

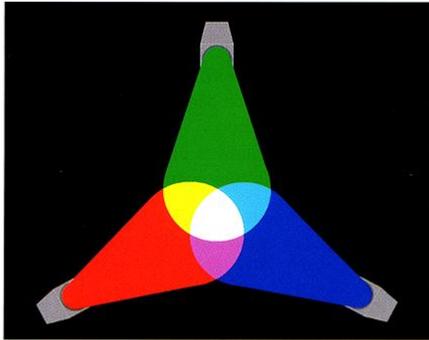


# GESTION DE LA COULEUR

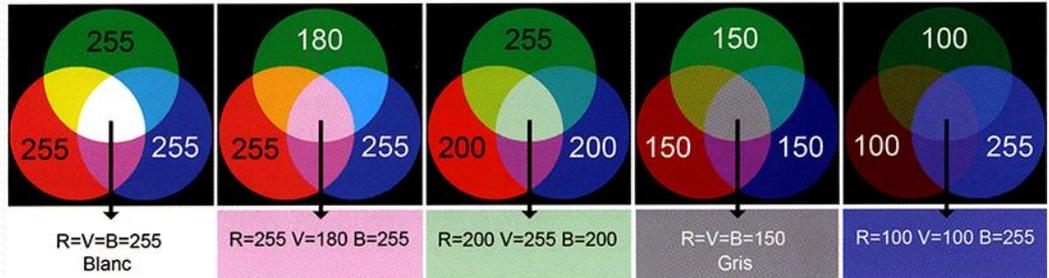
(d'après le livre de Jean Delmas « La gestion des couleurs »)

**Alain Lavenu**  
**EPN Club Photo de Jurançon**

# Leçon de choses !



Synthèse additive du blanc par mélange de trois faisceaux lumineux rouge, vert et bleu



