

Les pixels



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde, Hiver 2015

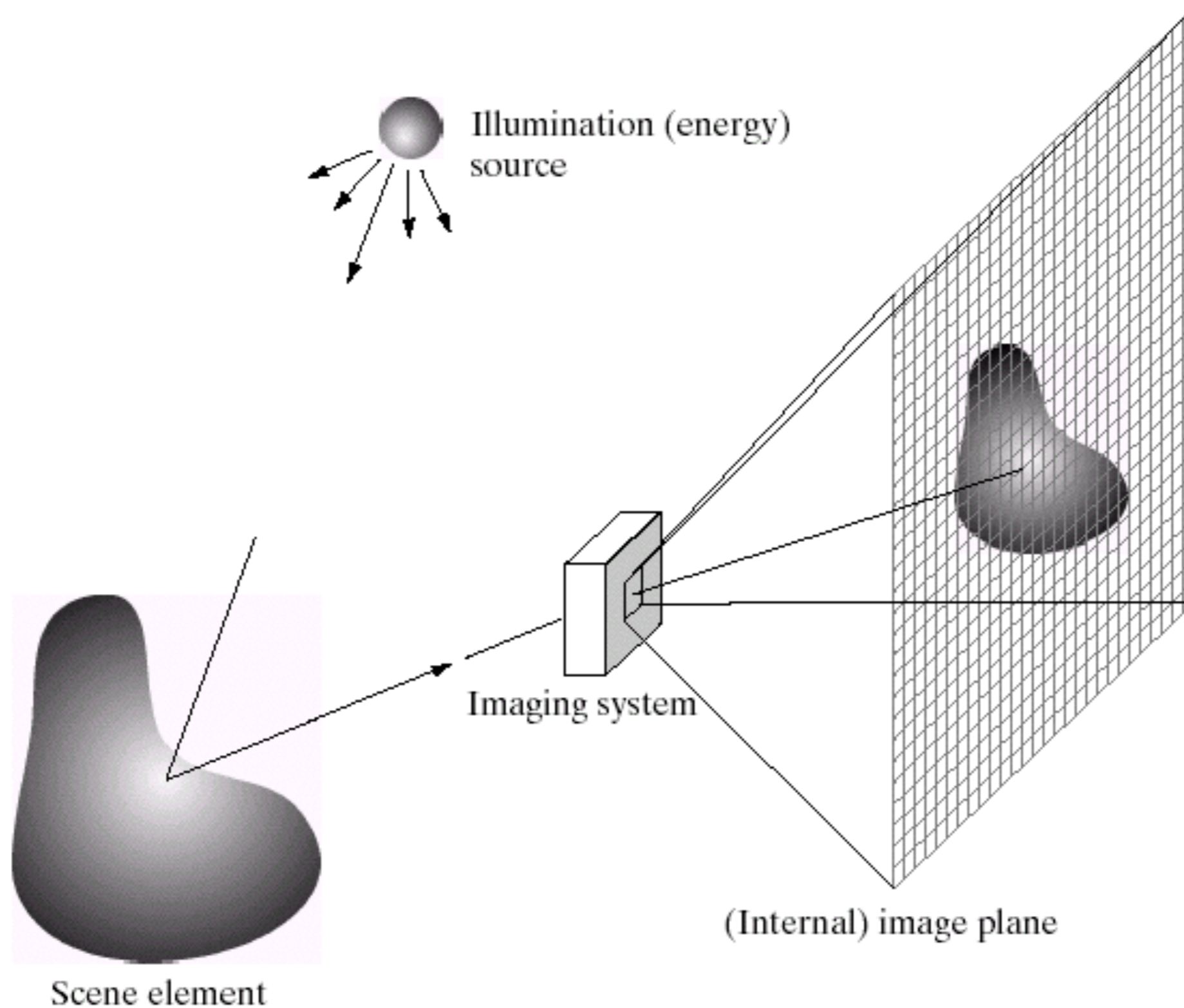
Administration

- Des questions? TP1?
- Heures de disponibilités:
 - JF: Lundi 11h30—12h30, Vendredi 14h30—15h30
 - Maxime: Lundi 9h30—10h30, Mercredi 13h30—14h30

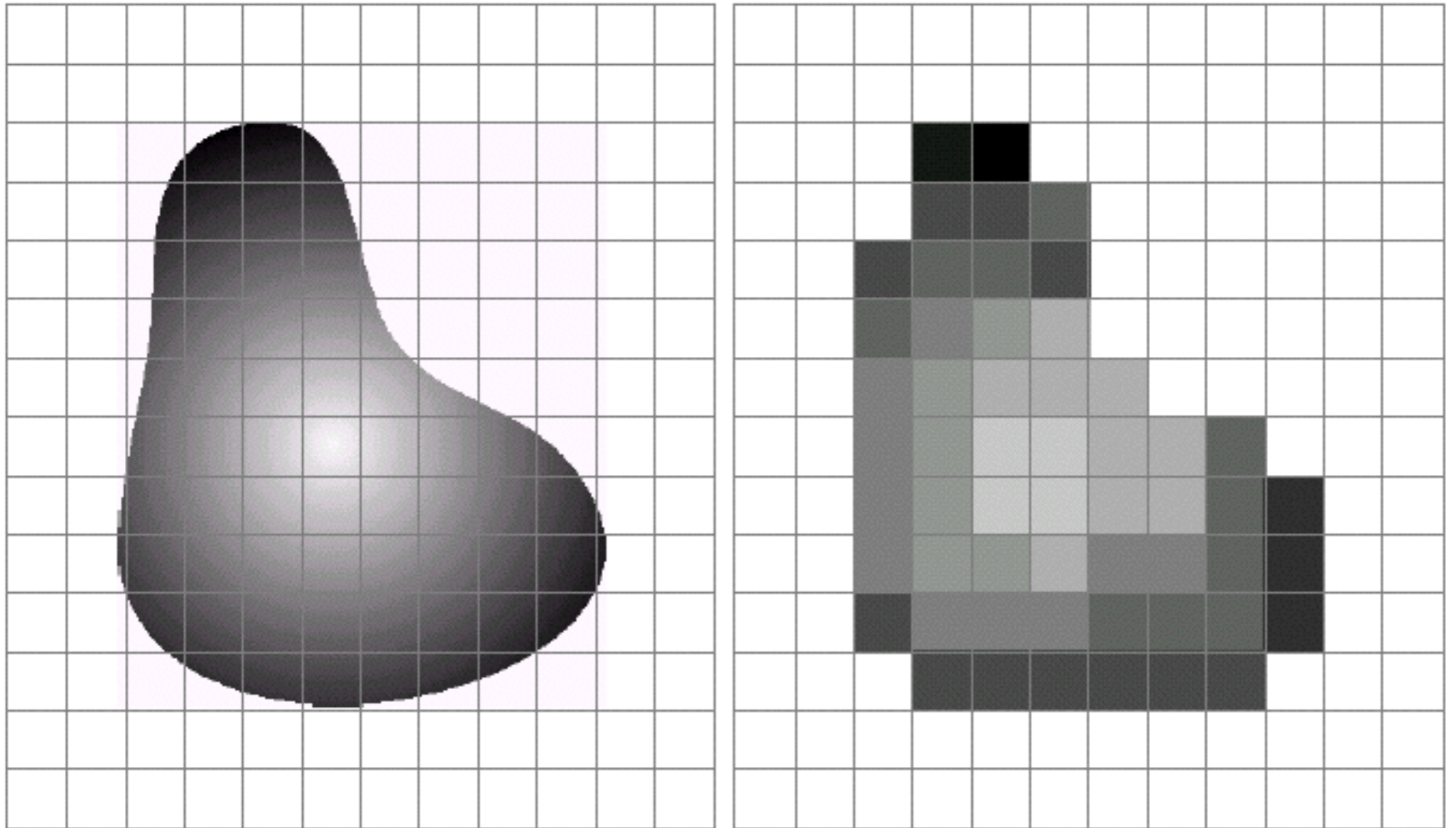
Aujourd'hui: les pixels

- Qu'est-ce qu'un pixel?
- Comment représenter une image?
- Quelles opérations peut-on faire sur les pixels?

