

La comète Tchouri

1 - Introduction

Le 12 novembre 2014, la sonde spatiale Rosetta a réalisé l'exploit d'atterrir pour la première fois sur la comète *67P/Tchourioumov-Guérassimenko*, plus communément appelée *Tchouri* Lancée en 2004 par l'ESA, cette sonde aura parcouru $7 \cdot 10^9 km$, atteignant parfois la vitesse de $10 km/s$, avant de se mettre en orbite autour de la comète à une altitude de l'ordre de $100 km$. Au matin du 12 novembre, Rosetta a largué un module servant de laboratoire, nommé Philaé.

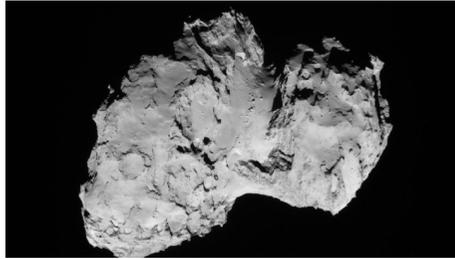


FIGURE 1 – Comète Tchouri

- Masse volumique de Tchouri : $\rho = 400 kg/m^3$
- distance la plus longue : $4,1 km$

2 - Lecture d'image

La fonction suivante `extraction_image(nomFichier)` convertit une image codée en niveau de gris en un tableau numpy de taille $l \times h$.

```
1 import numpy as np
2 from PIL import Image
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 def extraction_image(nomFichier):
6     '''
7     retourne l'image sous forme de tableau
8     '''
9     img = Image.open(nomFichier)
10    return np.array(img)[:,: ,1]
```

L'accès au niveau de gris du pixel de coordonnée i, j est donné par `img[i, j]` ou `(img[i][j])`. La compilation de l'ensemble du fichier `TP_image.py` doit permettre d'afficher la comète dans la première case. En complétant le code au fur et à mesure, les cases devraient se remplir automatiquement.

3 - Questions

Q 1 - L'image est convertie en niveau de gris, chaque pixel est codée sur un octet. Déterminer le nombre de niveaux possibles. En utilisant la fonction `len`, déduire une estimation de la taille de l'espace mémoire pour stocker une image en ko.

Q 2 - Compléter la fonction `plus_clair(img)` pour qu'elle renvoie un tableau dont les niveaux de gris compris entre 10 et 205 sont augmentés de 50.

Q 3 - Définir une fonction `amplitude_niveau` retournant la proportion de chaque niveau de gris. La fonction devra renvoyer une liste `niveau` de 256 valeurs. Par exemple, `niveau[23]=542` signifie qu'il y a 542 pixels dont le niveau de gris est 23.

Q 4 - Définir une fonction `seuillage(img, seuil)` effectuant un seuillage de manière à obtenir une image en noir et blanc : le niveau de gris est 0 si `img[i][j] < seuil` et 255 sinon.

Q 5 - Définir une fonction `surface` qui à partir du tableau `img` décompte le nombre de pixel de valeur correspondant à l'intérieur de la comète.

Q 6 - La détection de contour peut se faire par l'opération de gradient issu de la convolution suivante :

$$abs(img[i + 1][j] + img[i - 1][j] + img[i][j + 1] + img[i][j - 1] - 4 * img[i][j])$$

Définir une fonction `grad` qui renvoie une image dont les pixels non-nuls sont sur le contour uniquement.

4 - Pour aller plus loin...

Q 7 - Définir une fonction `points_countour(img)` qui renvoie une liste des coordonnées des points d'amplitude non-nulle.

Q 8 - Définir une fonction `liste_distance` qui à partir d'une liste $L = [[x_1, y_1], [x_2, y_2], \dots]$ renvoie la liste de toutes les distances possibles $(\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_2 - y_2)^2}, \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_3 - y_3)^2}, \dots)$.

Q 9 - Évaluer la complexité de l'algorithme précédent. En fonction de la taille de la liste obtenue précédemment, pensez vous que l'algorithme puisse être efficace.

Q 10 - Proposer une fonction `reduction_liste` qui élimine tous les points dans une zone centrale de l'image définie par un cercle de rayon R à définir.

Q 11 - Conclure sur la distance la plus longue (en pixel) et en déduire celle de Tchouri sachant qu'un pixel correspond à une distance de $8,4 m$.

1. La méthode `.shape` est également possible.

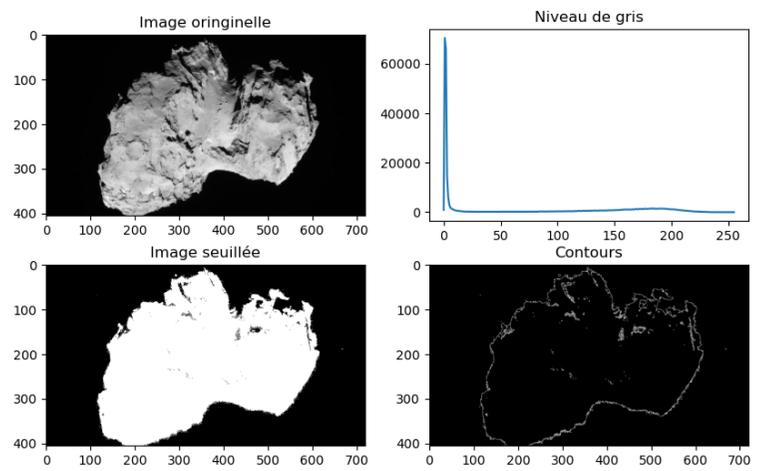


FIGURE 2 – Figures à obtenir