Cinq couleurs codées par des trios de nombres RVB comptés de 0 à 255

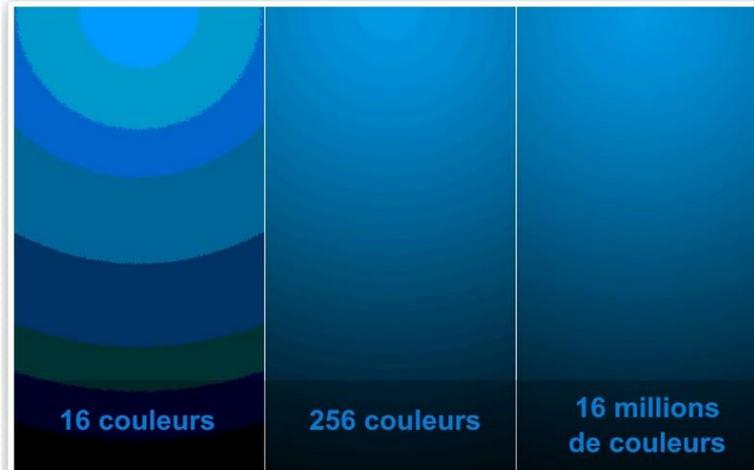


Image rouge-vert-bleu



Couche rouge

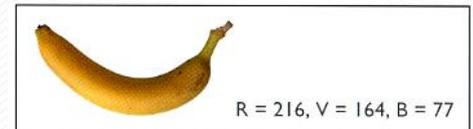


Couche verte

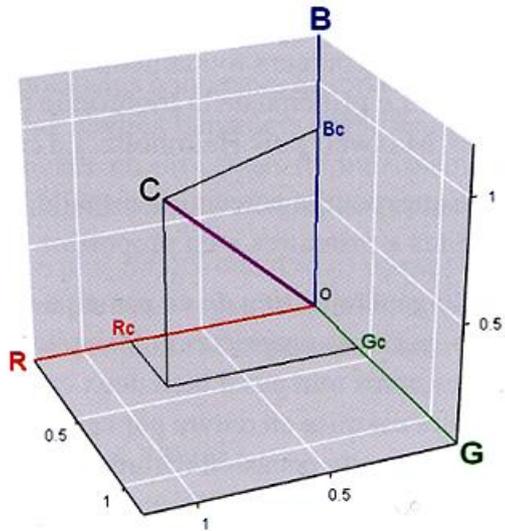


Couche bleue

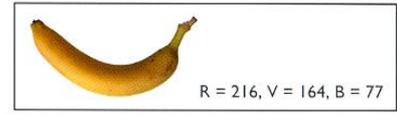
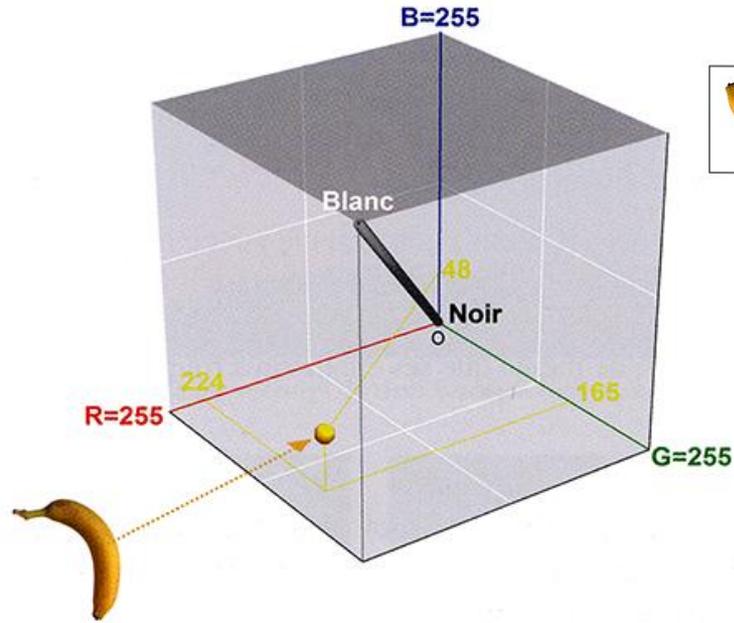
La photographie RVB de Lorraine analysée en trois couches rouge, verte et bleue



# Le socle du modèle RGB

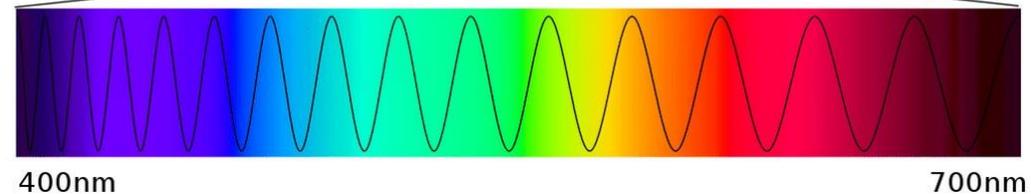
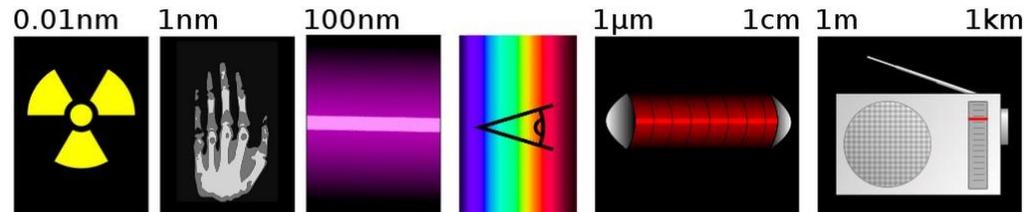


Repérage d'une couleur C dans un espace RGB



Droite des gris (du noir au blanc) et situation de la banane dans l'espace cubique sRGB

## Couleur et spectre visible



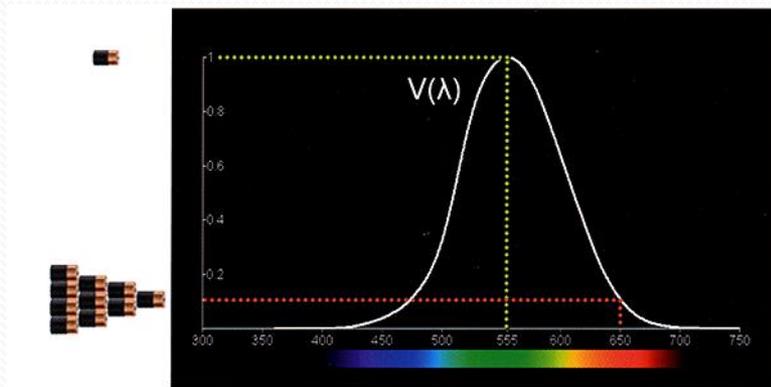
Type de rayonnement	Rayons Gamma	Rayons X	Ultraviolet	Infrarouge	Micro-ondes	Ondes radar	Ondes radio
Longueur d'onde (nm)	$10^{-2}$	10	$10^{-2}$	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{10}$