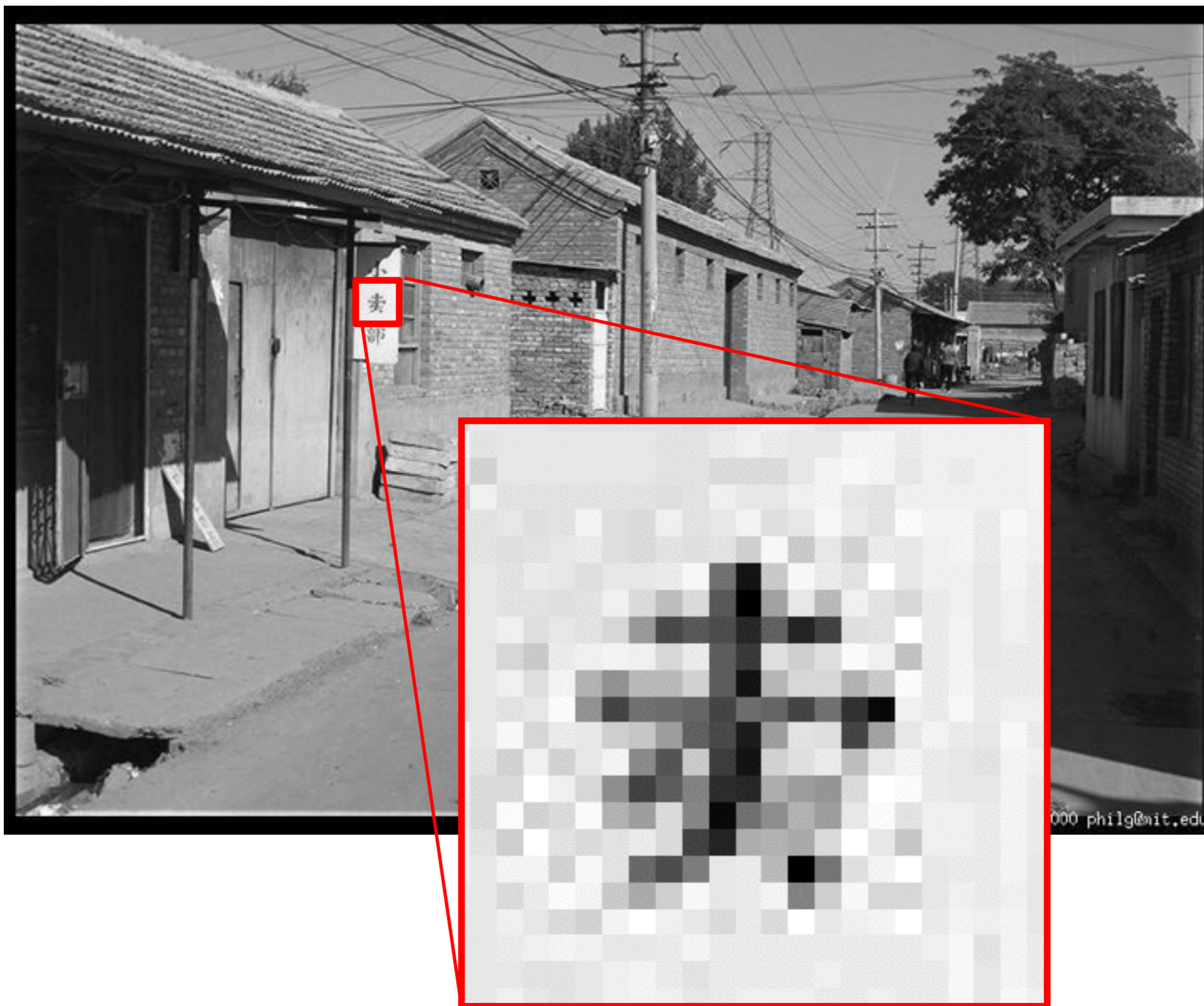
Rappel: formation d'une image



Plan de capteurs



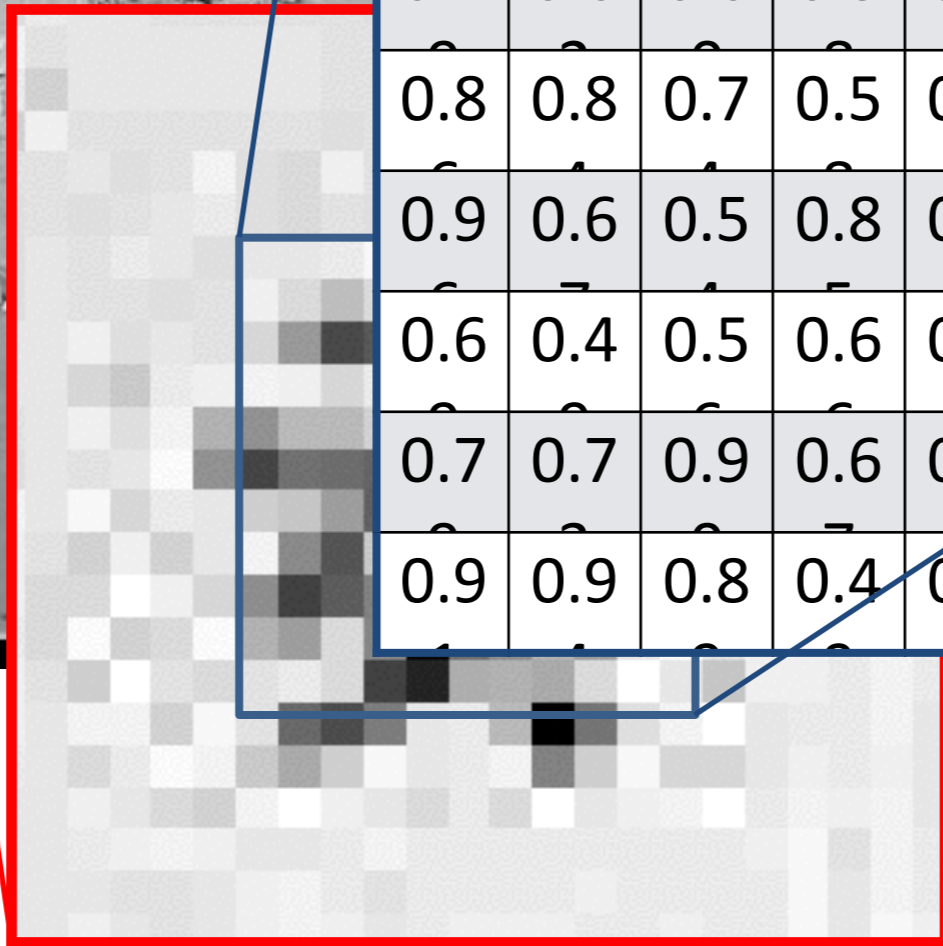
Une matrice de pixels



Une matrice de pixels

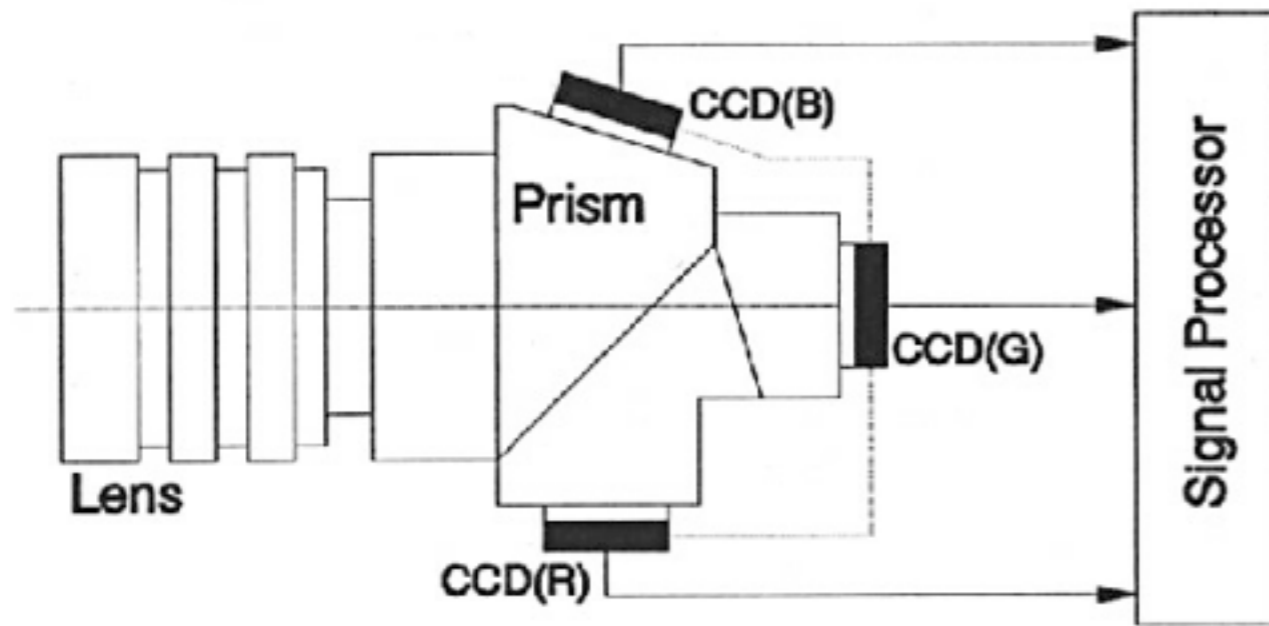


0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.3	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
0.9	0.8	0.8	0.8	0.5	0.3	0.7	0.9	0.8	0.9	0.9
0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.9	0.9
0.9	0.9	0.8	0.9	0.5	0.4	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9
0.7	0.8	0.8	0.8	0.5	0.3	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3
0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.9	0.9	0.4	0.7
0.9	0.6	0.5	0.8	0.4	0.3	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
0.6	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9
0.7	0.7	0.9	0.6	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	0.9
0.9	0.9	0.8	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9

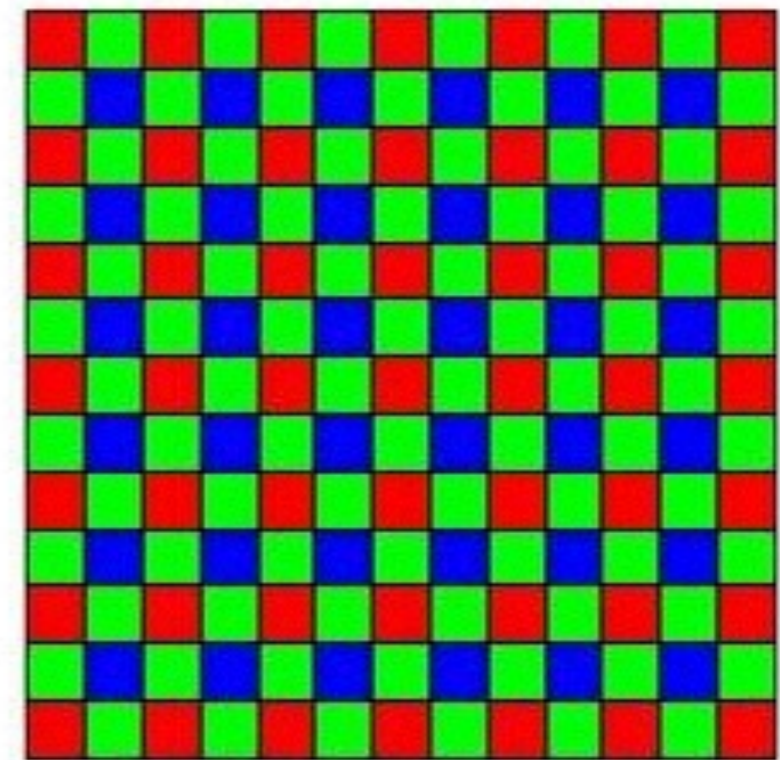


Couleur dans les caméras

3 capteurs (qualité)



1 capteur (coût)



Bayer filter

Ituff Works

Quelle photo notre caméra
prend-elle vraiment?

