

## TD 5

### « *Traitement radiométrique global par adaptation de l'histogramme à un modèle* »

#### 1. *Histogramme cumulé*

##### a. Calcul de l'histogramme cumulé

Soit  $H(r)$ ,  $r=0..65535$ , l'histogramme d'une image dont chaque pixel est codé sur 16 bits non signés, écrire le programme dans un pseudo-code permettant de calculer l'histogramme cumulé  $H_c$  à partir de  $H$ .

##### b. Recherche de la valeur médiane

Ecrire le programme dans un pseudo-code permettant de calculer la médiane  $r_m$  telle que 50% des pixels sont inférieurs à  $r_m$ . La recherche de la valeur médiane est réalisée à partir de l'histogramme cumulé  $H_c$ .

Raffiner ce programme pour interpoler linéairement une valeur médiane  $\overline{r_m}$  entre les deux plus proches entiers.

#### 2. *Adaptation à un modèle*

##### a. Algorithme d'adaptation

Soient

- $m$  la radiométrie maximale permise par la représentation d'un pixel de l'image originale,
- $H(r)$ ,  $r=0..m$ , l'histogramme de l'image originale,
- $H_c(r)$ ,  $r=0..m$ , l'histogramme cumulé de l'image originale,
- $N$  le nombre de pixels de l'image originale,
- $m'$  la radiométrie maximale permise par la représentation d'un pixel de l'image modèle ( $m'$  peut être différent de  $m$ ),
- $H'(r')$ ,  $r'=0..m'$ , l'histogramme de l'image modèle,
- $H'_c(r')$ ,  $r'=0..m'$ , l'histogramme cumulé de l'image modèle,
- $N'$  le nombre de pixels de l'image modèle ( $N'$  peut être différent de  $N$ ),

Ecrire le programme dans un pseudo-code permettant de construire un tableau  $LUT(r)$ , qui permettrait de transformer la radiométrie des pixels de l'image originale pour que l'histogramme de l'image transformée soit le plus proche possible de l'histogramme  $H'(r)$  de l'image modèle.

b. Modèles de distribution – Distribution uniforme

Ecrire le programme dans un pseudo-code permettant d'initialiser l'histogramme  $H'$  et le nombre d'échantillons  $N'$  d'une distribution uniforme.

c. Distribution uniforme - Statistiques

Soit  $H'(r') = N'/(m'+1)$  la valeur constante d'une distribution uniforme, retrouver mathématiquement la valeur de :

- la moyenne de cette distribution :
- l'écart-type de cette distribution, sachant que  $\sum_{r'=0}^{m'} r'^2 = \frac{m' \times (m'+1) \times (2m'+1)}{6}$

d. Modèles de distribution – Distribution Gaussienne

Ecrire le programme dans un pseudo-code permettant d'initialiser l'histogramme  $H'$  et le nombre d'échantillons  $N'$  d'une distribution gaussienne de moyenne  $\bar{m}$  et d'écart-type  $\sigma$ .

$$\frac{H(r')}{N} = \rho(r') = \frac{1}{\sigma \times \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(r' - \bar{m})^2}{2\sigma^2}}$$

- *Initialisation de  $H'$  :*
- *Calcul de  $H'_C$  :*
- *Normalisation de  $H'_C$  :*

### 3. **Programmation et rapport HTML**

Programmer une application permettant de choisir le modèle mathématique ou le modèle image sur lequel une image est transformée. Pour la distribution gaussienne, l'utilisateur aura la possibilité de fournir la moyenne  $\bar{m}$  et d'écart-type  $\sigma$ . Pour le modèle image, l'utilisateur aura la possibilité de fournir le nom de l'image sur laquelle s'adapter.

- a. Appliquer ces transformations au canal vert de Léna :
- distribution uniforme,
  - distribution Gaussienne ( $\bar{m}=128$  et  $\sigma=16$ ),
  - distribution Gaussienne ( $\bar{m}=128$  et  $\sigma=54$ ),
  - modèle fourni par l'image de New-York.

Dans chaque cas, on présentera l'image, son histogramme, sa moyenne et son écart-type avant et après la transformation.

- c. Trouver la transformation permettant d'obtenir le meilleur rendu (richesse en couleurs) du phytoplancton présent dans l'image MODIS acquise le 23/06/2007 en Atlantique Nord.

#### 4. *Stretching local*

Soit l'image originale (fig. 4.a) montrant le pôle sud de la planète Mars, dont on a calculé les statistiques globales :

	moyenne	écart-type
mars.1	$m_1 = 76.767$	$\sigma_1 = 49.209$
mars.2	$m_2 = 88.983$	$\sigma_2 = 51.296$
mars.3	$m_3 = 113.447$	$\sigma_3 = 55.787$

On a effectué un stretching local portant l'image de sortie (fig. 4.b) à une moyenne  $m_i$  et à un écart-type  $\sigma_i$  ( $i=1,2,3$ ) à partir de statistiques locales mesurées dans une fenêtre statistique de taille  $S \times S$ .

Imaginer un programme capable de retrouver cette taille  $S$  à partir des images source « mars.{1,2,3} » et destination « mars.stl.{1,2,3} » qu'on trouvera sur la page Web du cours.