Rayonnements électromagnétiques

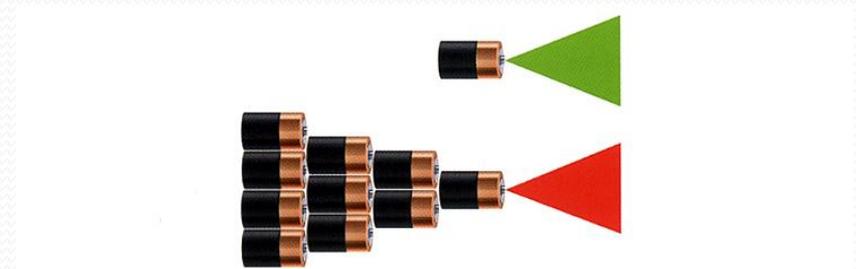
La vision humaine perçoit uniquement les rayonnements électromagnétiques dont la longueur d'onde se situe entre 380 nm (limite supérieure de l'ultraviolet) et 780 nm (limite inférieure de l'infrarouge). Cet intervalle est appelé le « spectre visible ».

Ultraviolet	Spectre visible	Infrarouge
$\lambda < 380 \text{ nm}$	$380 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm}$	$780 \text{ nm} < \lambda$

## Perception de l'intensité lumineuse

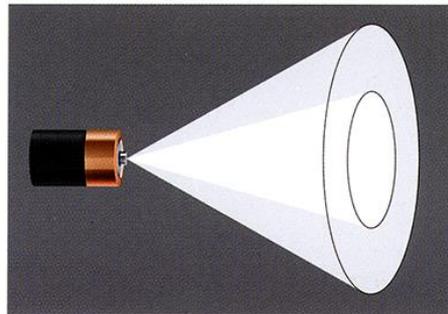


Fonction d'efficacité lumineuse de la vision diurne en fonction de la longueur d'onde en nm



Pour produire un faisceau lumineux rouge aussi puissant qu'un vert, il faut dépenser dix fois plus d'énergie.

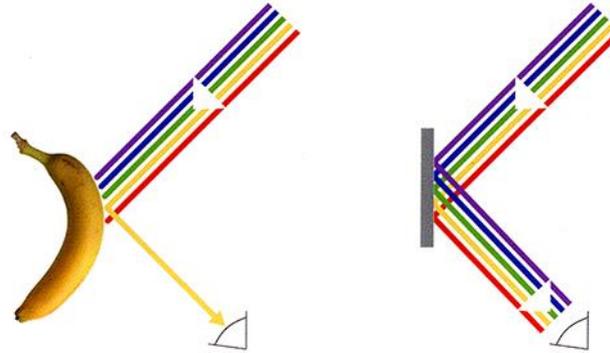
## Intensité d'une source



Pour une même puissance, l'intensité lumineuse augmente quand on diminue l'angle solide du rayonnement.

$$\text{Puissance lumineuse (lumen)} = \text{puissance radiante (watt)} \times V(\lambda) \times 683 \text{ (lumen/watt)}$$
$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr} \text{ [1 lumen, 1 candéla, 1 stéradian]}$$

## Couleur d'un objet



Éclairée par une lumière blanche, la peau de la banane renvoie le jaune vers l'œil et absorbe les autres couleurs. Un objet gris renvoie vers la vision un rayonnement identique à celui qui l'éclaire.

