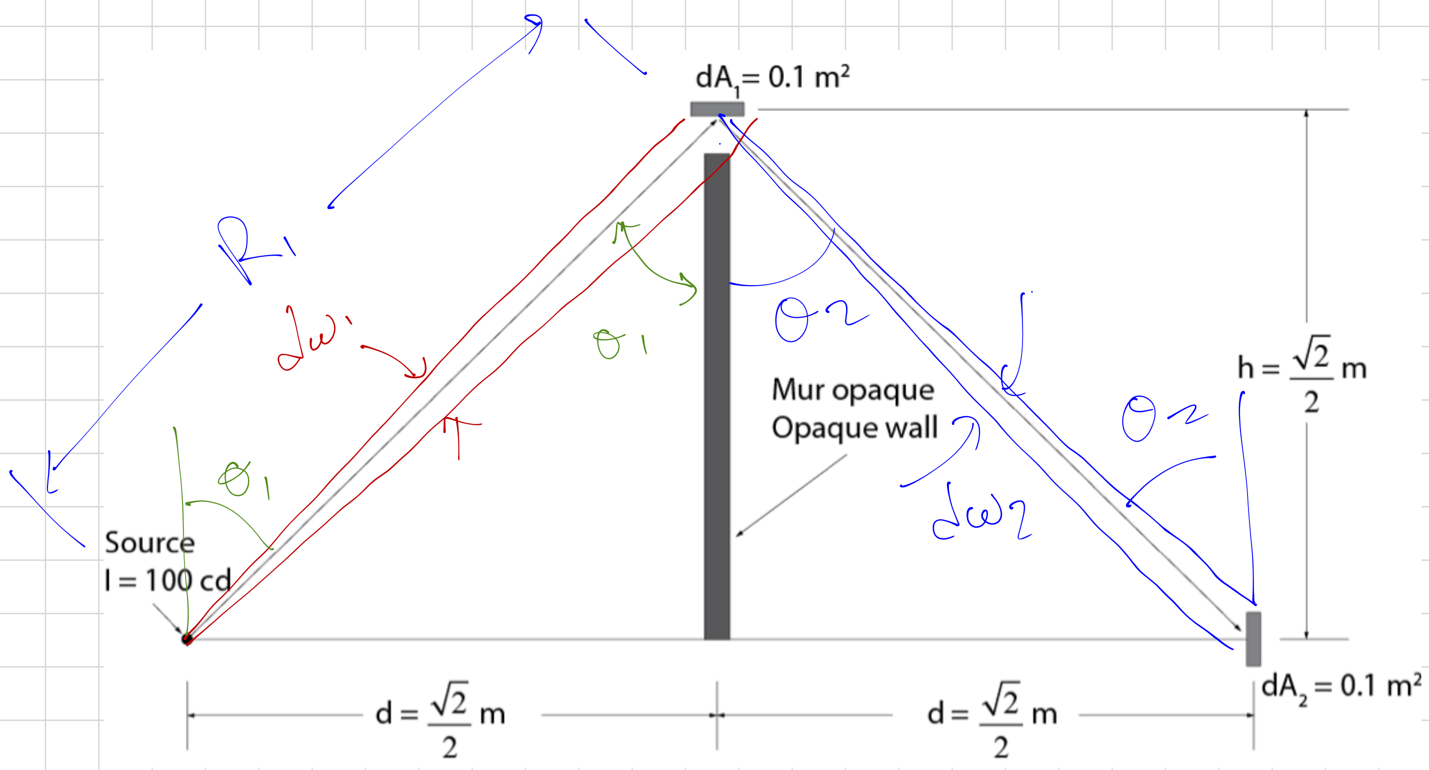
Vision numérique GIF-4100/7001
Trimestre A2016
Second examen partiel - Solution

