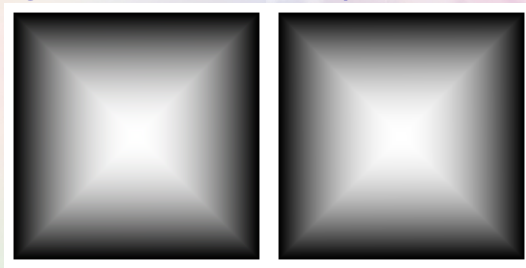


Extension des pseudo-gris pour la visualisation d'images scalaires sur des périphériques d'affichage couleur à faible profondeur de bits.



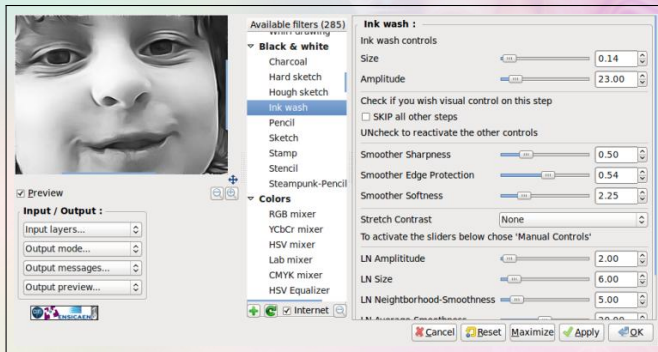
David Tschumperlé, Patrick David, Olivier Lezoray
Image Team, GREYC / CNRS (UMR 6072), Caen / France

Journée GDR ISIS, Paris / France, June 2013



- Logiciel open-source **G'MIC** pour le traitement d'images développé dans l'équipe IMAGE du **GREYC** / CNRS UMR 6702.
- Communauté d'artistes numériques assez développée : **illustrateurs, photographes, retoucheurs d'images de tous poils.**

<http://gmics.sourceforge.net>



- Problème soulevé par un photographe spécialisé dans le rendu N&B :

⇒ Ils regrettent le temps de la photographie argentique !

- Tous les logiciels de retouche photos (couleurs) génèrent des photos N&B **en niveaux de gris purs** ($R = V = B = Y$).
 - La visualisation de ces images se fait usuellement en **8 bits / composante** (écran d'ordinateur).
 - On ne visualise donc “que” **256 niveaux de** gris (même si les données sont de précision supérieure, par ex. en 16bits/composante).
- ⇒ Un oeil averti peut apercevoir des **“banding effects”** dans des zones précises de l'image, en particulier après des post-traitements (contraste local).
- ⇒ On ne dispose pas de la **richesse de teintes d'une photo N&B argentique**, ou les gris ne sont pas parfaitement gris !

- **Objectif** : Générer des rendus de photos N&B spécifiquement pour les périphériques d'affichage quantifiés.

⇒ Essayer de réduire l'effet de luminance quantifiée perçue.
⇒ Se permettre d'utiliser des gris **non purs** pour cette visualisation.

- **Méthode** : Utiliser des couleurs *presques grises* pour enrichir la variété de teintes utilisables.

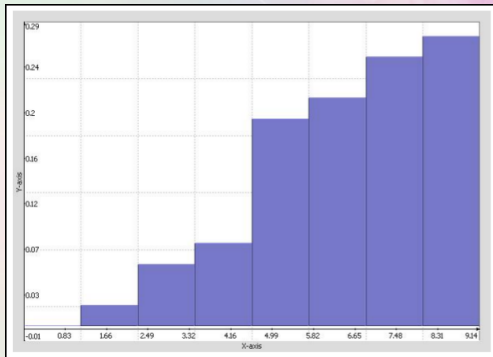
⇒ S'inspirer des méthodes de Bit-stealing [Tyler-et al:92] et PseudoGrays [Franzen:99].

- **Idée** : Insertion de 6 **teintes colorées** entre deux niveaux de gris “purs” consécutifs.