Filtre de Bayer

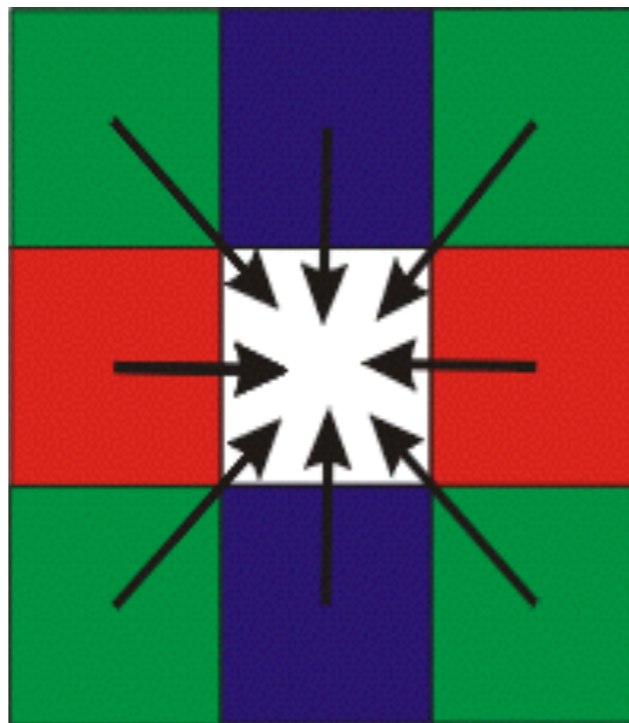
Scène



Image capturée par votre caméra



Le filtre de Bayer

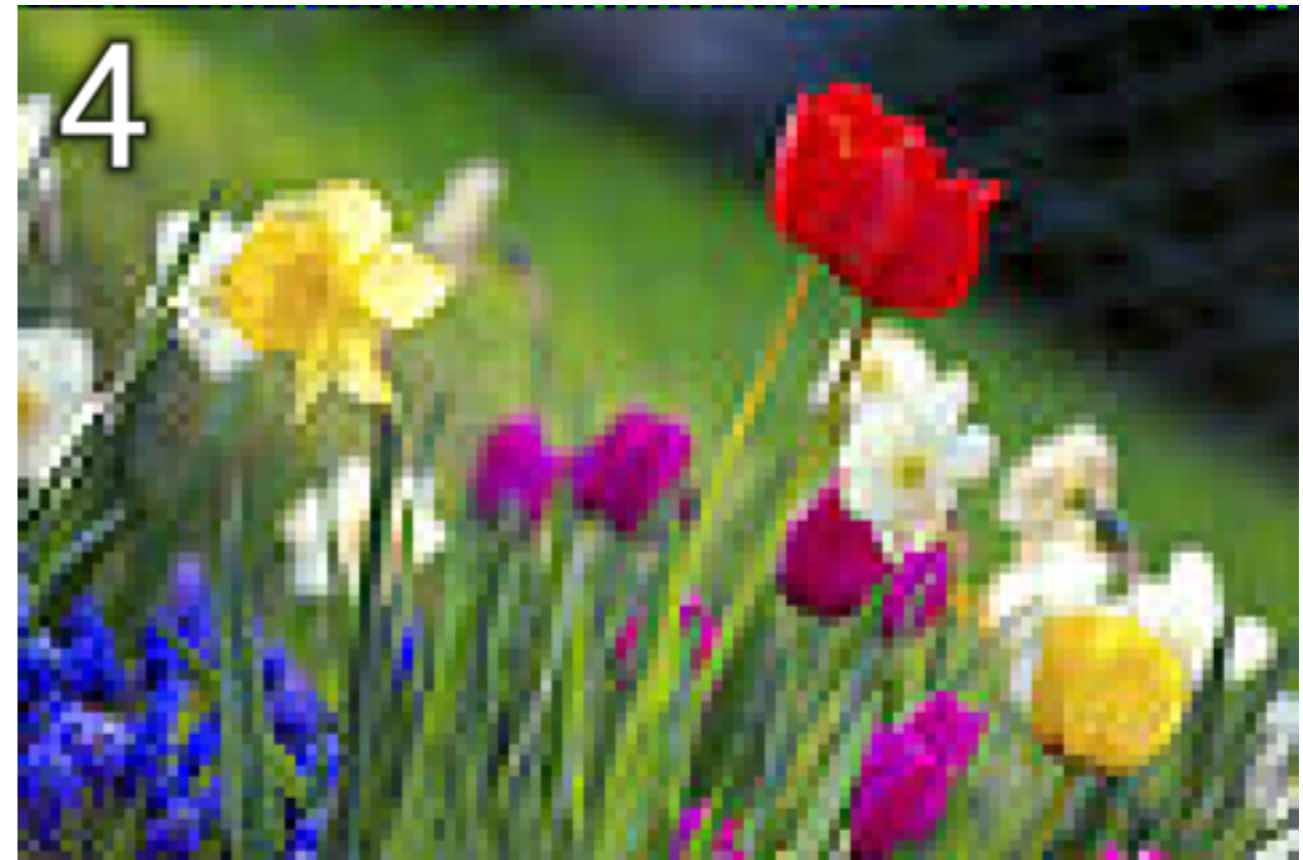


Le filtre de Bayer

Image capturée par votre caméra



Image reconstruite



Espace de couleur: RGB

- Cube RGB
 - Pratique pour les appareils
 - Pas un modèle perceptuel
 - Où sont les gris?
 - Où sont la saturation et la teinte?

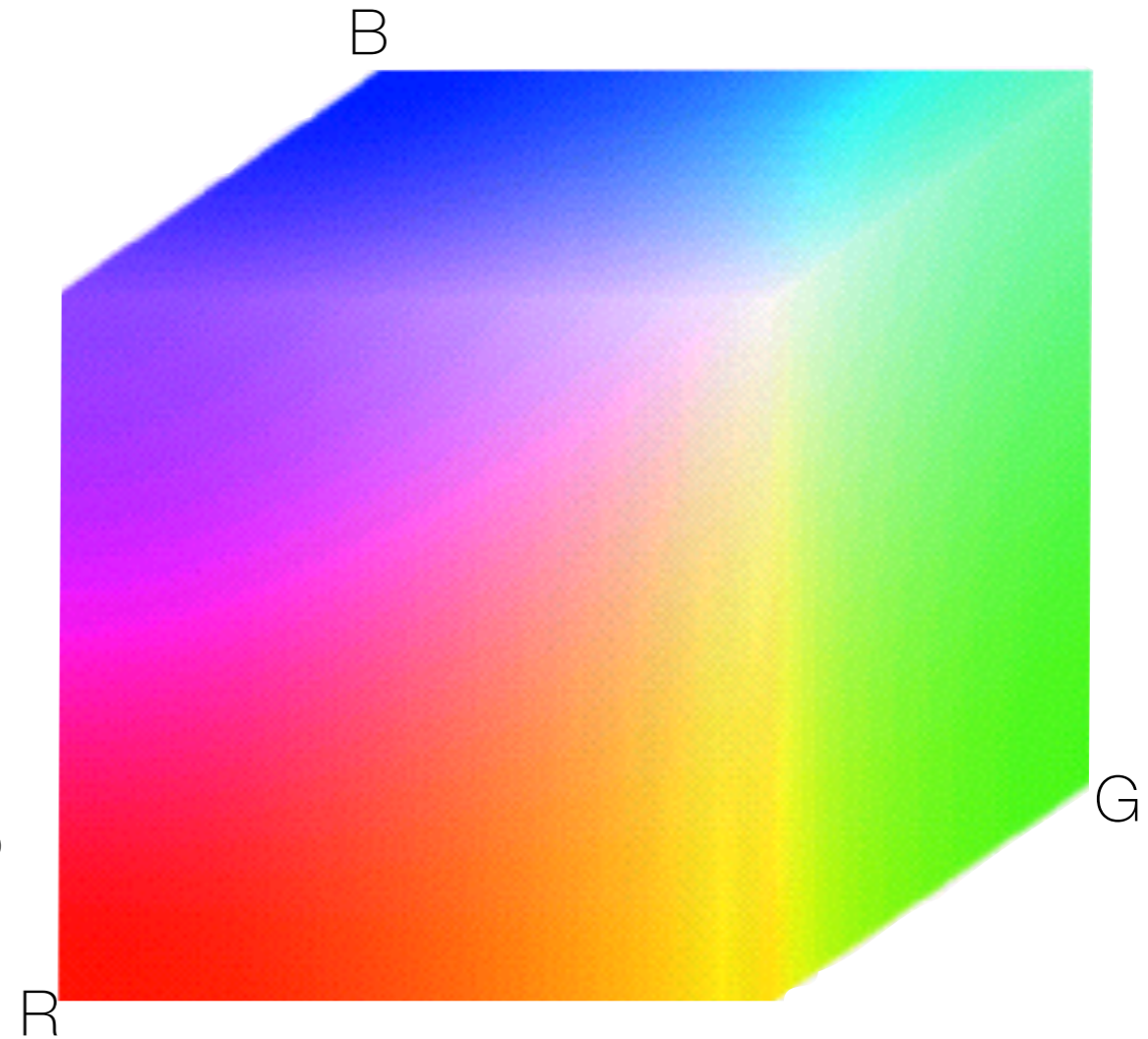


Image couleur

R



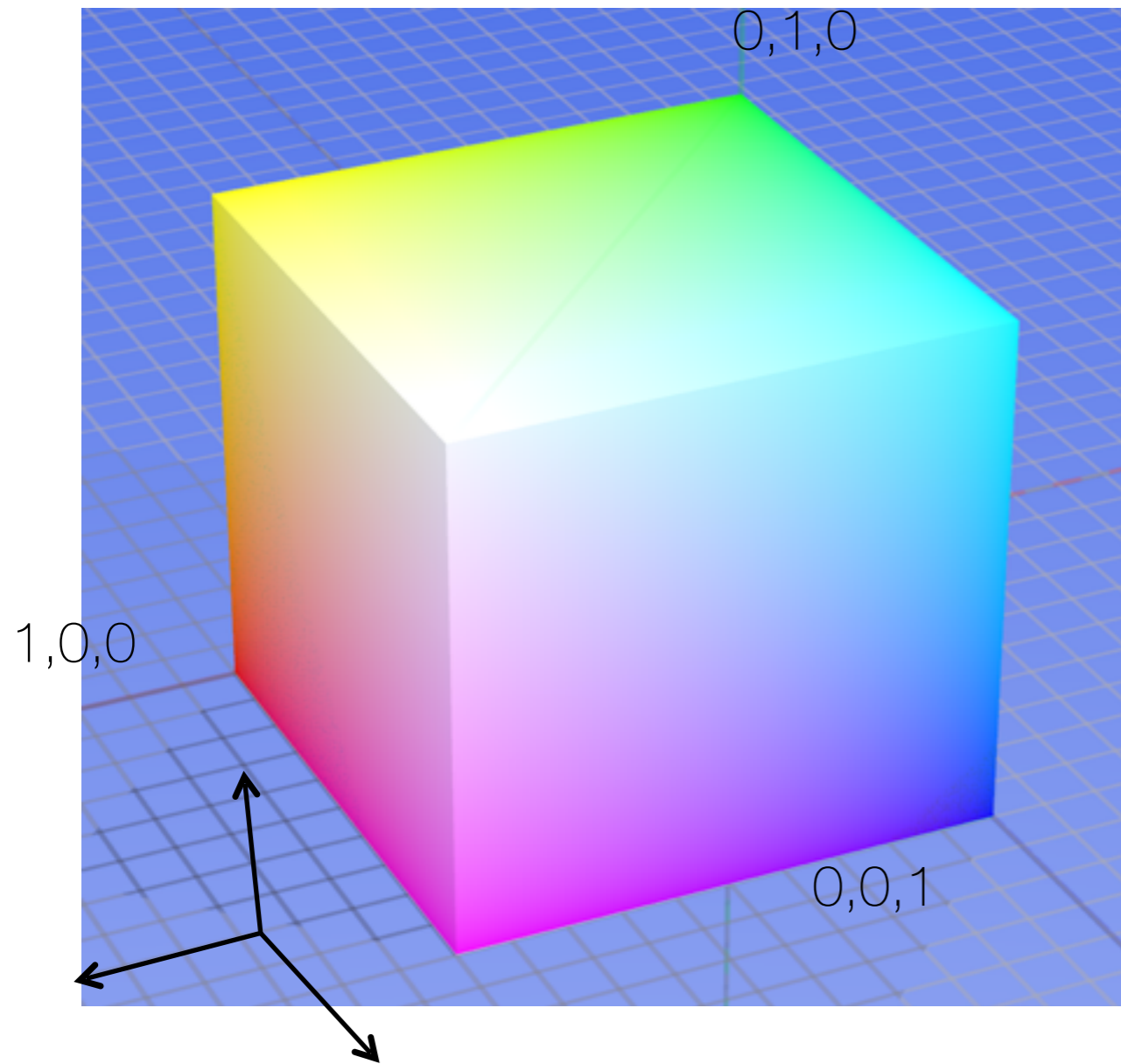
G



B



Espaces de couleur: RGB



Images dans Matlab

- Une image est une matrice
- Si nous avons une image RGB de dimensions NxM appelée "im"
 - $\text{im}(1, 1, 1)$ = haut-gauche dans le canal "R"
 - $\text{im}(y, x, 2)$ = y pixels plus bas, x pixels à droite, dans le canal "G"
 - $\text{im}(N, M, 3)$ = bas-droite dans le canal "B"
- `imread(filename)` retourne une image en "uint8" (0 à 255)
 - On peut convertir en "double" (0 à 1) avec `im2double`

colonnes

R

lignes

0.92	0.93	0.94	0.97	0.62	0.37	0.85	0.97	0.93	0.92	0.99				
0.95	0.89	0.92	0.93	0.54	0.37	0.75	0.97	0.85	0.95	0.99	0.92	0.99		
0.89	0.72	0.51	0.55	0.51	0.42	0.57	0.41	0.49	0.91	0.92	0.95	0.91	0.92	0.99
0.96	0.95	0.89	0.94	0.56	0.46	0.51	0.87	0.90	0.97	0.95	0.91	0.92	0.95	0.91
0.71	0.81	0.81	0.87	0.57	0.37	0.80	0.88	0.89	0.79	0.85	0.97	0.95	0.91	0.92
0.49	0.62	0.60	0.58	0.50	0.60	0.58	0.50	0.60	0.48	0.39	0.79	0.85	0.97	0.95
0.86	0.84	0.74	0.58	0.51	0.39	0.73	0.92	0.91	0.49	0.74	0.45	0.33	0.79	0.85
0.96	0.67	0.56	0.84	0.48	0.38	0.88	0.99	0.94	0.92	0.99	0.49	0.74	0.45	0.33
0.69	0.49	0.56	0.66	0.43	0.42	0.77	0.73	0.71	0.90	0.99	0.82	0.93	0.49	0.74
0.79	0.73	0.89	0.49	0.36	0.65	0.69	0.79	0.73	0.93	0.97	0.90	0.99	0.82	0.93
0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93	0.93	0.97	0.90	0.99
		0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93	0.93	0.97
			0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93	