Question 1) Radiométrie



La première étape consiste à calculer le flux incident sur dA_1. Par définition de l'intensité lumineuse on peut écrire :

$$d\Phi_{dA_1} = I\, d\omega_1 \qquad (1)$$

où l'angle solide $d\omega_1$ est montré sur la figure. Cet angle solide se calcule comme suit :

$$d\omega_1 = \frac{dA_1 \cos\theta_1}{R_1^2} \qquad (2)$$

avec $\cos\theta_1 = h/R_1$ et $R_1 = \sqrt{d^2+h^2}$

L'illuminance sur dA_1 est donnée par $d\Phi_{dA_1}/dA_1$. Avec (1) et (2) on a pour dE_{dA_1} :

$$dE_{dA_1} = \frac{d\Phi_{dA_1}}{dA_1} = \frac{I\, dA_1 \cos\theta_1}{dA_1\, R_1^2}$$

$$dE_{dA_1} = \frac{I \cos\theta_1}{R_1^2} \qquad (3)$$

Avec les expressions de $\cos\theta_1$ et R_1, on peut écrire (3) :

$$dE_{dA_1} = \frac{I\, h/\sqrt{d^2+h^2}}{d^2+h^2} \qquad (4)$$

En utilisant les valeurs numériques pour les différents paramètres, on a :

$$dE_{dA_1} = \frac{100 \times \frac{\sqrt{2}}{2}\Big/\sqrt{(\sqrt{2}/2)^2+(\sqrt{2}/2)^2}}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2+\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = 100 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 50\sqrt{2}$$

$$dE_{dA_1} = 50\sqrt{2}\ \frac{W}{m^2} \qquad (5)$$

Par définition de BRDF, on a :

$$\rho_1 = \frac{dL_1}{dE_{dA_1}} \qquad (6)$$

La luminance L_1 émise par dA_1 vers dA_2 est donc :

$$dL_1 = \rho_1\, dE_{dA_1} \qquad (7)$$

Avec cette illuminance, on peut calculer le flux lumineux dQ_{dA_2} reçu de dA_1 par dA_2 (voir figure pour la géométrie) :

$$dQ_{dA_2} = L_1\, dA_1 \cos\theta_2\, d\omega_2 \qquad (8)$$

Selon la figure

$$\cos\theta_2 = h/R_2\,, \quad R_2 = \sqrt{d^2+h^2} \text{ et } d\omega_2 = \frac{dA_2\cos\theta_2}{R_2^2}$$

En remplaçant ces valeurs dans (8), on trouve :

$$dQ_{dA_2} = L_1\, dA_1 \frac{h}{\sqrt{d^2+h^2}}\, \frac{dA_2}{(d^2+h^2)}\, \frac{h}{\sqrt{d^2+h^2}} = L_1\, dA_1\, dA_2 \frac{h^2}{(d^2+h^2)^2} \qquad (9)$$

L'illuminance sur dA_2 est, en utilisant (9), $dE_2 = dQ_{dA_2}/dA_2$ et donc :

$$dE_2 = L_1 \, dA_1 \frac{\cancel{dA_2}}{\cancel{dA_2}} \frac{h^2}{(d^2+h^2)^2} = L_1 \, dA_1 \frac{h^2}{(d^2+h^2)^2}$$

$$dE_2 = L_1 \, dA_1 \frac{(\sqrt{2}/2)^2}{((\frac{\sqrt{2}}{2})^2 + (\frac{\sqrt{2}}{2})^2)^2} = L_1 \, dA_1 \frac{(2/4)}{1} = \frac{L \, dA_1}{2}$$