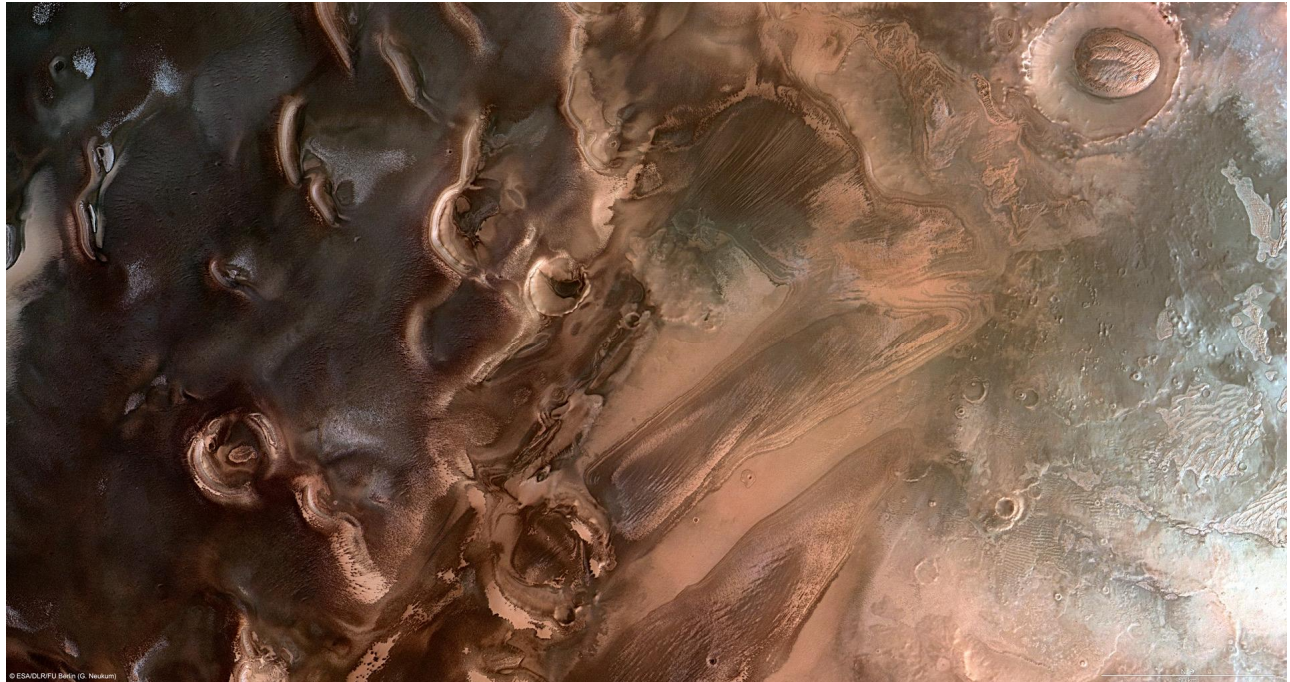


fig. 4.a. - Image originale.

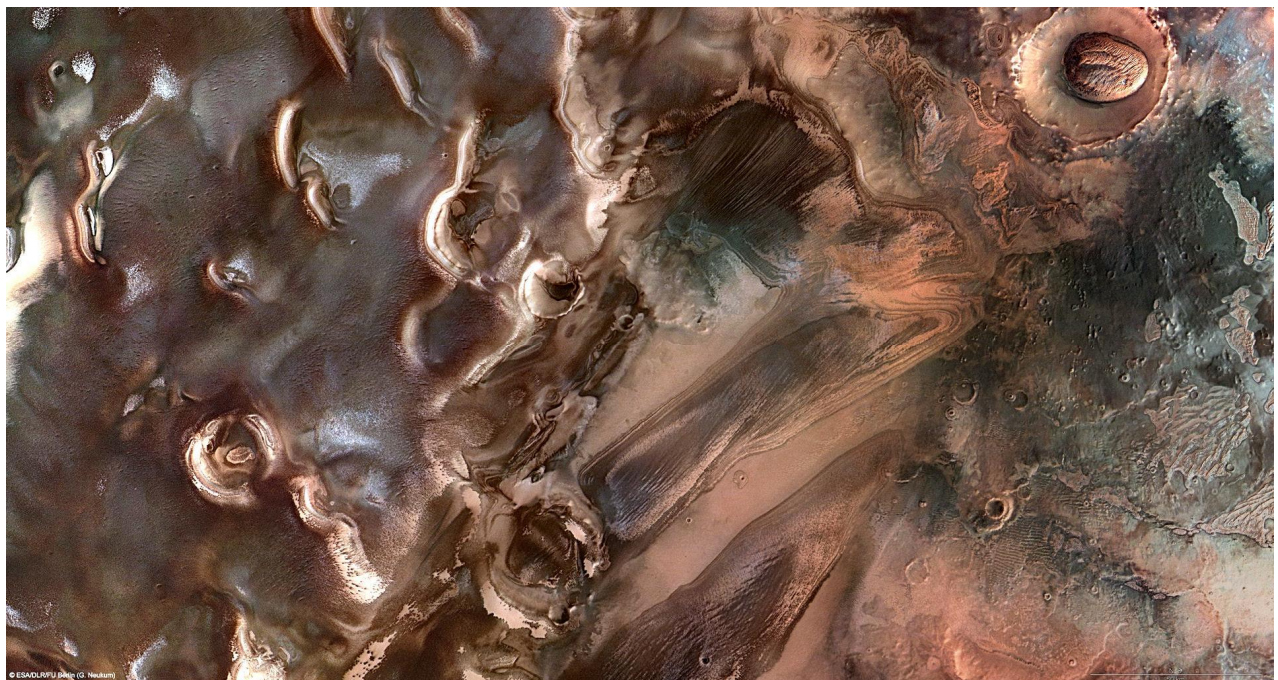


fig. 4.b. – Image après traitement de stretching local de taille  $S \times S$ .