(V, V, V)	(gris pur)	
$(V, V, V + 1)$	(pseudo-gris)	
$(V + 1, V, V)$	(pseudo-gris)	
$(V + 1, V, V + 1)$	(pseudo-gris)	
$(V, V + 1, V)$	(pseudo-gris)	
$(V, V + 1, V + 1)$	(pseudo-gris)	
$(V + 1, V + 1, V)$	(pseudo-gris)	
$(V + 1, V + 1, V + 1)$	(gris pur)	

- ⇒ Nouvelles teintes, triées par luminance croissante.
- ⇒ Au final, on dispose d'une palette de $255 \times 7 + 1 = 1786$ teintes *grises ou pseudo-grises*.

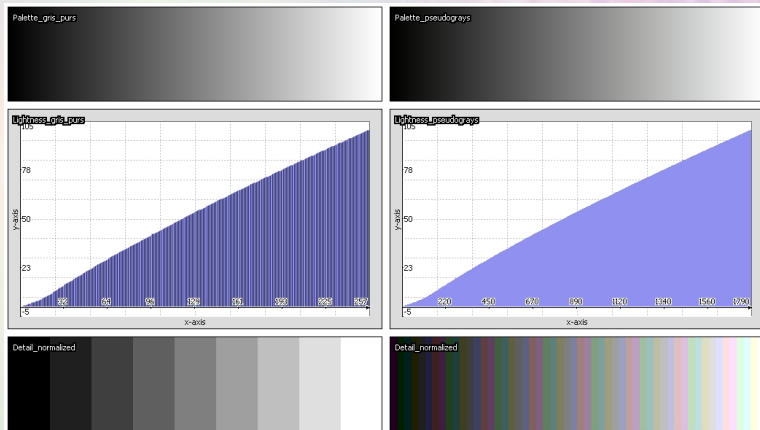
- Courbe de luminance (L de Lab) entre deux teintes intermédiaires ($V = 128$) :



- Pour le rendu, l'image d'entrée (scalaire, à haute précision) est quantifiée en 1786 niveaux, et mappée en utilisant la palette de couleurs des pseudo-grays

⇒ Image couleur 8bits/canal où la luminance perçue est moins quantifiée.

- Palette gris purs (256) / Palette des pseudo-gris (1786) :



- Gris purs (256) / Pseudo-gris (1786) :

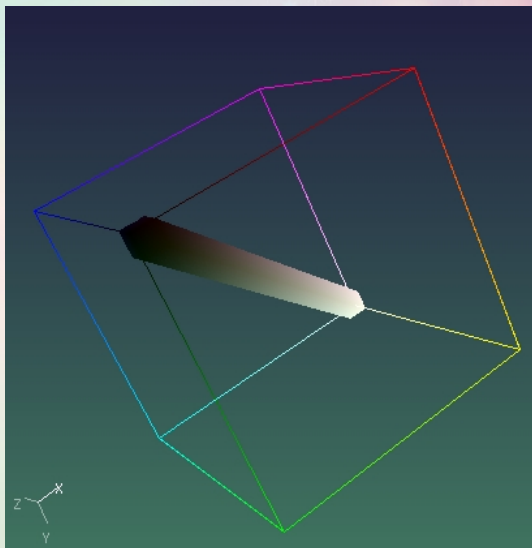


⇒ **Problème** : Le mapping en couleur ne préserve pas la luminance perçue.

- Augmenter le nombre de teintes de pseudo-gris (avec des incréments pouvant être supérieurs à +1).
- Mieux gérer le mapping final en préservant la luminance perçue.

- Construction globale de la palette : On génère l'ensemble des couleurs $C = (V + a, V + b, V + c)$ où $V \in [0, 255]$ et $a, b, c \in [0 \dots N]$, et on les trie par luminance croissante.
- Palette PG_0 (256 entrées) $\rightarrow$ palette des gris purs.
- Palette PG_1 (1786 entrées) $\rightarrow$ palette des pseudo-gris originale.
- Palette PG_2 (4834 entrées), PG_5 (22966 entrées), PG_{10} (82426 entrées).
- Palette PG_{20} (292128 entrées)





- Quand est-ce qu'un pseudogris ne ressemble plus à un gris ?