Avec les valeurs numériques on trouve

$$dE_2 = 50\sqrt{2} \, P_1 \times 0.1 \times \frac{2}{4}$$

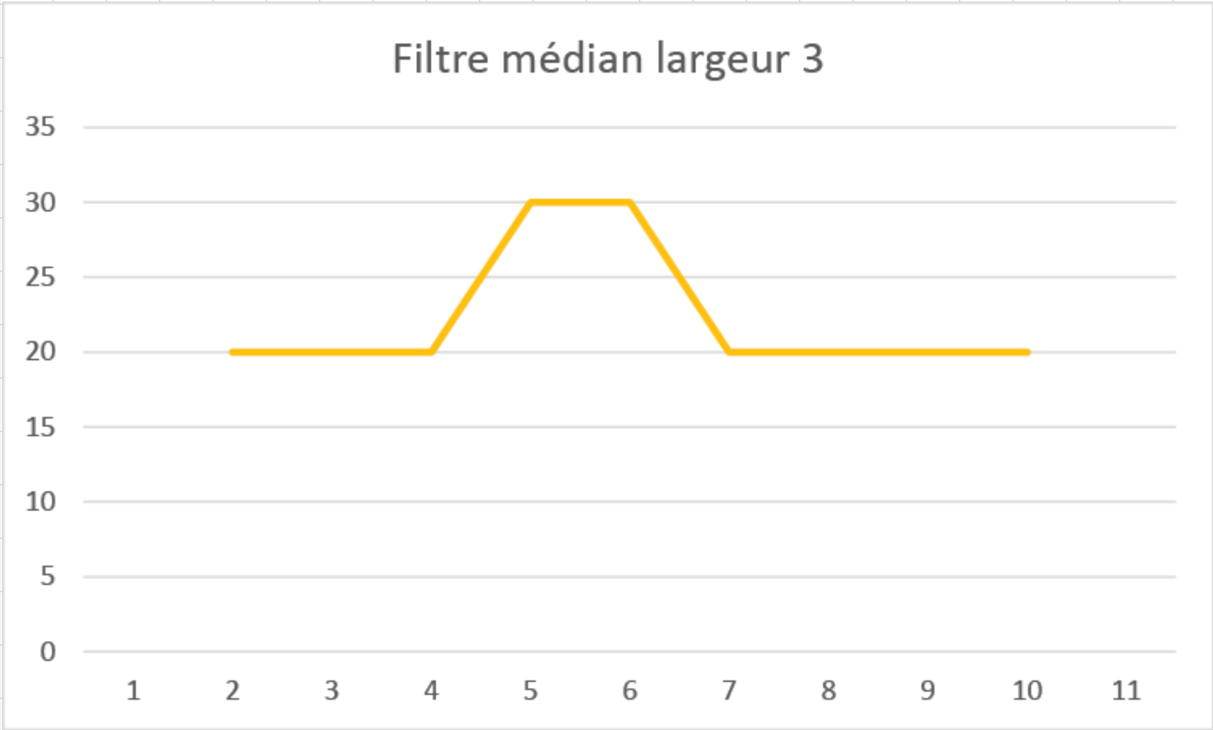
$$dE_2 = 5 \frac{\sqrt{2}}{2} P_1 = 3.54 \, P_1$$