## Diagramme de chromaticité

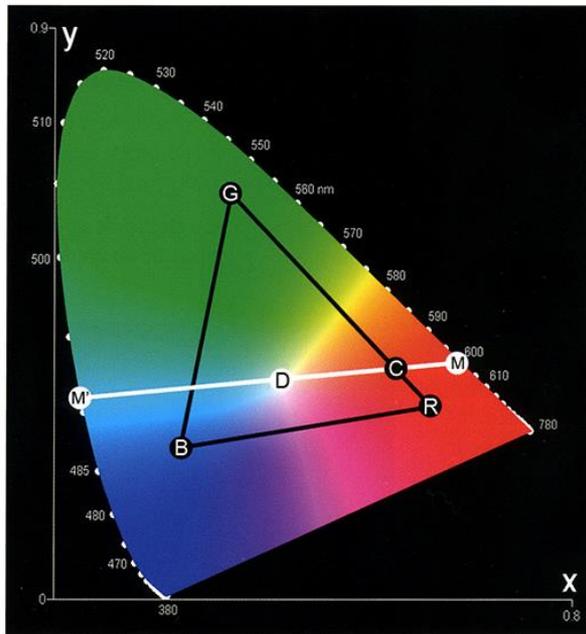
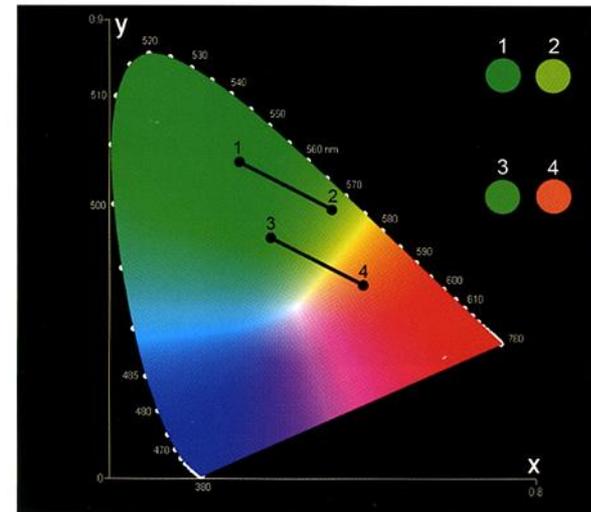
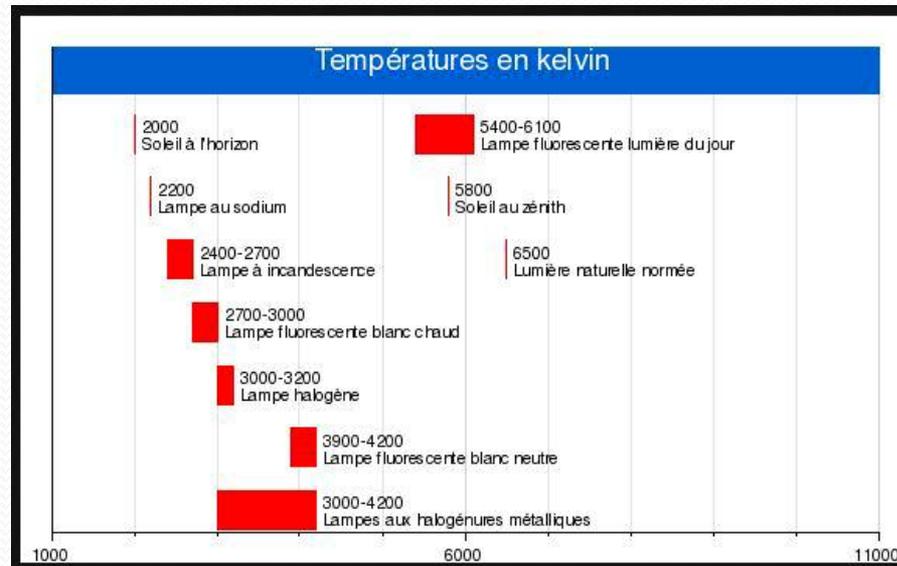
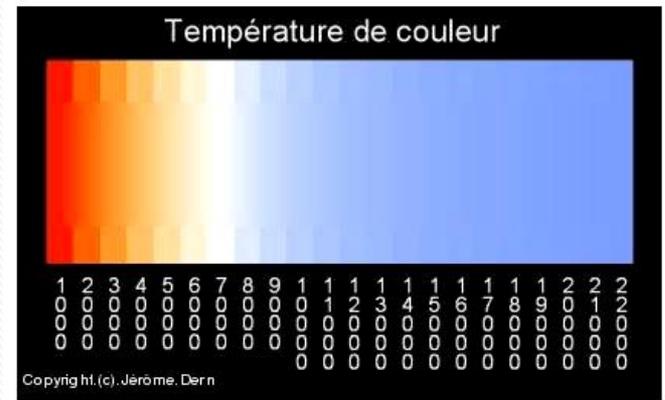
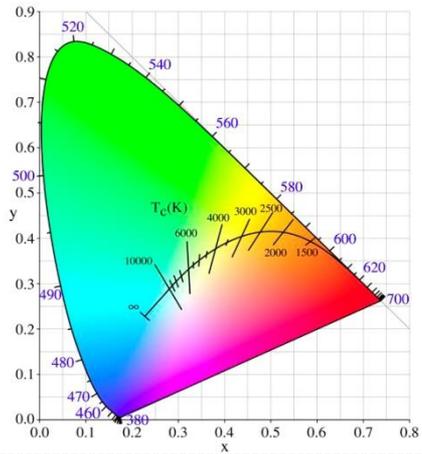