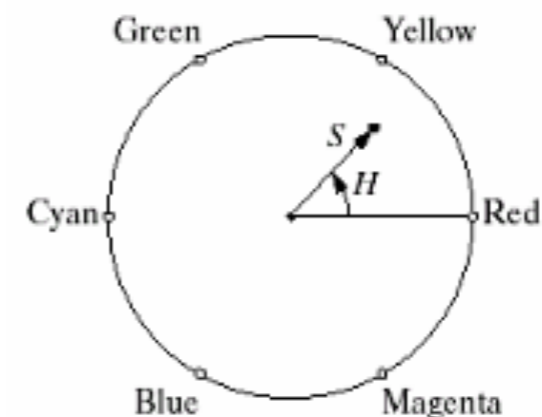
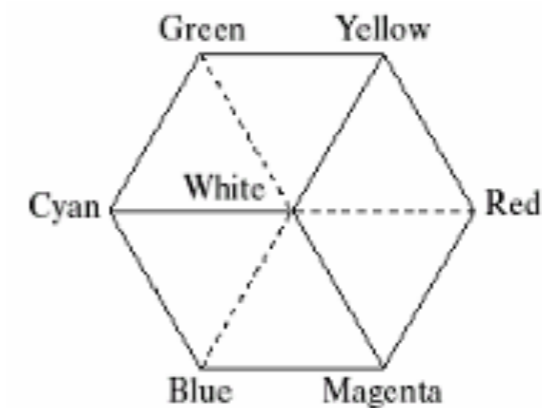
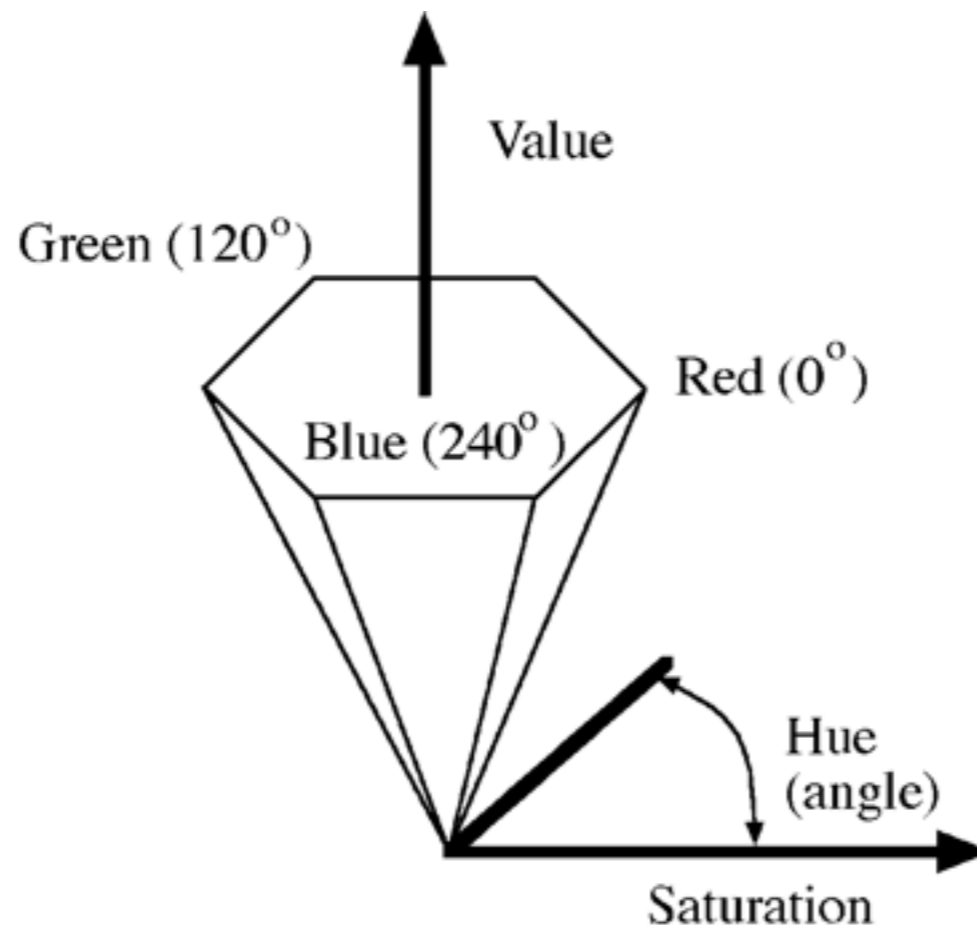
G

B

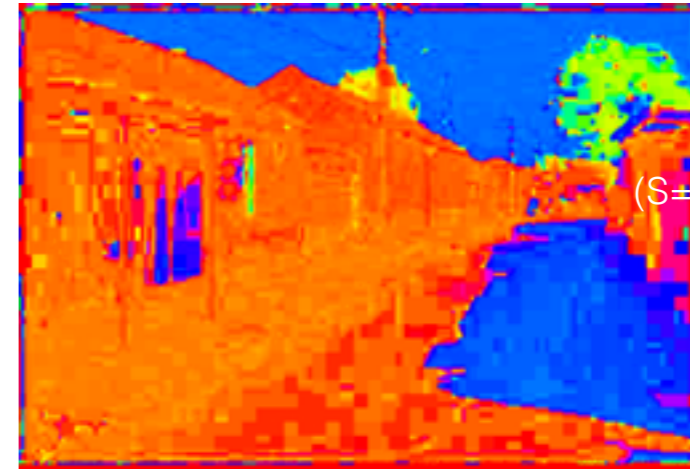
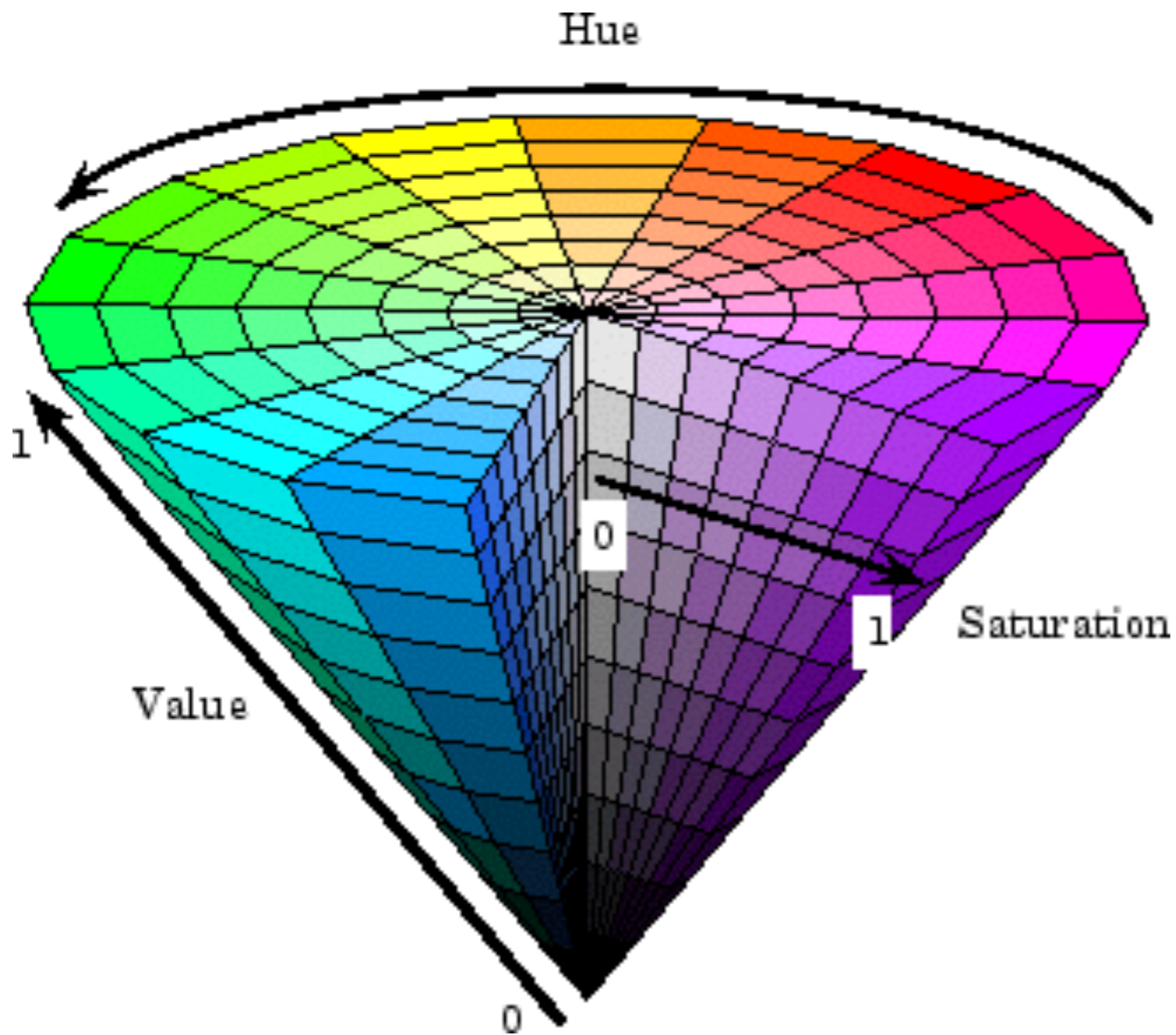
Exemple

Espace de couleur: HSV

- Hue (teinte), Saturation, Value (intensité)
- Représentation plus intuitive?
- Dans Matlab:
 - `rgb2hsv` et `hsv2rgb`



