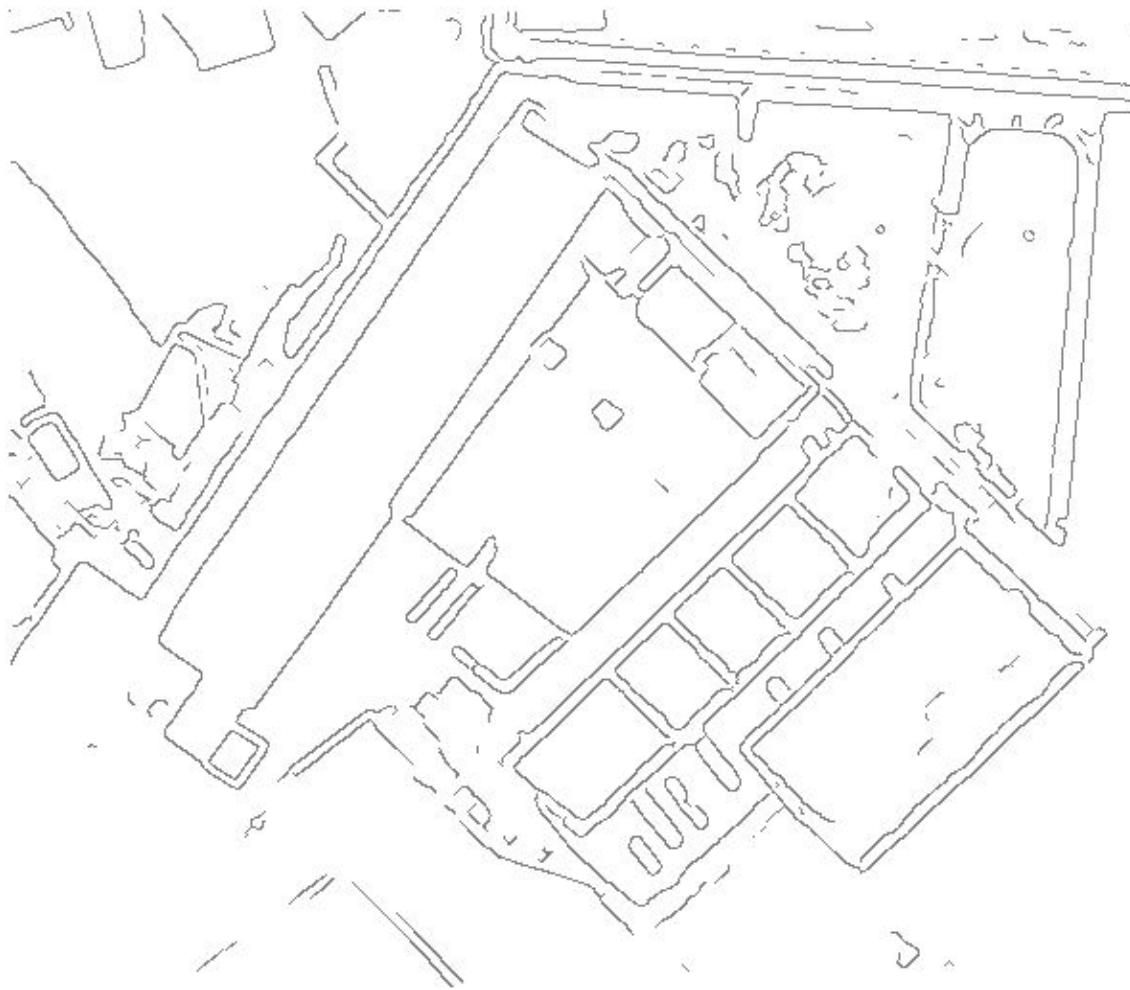
Seuillage simple, seuil=16

Seuillage par hystérésis: comparaison



Seuillage simple, seuil=64

Seuillage par hystérésis: comparaison



Seuillage par hysteresis

Conclusion

- La détection de contour est une étape de la chaîne de traitement d'image très souvent utilisée
- Elle utilise principalement des filtrages à deux niveaux :
 - Filtrage de l'image elle même pour en calculer le gradient
 - Filtrage du gradient pour trouver les contours potentiels
 - Filtrage des contours potentiels pour les reconnecter

Conclusion

- La détection de contour est une étape vers :
 - La segmentation (basée contours)
 - L'appariement d'images
 - La reconnaissance des formes et d'objets structurés
 - L'interprétation (sémantisation, analyse) de scène
 - La reconstruction 3D de primitives linéaires (segments)