Diagramme de chromaticité



Les couleurs 1 et 2 sont perçues comme proches alors que les couleurs 3 et 4 sont perçues comme éloignées.

# Température de couleur et illuminants standards CIE (Commission internationale de l'éclairage)



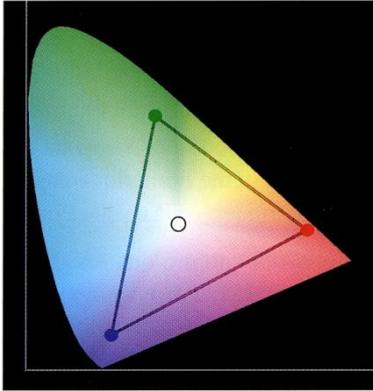
### Températures de couleur proximales de sources d'éclairage

Température de couleur proximale	Sources d'éclairage
1 800 K	Flamme d'une bougie
2 800 K	Ampoule ordinaire de 40 à 60 W à filament de tungstène
2 900 K	Ampoule ordinaire de 100 à 200 W à filament de tungstène
3 200 K	Projecteur de studio, ampoule Photoflood, tungstène-halogène
3 800 K	Tube fluorescent haut de gamme
5 000 K	Éclairage de type lumière solaire chaude utilisé dans les dispositifs professionnels d'observation d'image (table lumineuse, pupitre d'examen)
5 500 K	Flash électronique, soleil au milieu de l'après-midi ou de la matinée
6 500 K	Soleil à midi, éclairage fluorescent lumière du jour
8 000 K	Soleil sous un ciel brumeux
9 300 K	Couleur naturelle du blanc affiché par certains écrans avant étalonnage

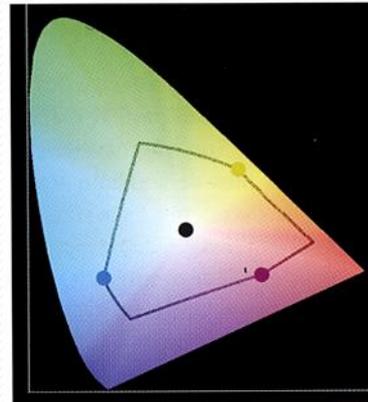
### Caractéristiques des illuminants standards CIE