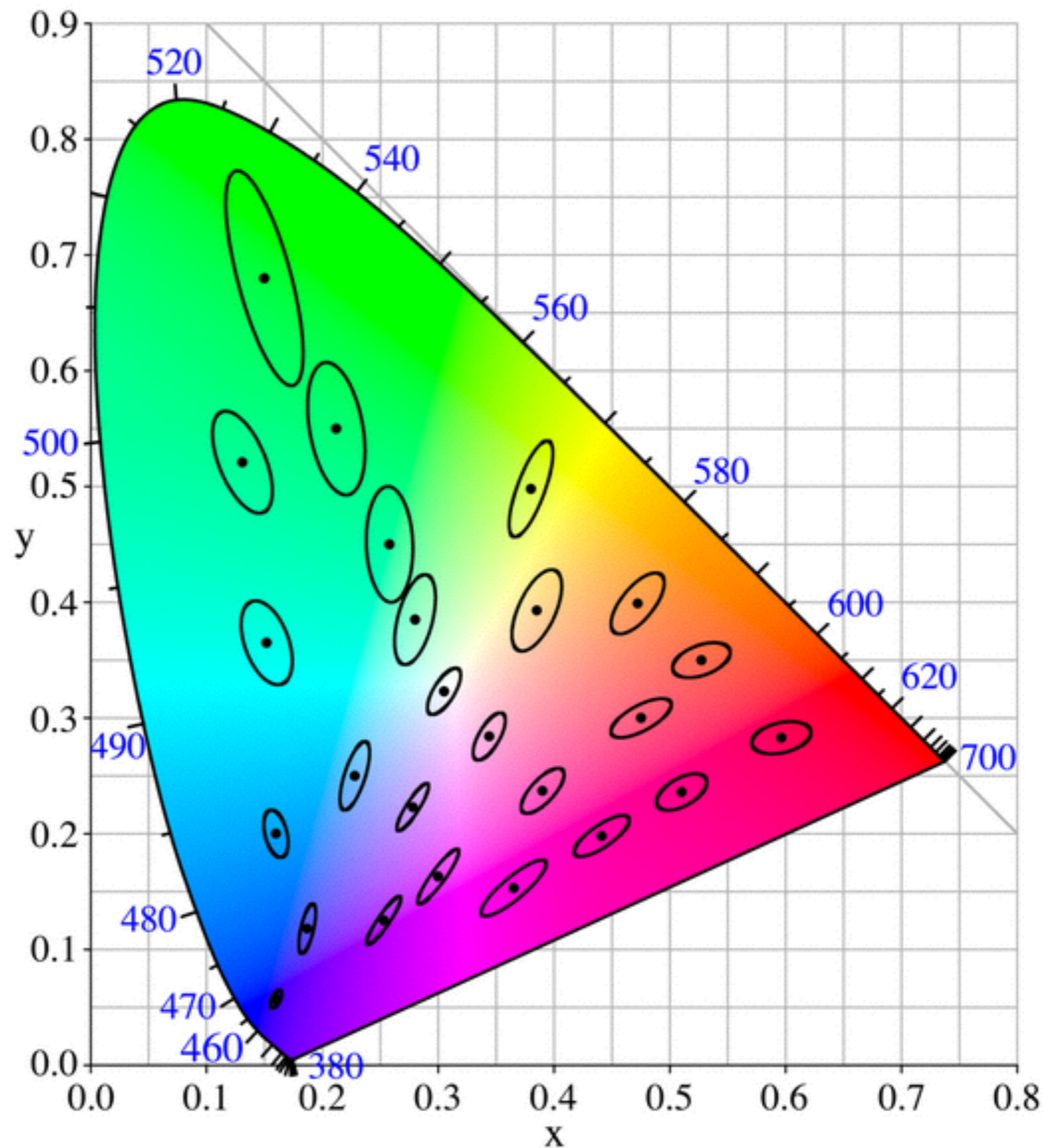
Espace de couleur: HSV



Exemple

manipuler la saturation d'une image?

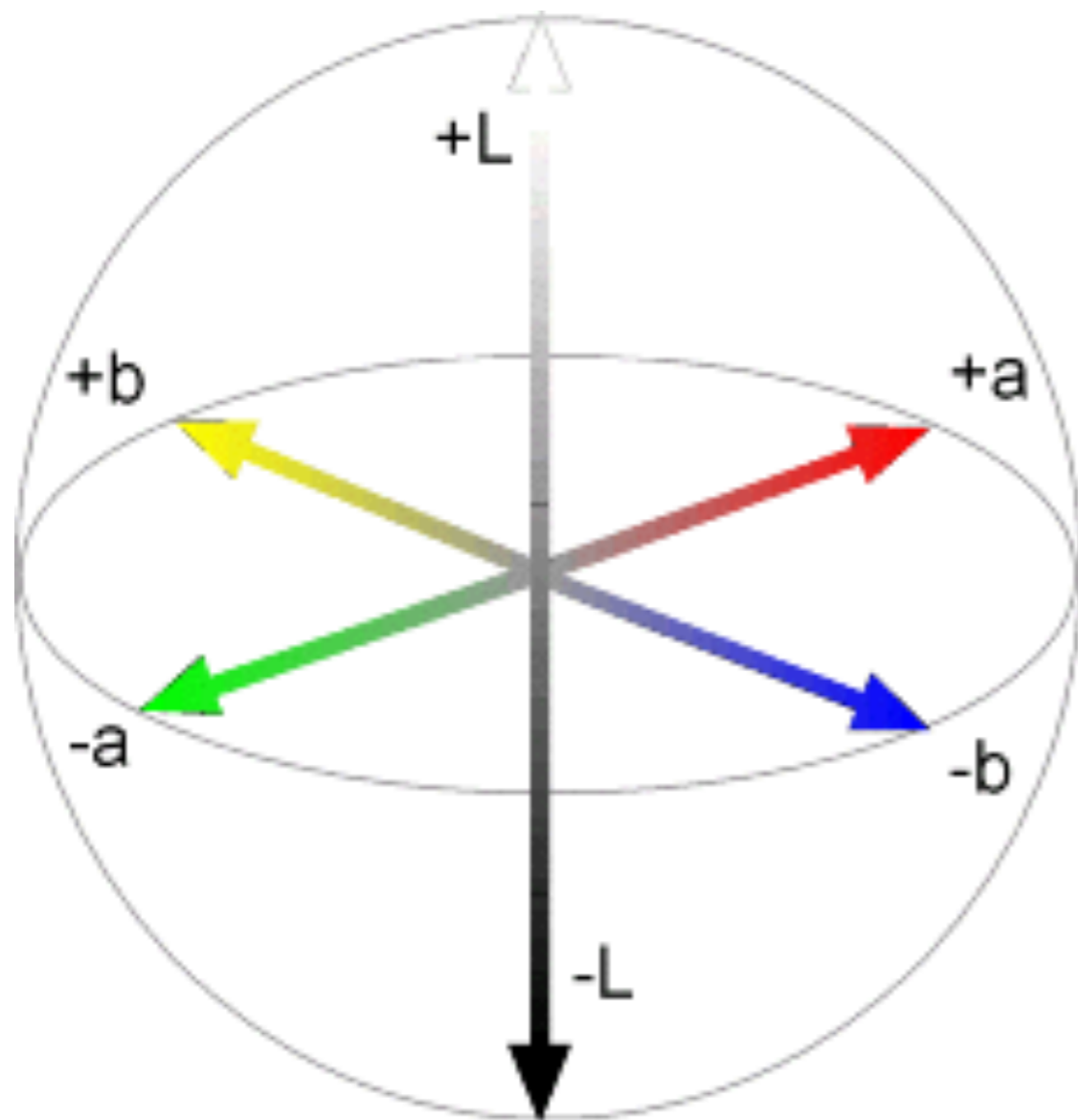
“Uniformité perceptuelle”



Espace de couleur: CIE L^*a^*



Espace de couleur "perceptuellement uniforme"



Luminance = intensité
Chrominance = couleur



L
($a=0, b=0$)



a
($L=65, b=0$)



b
($L=65, a=0$)

**Si vous pouviez choisir, garderiez-vous la
luminance ou la chrominance?**

**Si vous pouviez choisir, garderiez-vous la
luminance ou la chrominance?**

Plus d'information dans la luminance



Plus d'information dans la luminance



copyright 2000 philg@mit.edu

Plus d'information dans la luminance



copyright 2000 philg@mit.edu

Équilibre des blancs (white balance)



- Manuellement
 - Sélection d'un objet neutre dans la scène
- Automatique (AWB)
 - "Grey world": moyenne de la scène est grise
 - "White world": objet le plus brillant est blanc

Correction de couleur automatique

Idées importantes

- En moyenne, les images ont une valeur moyenne grise... cela peut être utilisé pour détecter des distorsions
- Les différences plus importantes sont plus visibles, alors l'utilisation de toute la gamme d'intensité améliore l'apparence
- Il est habituellement plus intuitif de travailler dans un espace de couleur autre que RGB

Reproduction tonale

- Problème typique:
 - E.g., camera capture des valeurs d'intensité 12 bit, mais nos écrans ne peuvent qu'afficher 8 bits!

Linéaire



En fonction des pixels
les plus clairs

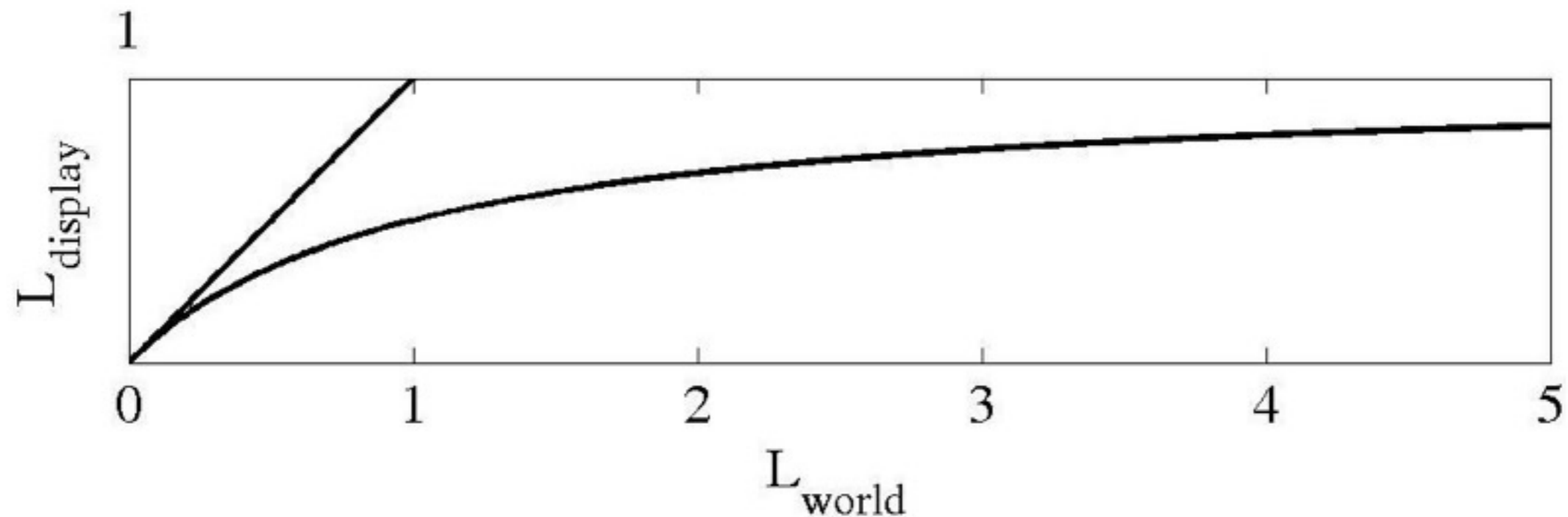


En fonction des pixels
les plus sombres

Opérateur global (Reinhard et al.)