- Dans un second temps, on enlève les entrées de PG_N qui ne vérifient pas les deux contraintes suivantes :
 - ① Une couleur C de PG_N doit “ressembler” à un gris pur théorique D qui aurait la même luminance que C .

$$\Delta_E = \sqrt{(L_C - L_D)^2 + (a_C - a_D)^2 + (b_C - b_D)^2} < JND$$

c-à-d

$$\sqrt{a_C^2 + b_C^2} < JND$$

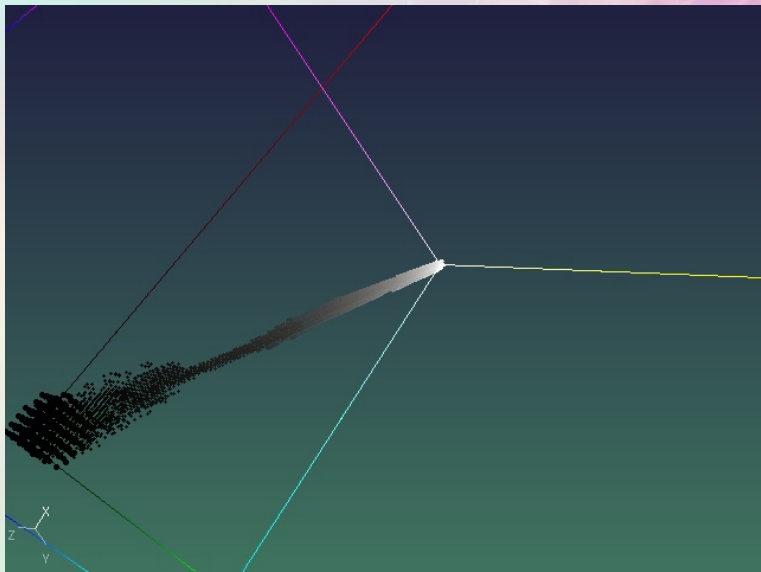
- ② La palette PG_N doit représenter un dégradé : Deux entrées consécutives $C_{(i)}$ et $C_{(i+1)}$ de la palette devraient être indistinguables.

$$\Delta_E(C_{(i)}, C_{(i+1)}) < JND$$

⇒ Suppression itérative des $C(i)$ ne vérifiant pas 2.

- On souhaite augmenter les teintes (donc les incréments N), mais préserver les contraintes perceptuelles.
- ⇒ **Compromis entre le N et le JND .**
- ⇒ **On génère les palettes $P\tilde{G}_N$ incrémentalement, et on s'arrête quand $P\tilde{G}_{N+1} = P\tilde{G}_N$.**
- Pour $JND = 3$, meilleur compromis pour $N = 6$ (de 31966 à 12893 teintes après optimisation).
- Pour $JND = 2.3$, meilleur compromis pour $N = 5$ (de 22966 à 8905 teintes après optimisation).
- Pour $JND = 1$, meilleur compromis pour $N = 2$ (de 4834 à 1421 teintes après optimisation).

$\tilde{P}G_5$ pour $JND = 2.3$



- Nous réalisons le mapping des couleurs en **préservant au mieux la luminance**.
 - Pour chaque valeur scalaire à mapper, nous cherchons la couleur dans $P\tilde{G}_N$ ayant la luminance la plus proche.
- ⇒ Utilisation de tables précalculées pour une quantification suffisamment précise des valeurs d'entrées.