Illuminant CIE	Composantes chromatiques		TC proximale	Source lumineuse modélisée par l'illuminant	
	x	Y			
A	0,448	0,407	2 856 K	Lampe banale à filament de tungstène, qui se comporte à peu près comme le corps noir à 2 856 K.	
D50	0,346	0,359	5 003 K	Illuminants solaires Lumière solaire chaude du matin ou de la fin de l'après-midi. C'est l'illuminant de référence pour l'imprimerie (examen de documents sur les tables lumineuses ou les pupitres de contrôle professionnels). Il est la référence de nombreux espaces colorimétriques de travail et a été choisi par Adobe pour baser son mode Lab et par l'ICC pour être le blanc de référence dans l'espace de connexion des profils (voir le chapitre 4).	
D55	0,332	0,347	5 503 K		
D65	0,313	0,329	6 504 K	Éclairage solaire au milieu de la matinée ou de l'après-midi. D55 est l'illuminant D dont la couleur se rapproche le plus du blanc idéal E et constitue un bon compromis pour le réglage des écrans d'affichage.	
ID50	0,343	0,360	5 000 K	Lumière solaire légèrement bleutée observée à midi. Blanc de référence de nombreux espaces colorimétriques de travail. Peut être considéré comme un blanc d'usage général.	
ID65	0,311	0,331	6 500 K	En cours de standardisation CIE, ces nouveaux illuminants ID indoor daylight modélisent la lumière du jour filtrée par un vitrage « moyen » à l'intérieur d'un bâtiment.	
E	0,333	0,333	(5 454 K)	illuminant « blanc idéal » hypothétique dont la distribution spectrale est plate, conservant la même valeur quelle que soit la longueur d'onde. Cet illuminant, qui ne peut être réalisé par une source lumineuse réelle, est l'une des bases des espaces colorimétriques CIEXYZ.	
F2	0,372	0,375	4 230 K	Tubes fluorescents Ancien standard CIE A large spectre Tube fluorescent ordinaire	
F7	0,313	0,329	6 500 K		Lumière du jour, simule D65.
F8	0,346	0,359	5 000 K		Lumière du jour, simule D50.
F10	0,346	0,360	5 000 K		Tube fluorescent à spectre étroit, trois raies spectrales
FL2	0,372	0,375	4 230 K	Nouveau std. 2004 Tube fluorescent ordinaire	
FL7	0,313	0,329	6 500 K		Tube fluorescent à large bande
FL11	0,381	0,377	4 000 K		Tube fluorescent à spectre étroit, trois raies spectrales
HPI-HPS	Nouveau standard CIE 2004 : lampes au sodium et aux halogénures métalliques				

## Espace colorimétrique d'un appareil et/ou gamut



Gamut d'un écran dans le diagramme de chromaticité xy. Les points situent ses trois primaires et son « point blanc ».



Gamut d'impression standard FOGRA39 (ISO 12647-2:2004). Les points jaunes, cyan, magenta et noir représentent les quatre encres CMJN.