si $dE_2 = 1.77 \Rightarrow P_1 = 1.77/3.54$

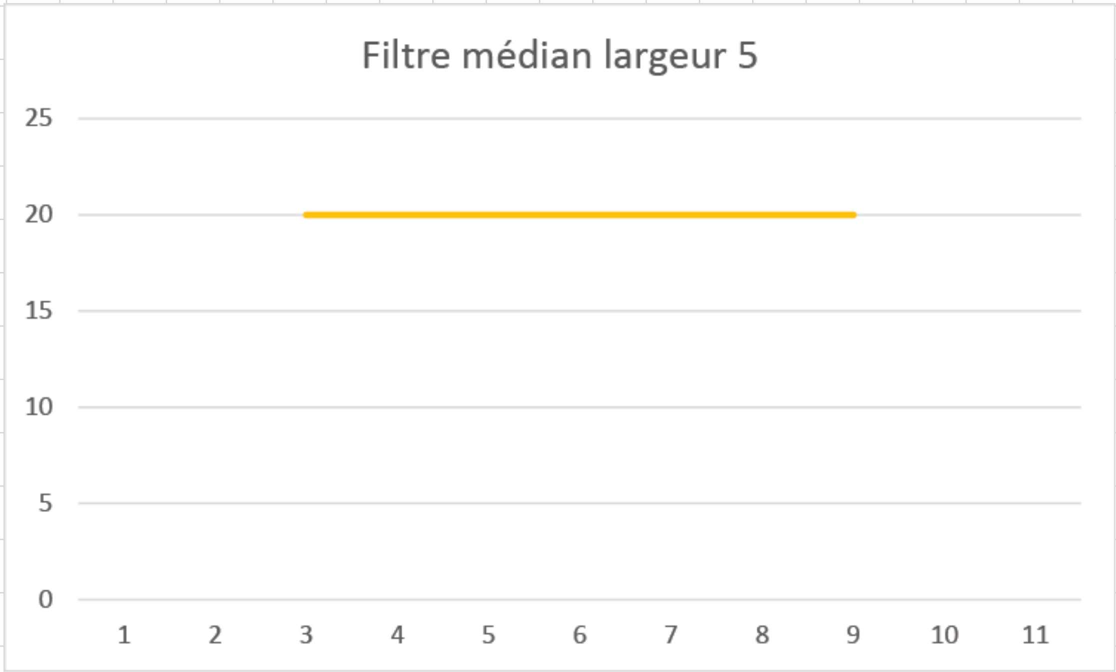
$$\boxed{P_1 = 0.5}$$

Question 2) Filtrage non-linéaire

A)

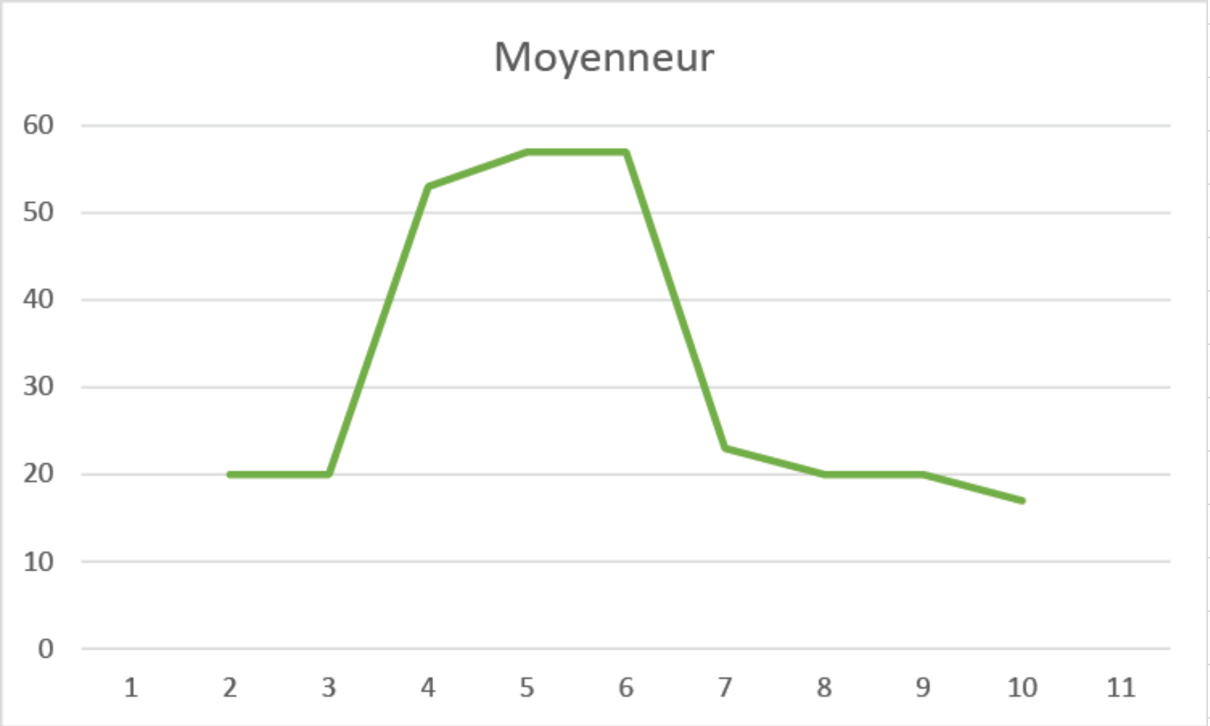


B)