- Solution toute simple: utiliser une transformée non-linéaire

$$L_{display} = \frac{L_{world}}{1 + L_{world}}$$



Non-linéaire



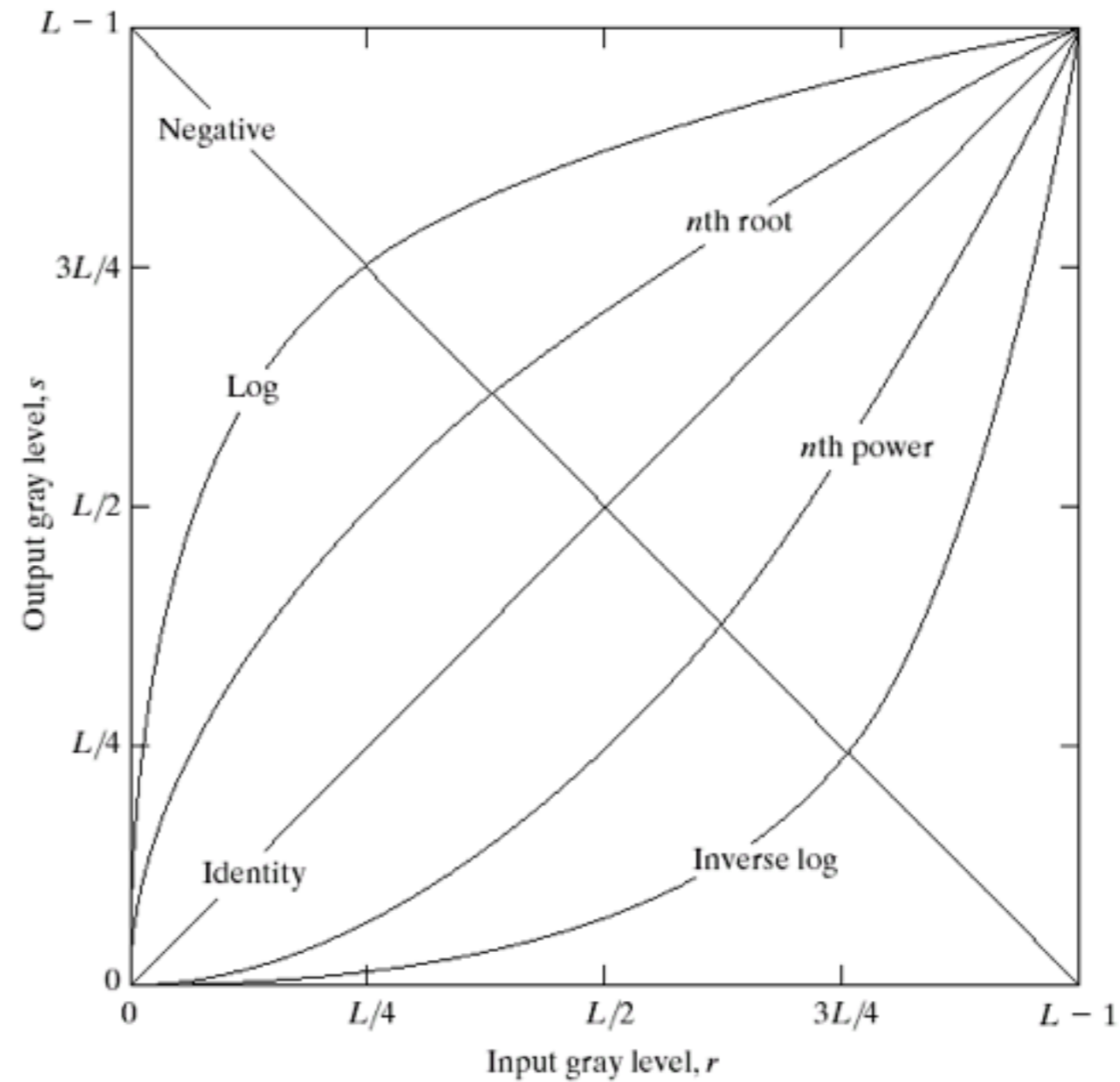
Reinhard



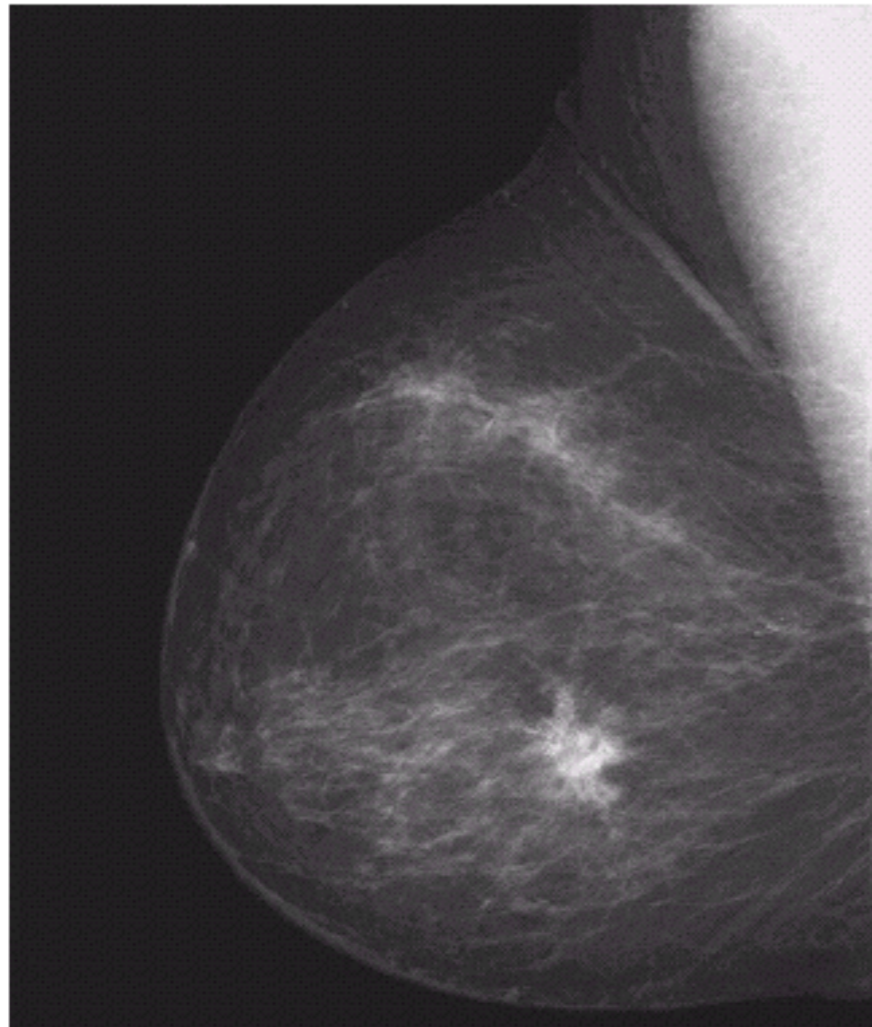
En fonction des pixels
les plus sombres

Transformée ponctuelles

FIGURE 3.3 Some basic gray-level transformation functions used for image enhancement.



Négatif



a b

FIGURE 3.4

(a) Original digital mammogram.
(b) Negative image obtained using the negative transformation in Eq. (3.2-1).
(Courtesy of G.E. Medical Systems.)

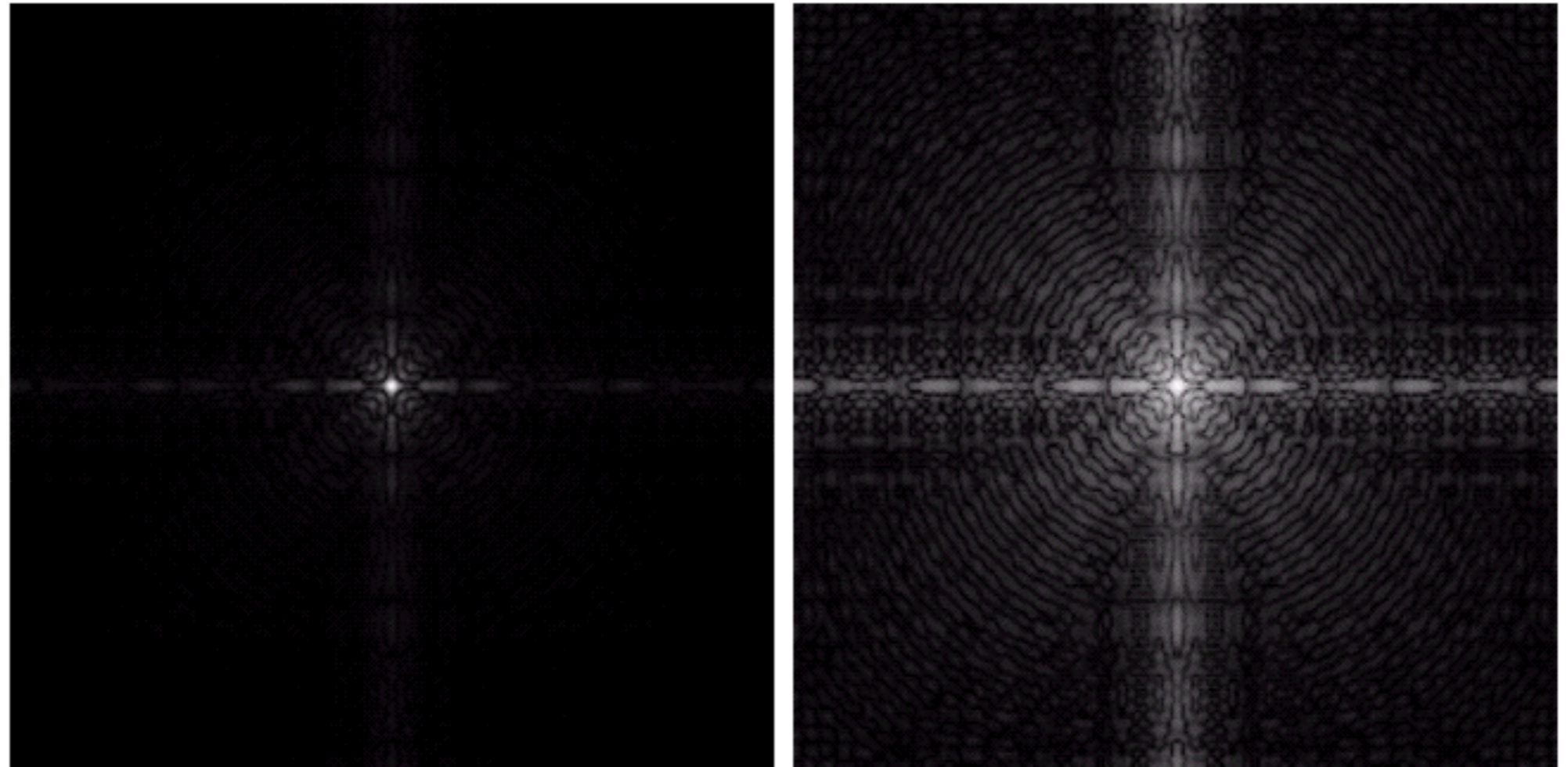
Log

a b

FIGURE 3.5

(a) Fourier spectrum.

(b) Result of applying the log transformation given in Eq. (3.2-2) with $c = 1$.