Point blanc = 6500°k = D65 = lumière solaire



Scanner

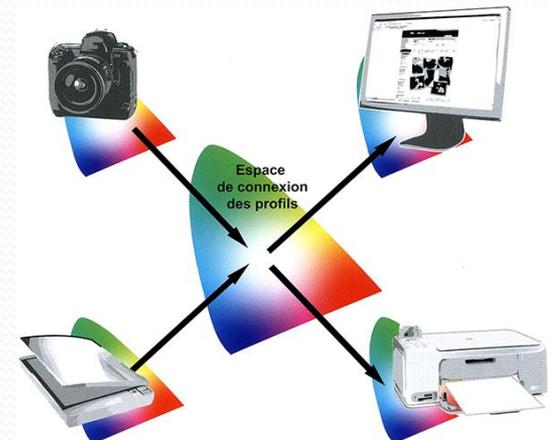


Imprimante

Écart entre le profil d'un scanner et celui d'une imprimante

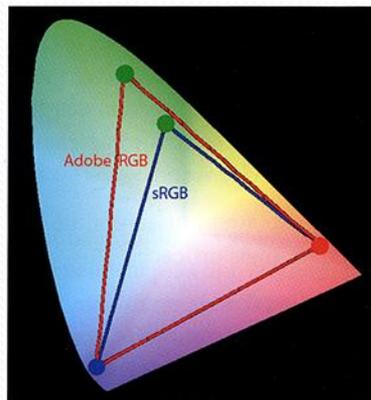
Photo © Fabrice Maltzieu

## Flux de gestion des couleurs : entrée - sortie

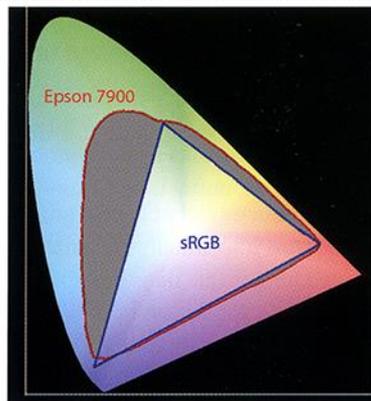
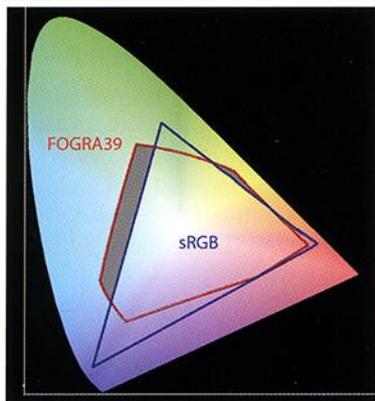


L'espace de connexion des profils sert de pivot entre les espaces/profils du scanner, de l'appareil photo numérique, de l'écran et de l'imprimante.

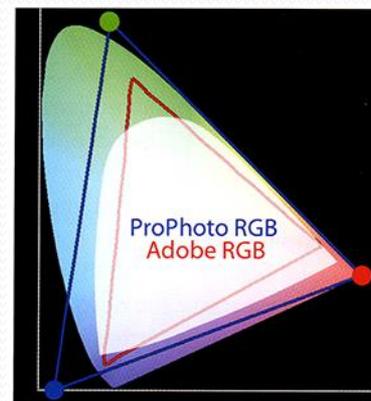
# Les espaces de travail



Les gamuts des espaces sRGB et Adobe RGB (1998) se distinguent seulement par leurs primaires vertes.



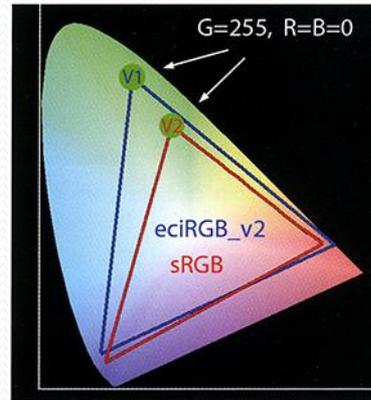
L'espace sRGB est incapable de représenter des couleurs (zones grisées) qui seraient pourtant imprimables sur une presse offset (FOGRA39/ISOcoated\_V2\_eci) ou sur une imprimante photo (Epson 7900).



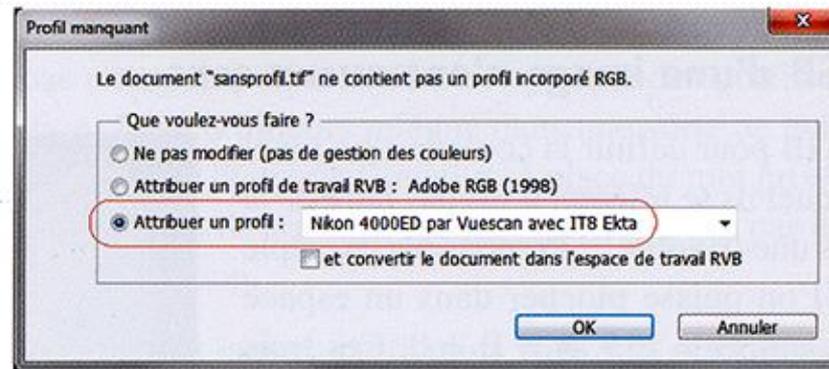
L'immense gamut de l'espace ProPhoto RGB, avec ses deux primaires hors du spectrum locus, est conçu pour englober les « couleurs du monde réel » définies par Kodak (zone blanche).

## Profil d'une image

*Sans espace de référence, les composants RGB d'une image n'ont aucun sens.*



$G = 255, R = B = 0$  ne désigne pas la même couleur selon qu'ils se réfèrent à un espace ou à un autre.



Boîte de dialogue affichée quand Photoshop ouvre une image dépourvue de profil incorporé.

## Comment choisir son espace de travail

*L'espace de travail doit être le plus grand possible, mais pas trop ! Il doit englober les gamuts des différents appareils, sans toutefois gâcher ses capacités de stockage dans des zones de couleurs sans applications pratiques (cassures dans les dégradés)*



Aucun écrêtage par ProPhoto RGB



La couche rouge est écrêtée par Adobe RGB (1998) dans les zones signalées en rouge par ACR.