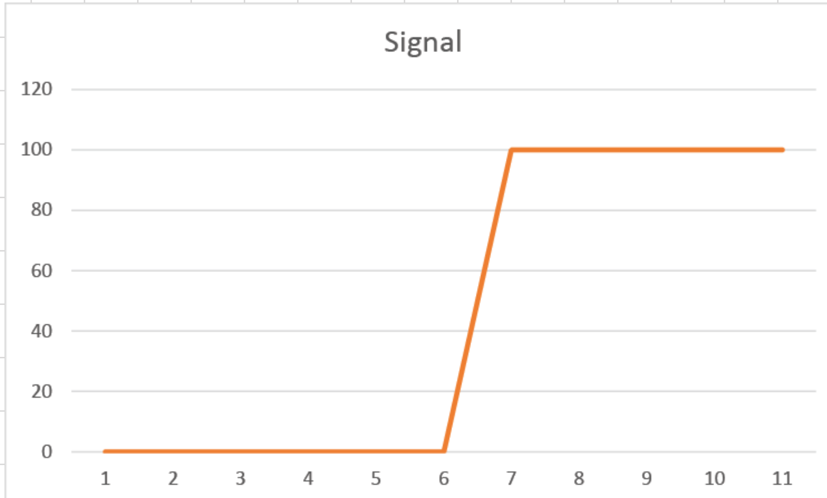
C) Le filtre 1x5 est plus adéquat car la médiane est obtenue avec un plus grand nombre de valeurs.

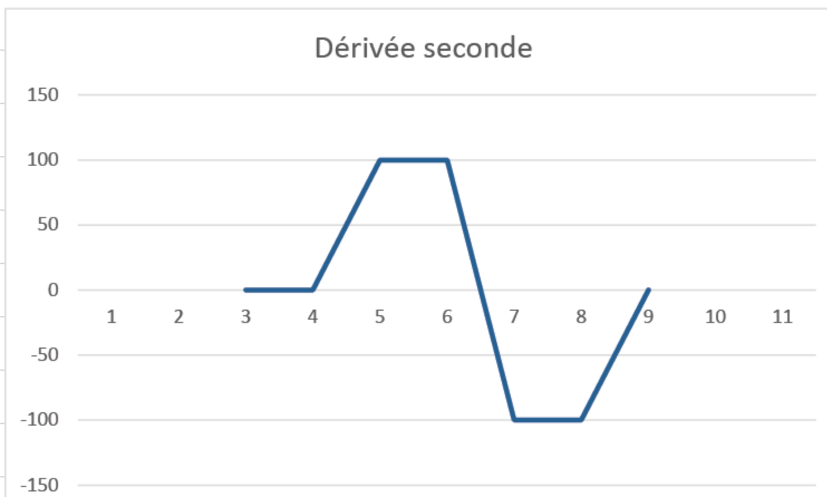
D)



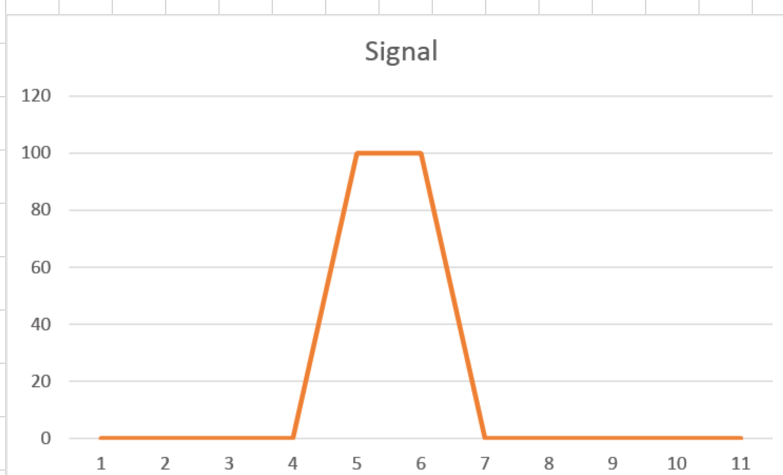
Question 3) Détection de caractéristiques

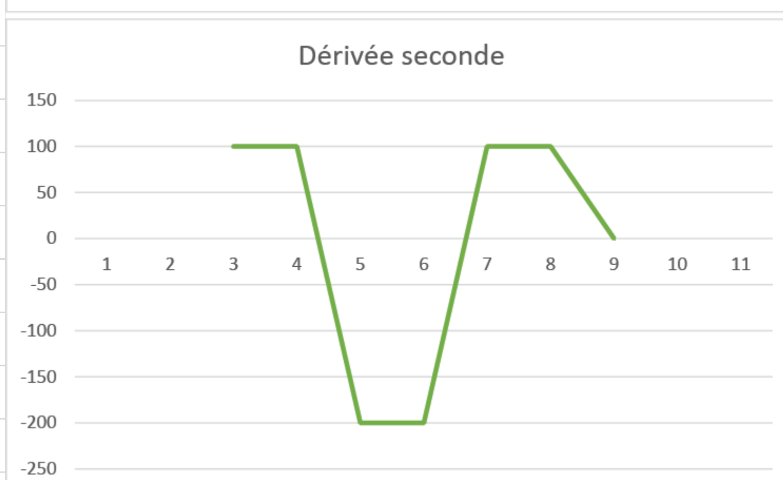
A)