Puissance

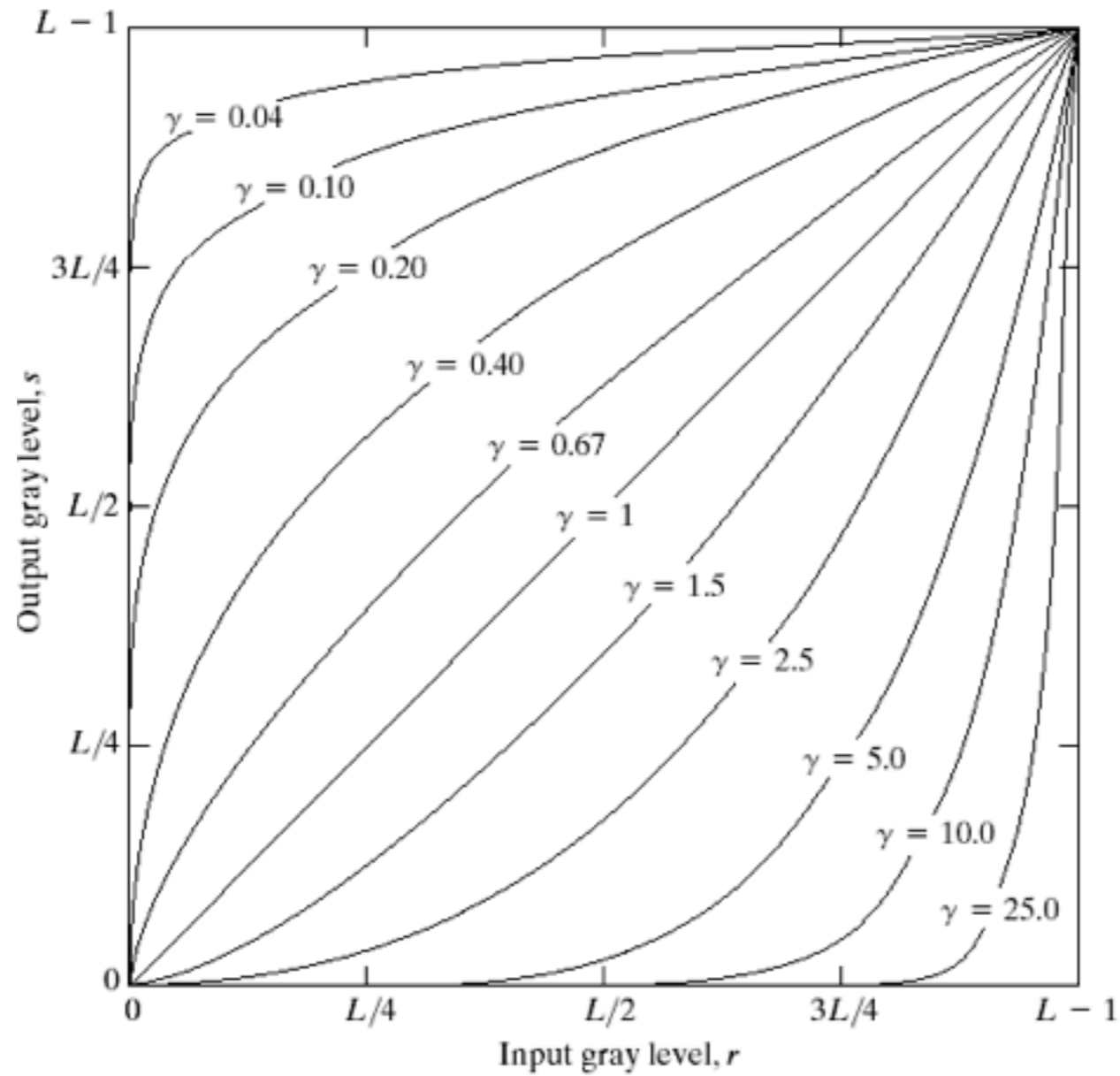


FIGURE 3.6 Plots of the equation $s = cr^\gamma$ for various values of γ ($c = 1$ in all cases).

“Clarification” d’images

a b
c d

FIGURE 3.9
(a) Aerial image.
(b)–(d) Results of
applying the
transformation in
Eq. (3.2-3) with
 $c = 1$ and
 $\gamma = 3.0, 4.0,$ and
 $5.0,$ respectively.
(Original image
for this example
courtesy of
NASA.)



Histogramme

- Histogramme: compte le nombre de pixels qui ont chaque valeur d'intensité

$$h_i = \sum_{j \in \text{pixels}} \mathbf{1}(j == i)$$

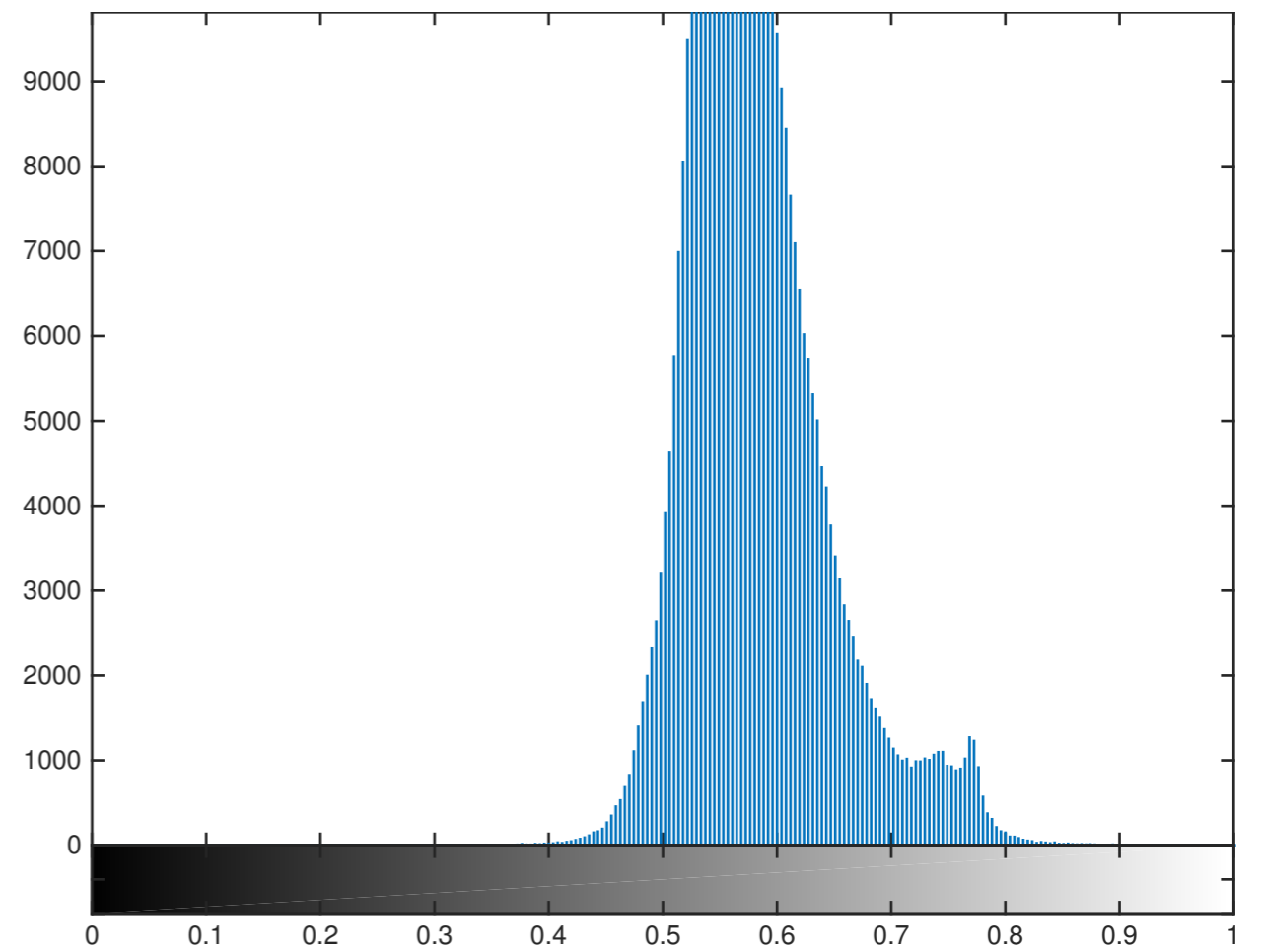
- Histogramme cumulatif: combien de pixels ont au moins une valeur d'intensité

$$c_i = c_{i-1} + h_i$$

Histogramme



“imhist” dans Matlab



Égalisation d'histogramme

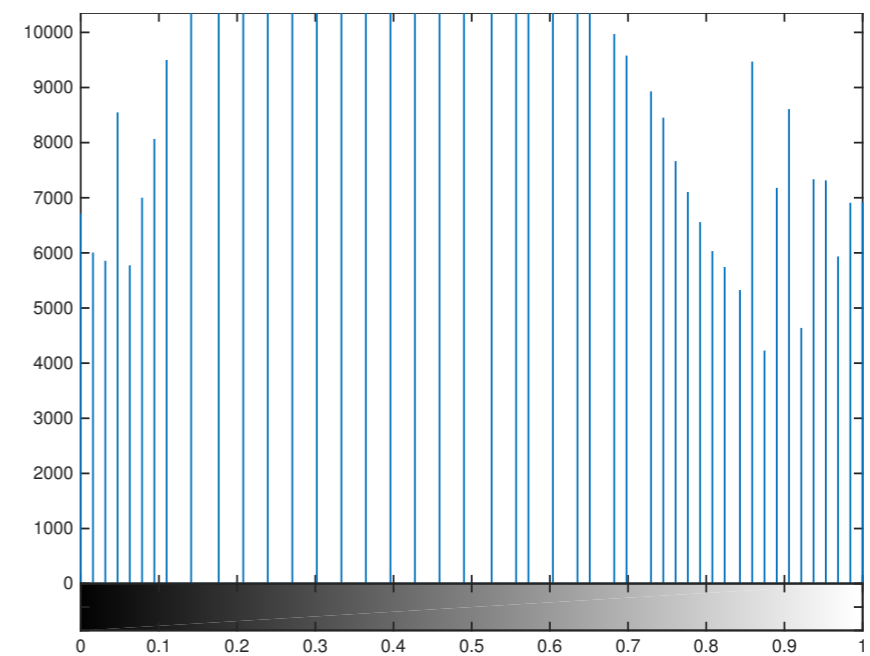
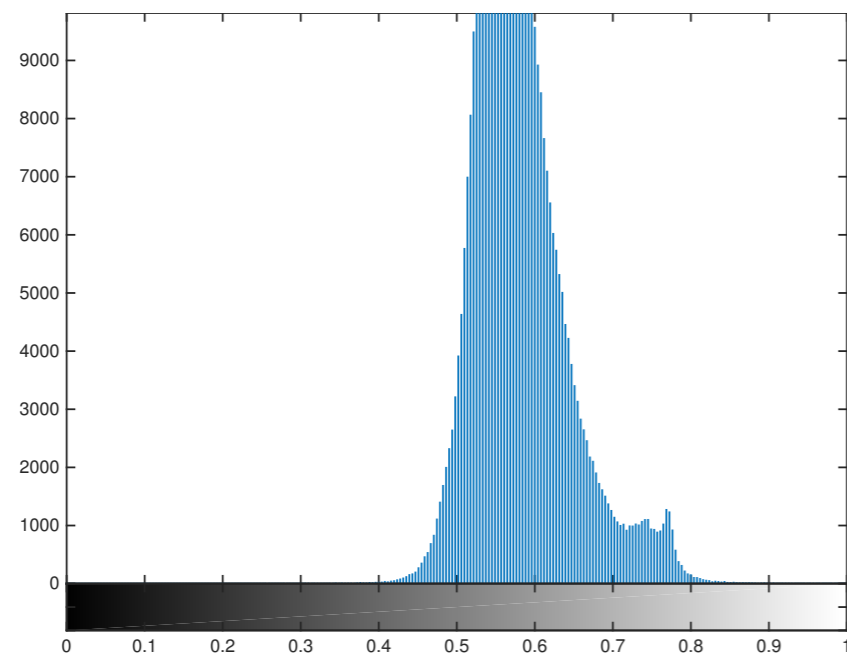
- Idée de base: ré-assigner les valeurs d'intensité pour "égaliser" l'histogramme
- Histogramme: compte le nombre de pixels qui ont chaque valeur d'intensité