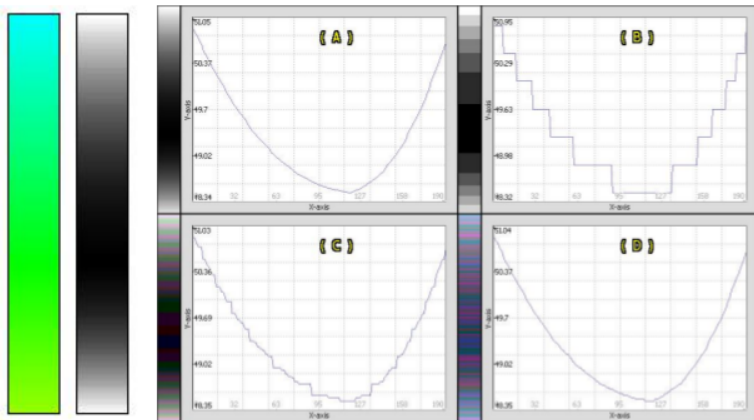
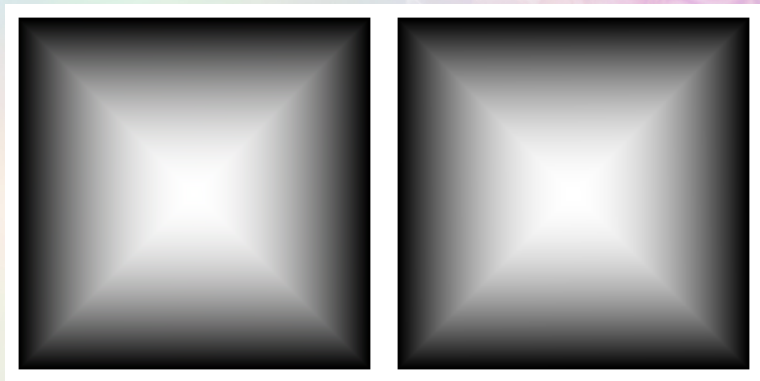


FIGURE 2 – Illustration de l’extension des pseudo-gris pour la conversion d’un dégradé de couleurs en niveaux de gris, et sa visualisation. De gauche à droite : Dégradé couleur à convertir (**normalisé**), luminance exacte correspondante (**normalisée**), (A) tracé de la luminance perçue idéale, (B) luminance perçue en utilisant des niveaux de gris purs pour la visualisation, (C) luminance perçue en utilisant une palette PG_5 mappée non-linéairement, (D) luminance perçue en utilisant une palette PG_5 sous contrainte perceptuelle, mappée non-linéairement.



- Quelqu'un voit quelque chose ? 😊

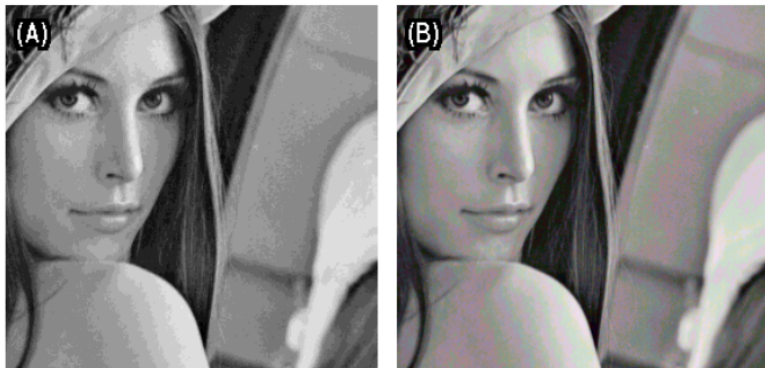


FIGURE 3 – Représentation d'une image scalaire sur un périphérique d'affichage couleur à 4bits/composantes. (A) image scalaire utilisant des niveaux de gris purs pour la visualisation (16 niveaux), (B) image scalaire obtenue en mappant une palette $PG_2^{JND=5}$, contenant 45 entrées. Le JND a été augmenté ici pour que les couleurs pseudogris à 4bits/composantes puissent vérifier les contraintes perceptuelles.

- Extension du modèle des pseudo-gris pour des incréments quelconques avec contraintes perceptuelles.
- Intérêt à priori limité, mais utilisation en production par des photographes pro.
- **Intégration au plug-in G'MIC pour GIMP**
(recherche reproductible! 😊).
- Toute question, remarque, discussion (civilisée) sur ce sujet est bienvenue.