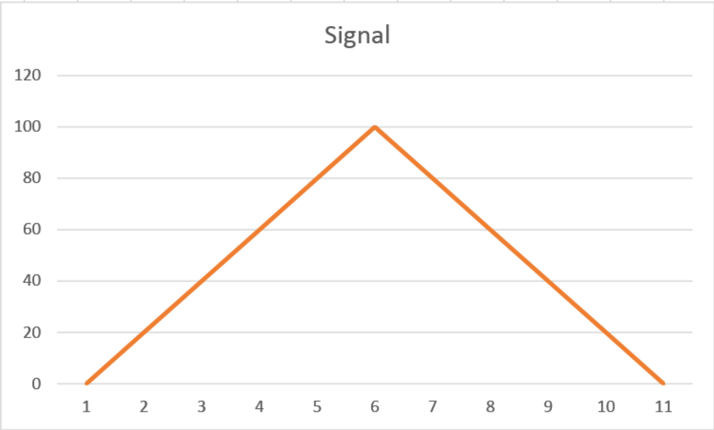


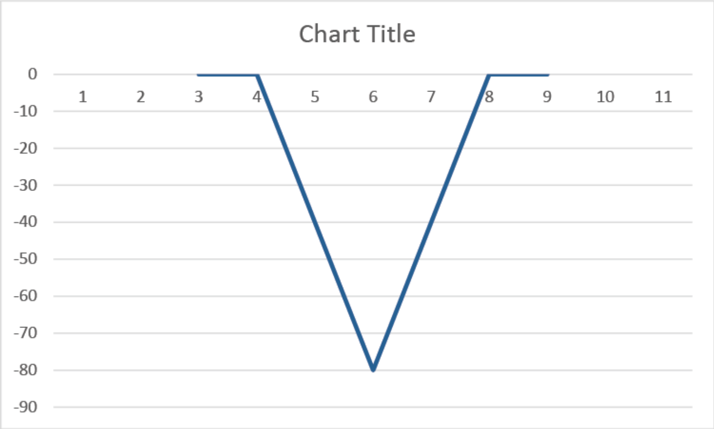
B)





C)





D) Le passage par zéro de la dérivée seconde est efficace pour détecter les arêtes "step" et "line" mais performe mal sur les arêtes de type "roof".

Question 4) Filtrage non-linéaire

L'équation du filtre bilatéral donnée ci-dessous :

$$\hat{I}(u) = K^{-1}(u) \sum_{p \in N(u)} \left[W_c(\|p-u\|) \, W_s(\|I(p)-I(u)\|) \, I(p) \right]$$

Comporte un terme W_s qui tient compte de la distance dans l'espace des intensités en plus d'un terme de distance dans l'espace (W_c). Le terme W_s permet d'éviter de filtrer les régions de l'image se situant près des arêtes et permet par conséquent d'éviter de filtrer celles-ci.

Question 5) Descripteur SIFT

A) Le descripteur est un vecteur normalisé (module 1) contenant les échantillons pondérés par une Gaussienne des orientations du gradient (histogrammes à 8 bins d'orientation) pour un "keypoint". Les orientations sont référées à l'orientation dominante du gradient au "keypoint". Les histogrammes de 8 cellules sont construits sur 16 régions de 4x4 pixels ce qui fait bien 16x8 = 128 cellules pour le descripteur.

B) L'orientation étant calculée par rapport à l'orientation dominante du gradient au "keypoint" rend le descripteur invariant aux rotations.

Le descripteur est construit dans un espace d'échelles et est normalisé, ce qui le rend moins sensible aux changements d'échelle.