$$h_i = \sum_{j \in \text{pixels}} \mathbf{1}(j == i)$$

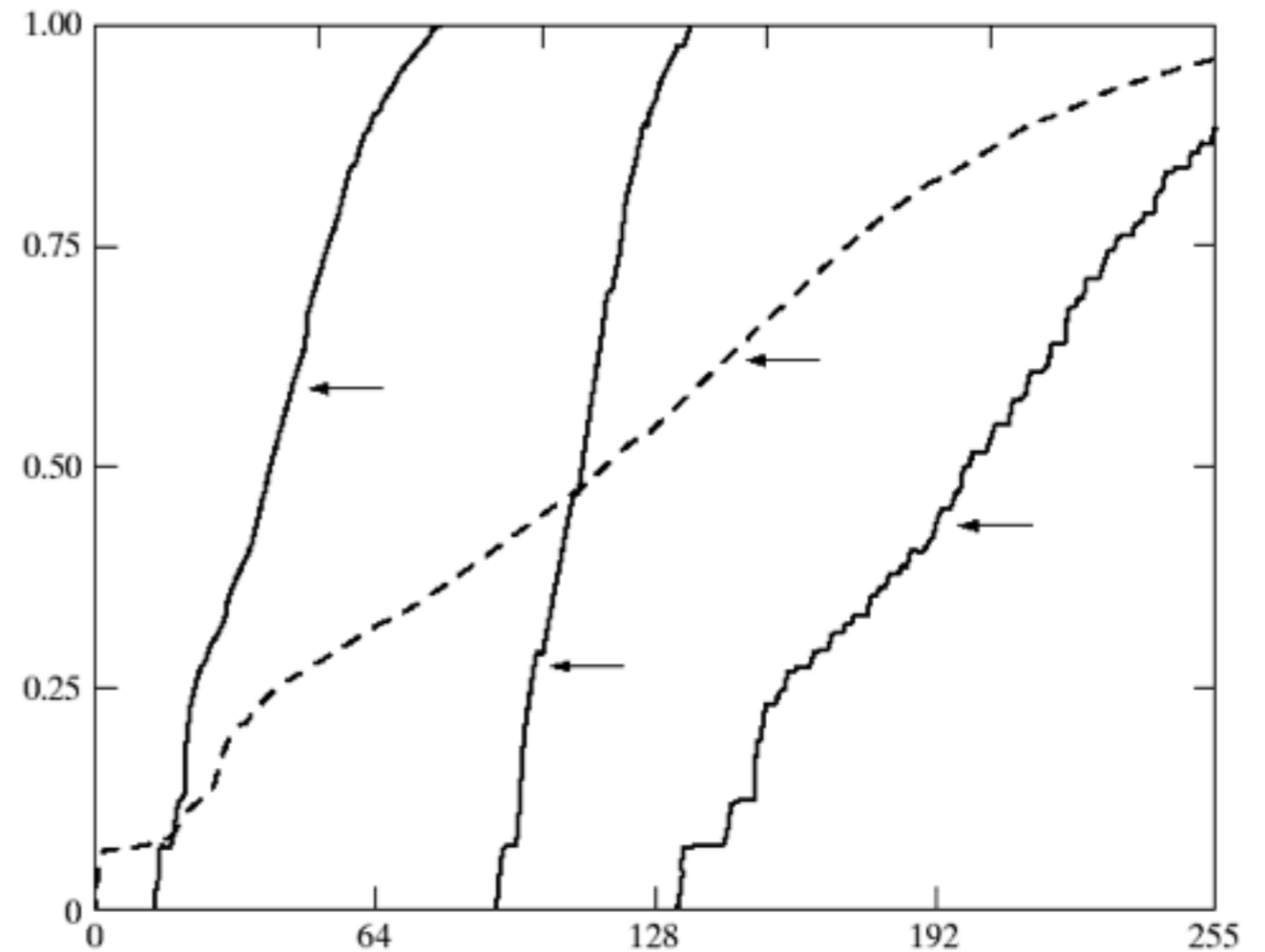
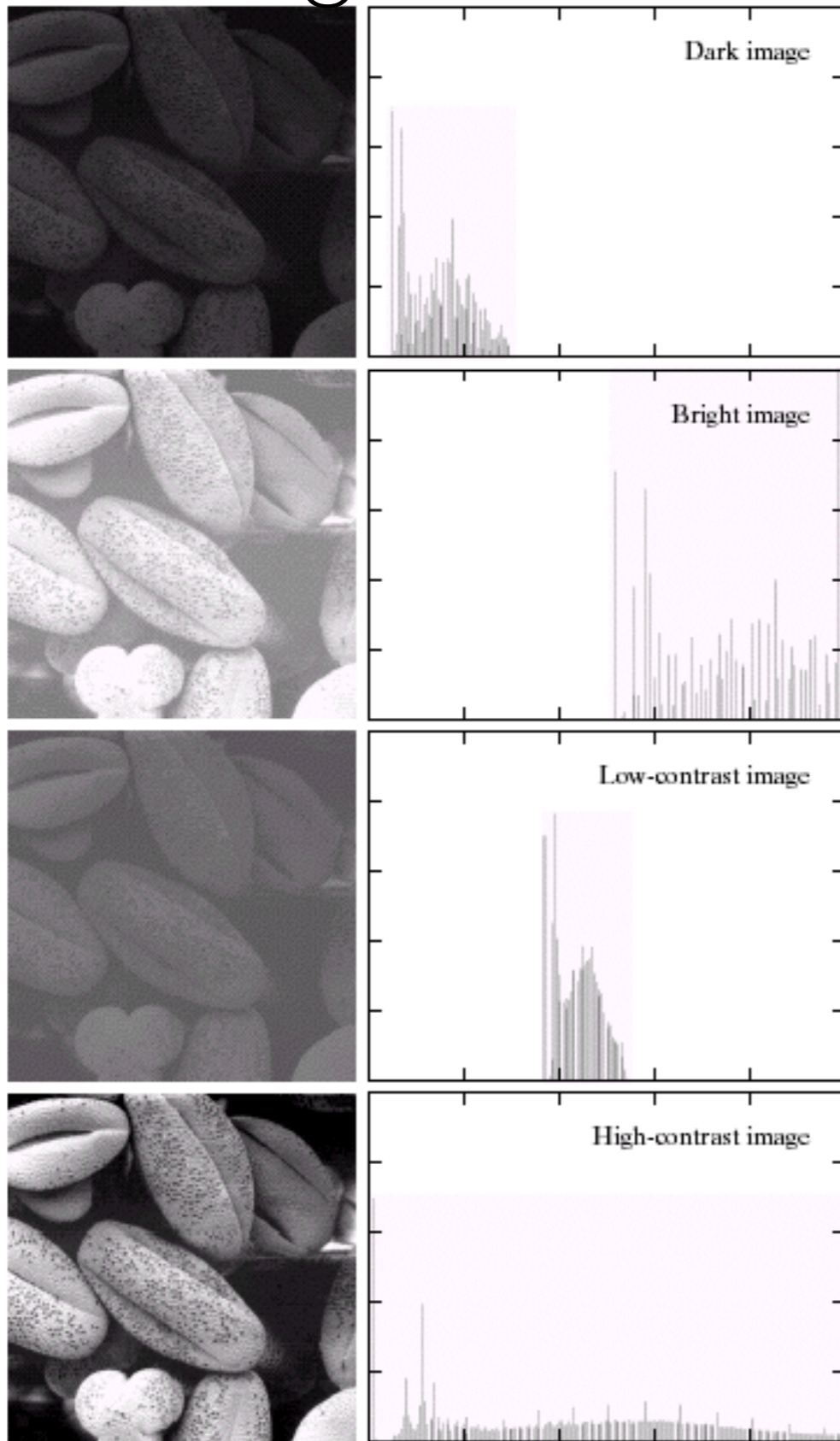
- Histogramme cumulatif: combien de pixels ont au moins une valeur d'intensité

$$c_i = c_{i-1} + h_i$$

Contraste



Histogrammes & histogrammes cumulatifs

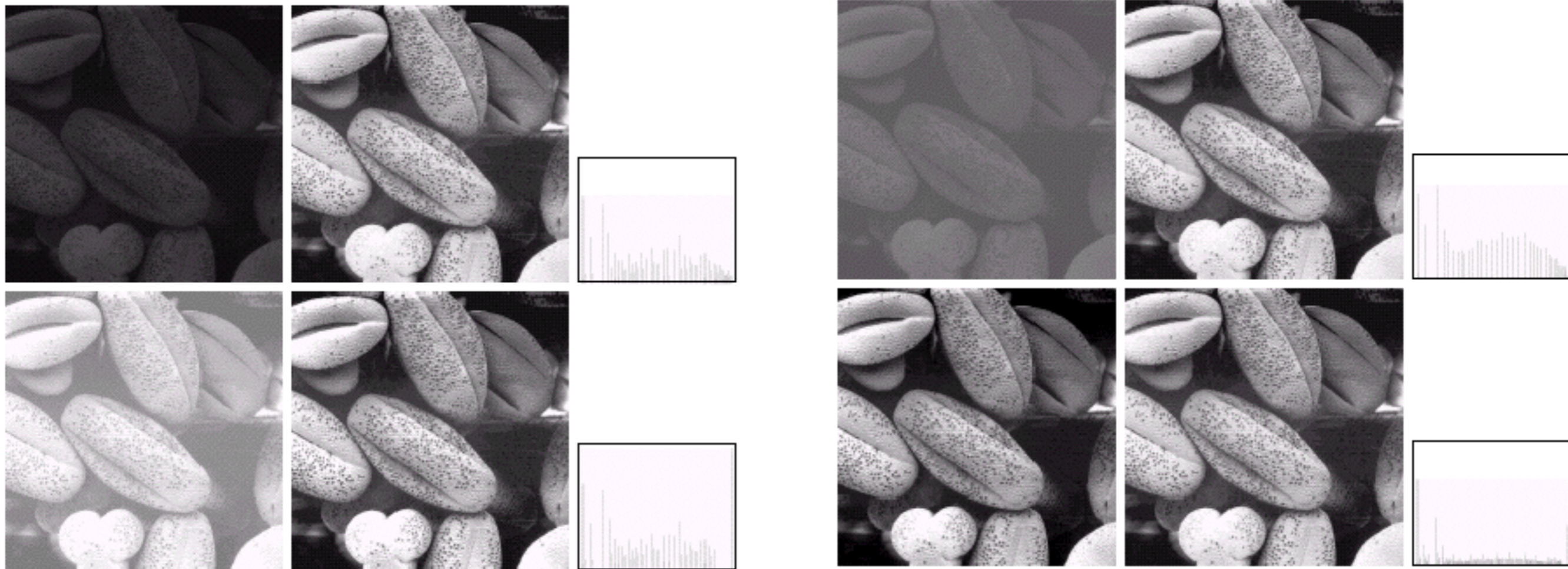


Histogrammes cumulatifs

a b

FIGURE 3.15 Four basic image types: dark, light, low contrast, high contrast, and their corresponding histograms. (Original image courtesy of Dr. Roger Heady, Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia.)

Égalisation d'histogrammes



a b c

FIGURE 3.17 (a) Images from Fig. 3.15. (b) Results of histogram equalization. (c) Corresponding histograms.

Algorithme

- But: Déterminer une fonction $f(i)$ qui re-distribuera les valeurs d'intensité afin de les rendre plus uniformes.
 1. Calculer l'histogramme cumulatif
 2. $f(i) = c(i) / N * 255!$
 3. Combiner les deux valeurs:

$$f(i) = \alpha \frac{c(i)}{N} 255 + (1 - \alpha)i$$

Remarques

- Couleur
 - Souvent mieux de travailler sur la luminance (sans toucher à la chrominance)
- Régions
 - Utilisez un masque pour déterminer une région à re-travailler
- Fonctions MATLAB utiles:
 - `rgb2hsv`, `hsv2rgb`, `hist`, `cumsum`

Exemple

Comment égaliser l'histogramme
d'une image couleur?

À retenir

- Connaissez bien les espaces de couleur: RGB, HSV, Lab
- Ajustements simples: contraste, équilibrage des blancs, égalisation d'histogrammes
- Lorsqu'on travaille sur le contraste dans une image couleur, souvent mieux de travailler sur la luminance!

