

Compte rendu TP1 - 4IM01

Obeye ESSAADANI, Hussein EL GOUCH

2.1 Analyse des artefacts de sous-échantillonnage

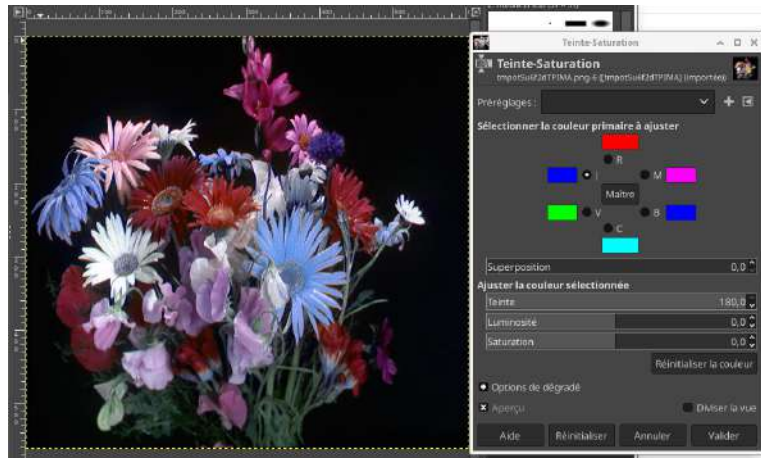
1) Observation comparative



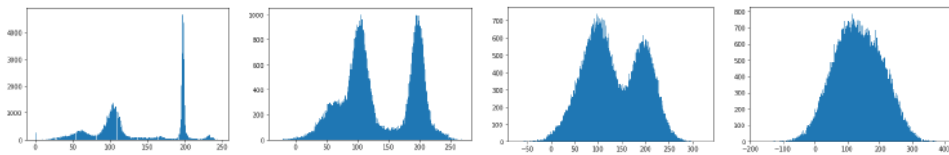
Lorsqu'on agrandit une image dans Gimp, les nouveaux pixels créés sont interpolés à partir des voisins (méthode bilinéaire ou bicubique). Cela permet d'éviter un effet de "pixelisation brute". Pour la réduction par un facteur deux sans filtrage, on observe des artefacts d'aliasing (traits parallèles) car on a simplement pris un pixel sur deux. En revanche, l'image maison-petit.tif n'a pas ces artefacts, ce qui indique qu'un filtrage passe-bas a été appliqué avant sous-échantillonnage.

2.2 Caractéristiques colorimétriques

La teinte correspond à la position angulaire dans l'espace colorimétrique, formant un continuum circulaire où les extrêmes se rejoignent. La saturation quantifie l'intensité chromatique : à +100%, la couleur atteint son intensité maximale, produisant une image vive ; à -100%, la couleur apparaît délavée, perdant de son éclat.



3.1 Modélisation probabiliste des niveaux de gris



Les niveaux de gris d'une image peuvent être interprétés comme les réalisations d'une variable aléatoire dont la distribution est estimée par l'histogramme. Ce dernier constitue une approximation discrète de la densité de probabilité des intensités. L'ajout d'un bruit gaussien équivaut mathématiquement à convoluer l'histogramme initial avec une gaussienne, propriété découlant du fait que la densité de la somme de variables aléatoires indépendantes correspond à la convolution de leurs densités respectives. Ce principe explique la transformation observée sur l'histogramme de l'image `maison.tif`.

3.2 Effets des transformations de contraste

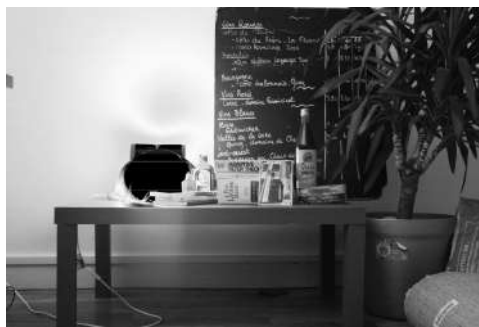
L'application de fonctions croissantes préserve la structure globale de l'image en maintenant l'ordre relatif des niveaux de gris : les pixels initialement sombres restent sombres, et les pixels clairs restent clairs, modulant uniquement le contraste. En revanche, une transformation non monotone peut altérer radicalement la perception visuelle en inversant localement les relations d'intensité, rendant l'interprétation difficile pour le système visuel humain.

3.3 Optimisation par égalisation d'histogramme



L'égalisation d'histogramme appliquée à l'image `sombre.jpg` a notablement amélioré son contraste via une redistribution des niveaux de gris. L'éclaircissement des zones obscures et l'uniformisation de l'histogramme, avec atténuation des pics initiaux, ont optimisé l'utilisation de la plage dynamique. L'histogramme cumulé approchant une fonction linéaire, cette technique a révélé des détails précédemment masqués tout en équilibrant l'image.

3.4 Harmonisation d'images par prescription d'histogramme



La différence absolue entre les images u et v met en évidence des écarts de luminance et contraste imputables à leurs temps d'exposition distincts. Après prescription de l'histogramme de u sur celui de v (image u_{new}), la différence avec v devient négligeable, attestant de leur similarité photométrique. Pour les images RAW, une approche plus directe consiste à multiplier u par le

rapport t_v/t_u des temps d'exposition, exploitant la linéarité de la réponse du capteur.

```
histo, bins = np.histogram(im.reshape((-1,)), bins=np.arange(257))
histo = histo / histo.sum()
cdf = histo.cumsum()
im_eg = cdf[im] * 255
im_eg = im_eg.astype(np.uint8)
```

3.5 Quantification avec dithering



Sans bruit : La quantification sur 2 niveaux entraîne une perte drastique d'information, avec disparition de textures (briques, toit) et simplification excessive des détails.

Avec bruit : L'adjonction d'un bruit aléatoire avant quantification améliore la restitution des détails. Bien que limitée à deux niveaux, l'image perçue présente des nuances intermédiaires par un mécanisme de moyenne visuelle (dithering) où le cerveau intègre les points dispersés.

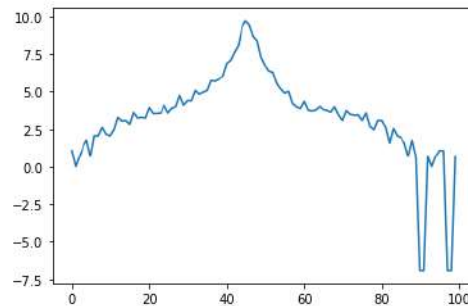
Modélisation : Pour un pixel d'intensité k , bruité par $n \sim \mathcal{N}(0, \sigma)$ puis seuillé à s , la probabilité d'assignation au blanc est :

$$P(k + n > s) = \int_{s-k}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx = g(k)$$

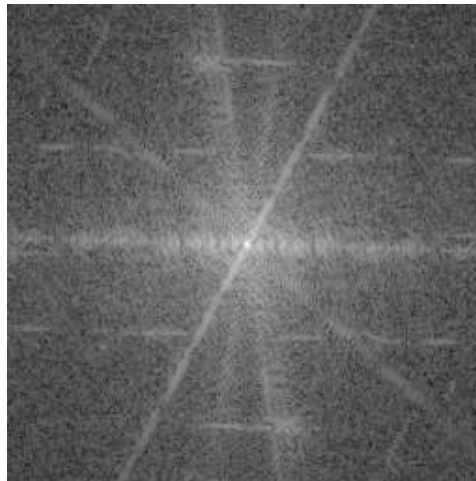
Interprétation : Les pixels proches du seuil présentent une classification aléatoire, tandis que ceux éloignés sont correctement assignés. Le bruit atténue les artefacts de quantification binaire.

3.6 Statistique des gradients naturels

L'analyse logarithmique des histogrammes de gradient révèle une distribution caractéristique en pic étroit décroissant rapidement, typique des images naturelles ("effet ciel bleu"). Cette configuration reflète la prédominance des régions homogènes où les gradients sont faibles, les fortes variations (contours) étant statistiquement rares. L'utilisation de pixels plus distants élargirait cette distribution.



4.1 Analyse spectrale et prétraitements



La transformation logarithmique du module de la transformée de Fourier (option 2) permet une visualisation équilibrée du spectre, contrairement à l'option 1 où la dominance des basses fréquences sature le centre. La fenêtre de Hamming, en atténuant progressivement les bords, supprime les artefacts de discontinuité (croix lumineuses spectrales). Le sous-échantillonnage peut induire un repliement spectral (aliasing) par translocation des hautes fréquences.

4.2 Comparaison de filtres passe-bas

Le filtre passe-bas idéal supprime les hautes fréquences (zone noire périphérique spectrale) mais génère des ondulations (effet Gibbs) par convolution avec un sinus cardinal, résultant de sa discontinuité fréquentielle. Un assombrissement accompagne la perte énergétique haute fréquence. Le filtre gaussien, par sa décroissance lisse, élimine ces artefacts tout en atténuant progressivement les hautes fréquences, préservant la qualité visuelle.