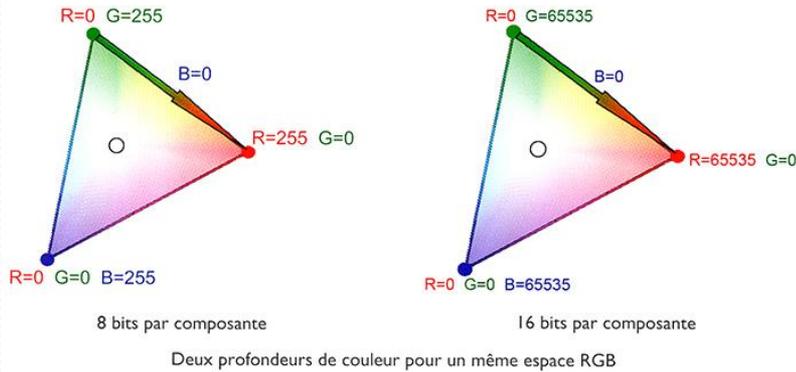
Jeune élève de Bharata natyam dans le temple de Chidambaram en Inde

*Les APN ont généralement 2 espaces de couleurs sRGB et Adobe RGB 1998. Dans ce cas, il peut ne pas être utile de traiter ses photo avec l'espace Prophoto.*

# Caractéristiques des espaces de travail

*Etendue de gamut et profondeur de couleur*

*Faut-il travailler en 8 bits ou en 16 bits ?*



*A gamut important, grande profondeur de couleur*

Caractéristiques des espaces de travail RGB

Nom de l'espace	Auteur/ copyright	Volume gamut relatif/ Adobe RGB	Codage l/gamma	Illum. blanc	Primaires				
						x	y	Y	Gamut
Adobe RGB (1998)	Adobe	1	2,2	D65	R	0.640	0.330	0.29736	
					G	0.210	0.710	0.62735	
					B	0.150	0.060	0.07528	
ProPhoto RGB	Kodak	2,20	1,8	D50	R	0.735	0.265	0.28804	
					G	0.160	0.840	0.71187	
					B	0.037	0.0001	0.000096	
sRGB	HP	0,69	Courbe spécifique ≈ 2,2	D65	R	0.640	0.330	0.212656	
					G	0.300	0.600	0.715158	
					B	0.150	0.060	0.072186	

*Adobe RGB est pris comme référence = 1 ( $\cong$  eciRGB = 1,02 [European Color Initiative]) ; sRGB = 0,69 ; ProPhoto = 2,20  
On considère que si le rapport n'est pas sensiblement supérieur à 1, on peut exploiter l'espace de travail avec une profondeur de couleur de 8 bits. Au-delà il est prudent et même indispensable d'appliquer une profondeur de couleur de 16 bits.*

**Attention cependant : certains logiciels et certains types de fichiers, comme le JPEG, acceptent uniquement une profondeur de 8 bits !**

**Donc en Adobe RGB 1998 on peut travailler en 8 bits, mieux en 16 bits.**

## Espace de travail : conclusion

Si vous ne choisissez pas le format RAW, votre appareil photo produit des fichiers JPEG et ce n'est pas une bonne idée : la compression entraîne une définition en sRGB [ou au mieux en Adobe RGB (1998)] avec perte de données. Il faut savoir que le traitement en JPEG par l'APN représente 80 % du traitement, Il ne reste que 20 % où l'on peut agir !

**Il est dommage, alors que vous avez investi dans un appareil photo de qualité, de lui laisser la main pour traiter vos clichés en JPEG. Un simple compact ferait le même travail !!!**

**Donc, faites des RAW en Adobe RGB 1998 et soyez maître de vos photos!**

Vos images issues de l'APN sont des fichiers originaux à ne pas perdre !

Pour l'impression offset : choisir des fichiers TIFF plutôt que sRGB dans un espace Adobe RGB (1998) ou ProPhoto en 16 bits.

Mais dans ce cas les fichiers photo deviennent volumineusement « pachydermiques » !

De plus dans Photoshop le TIFF ne conserve pas tous les calques comme le PSD.

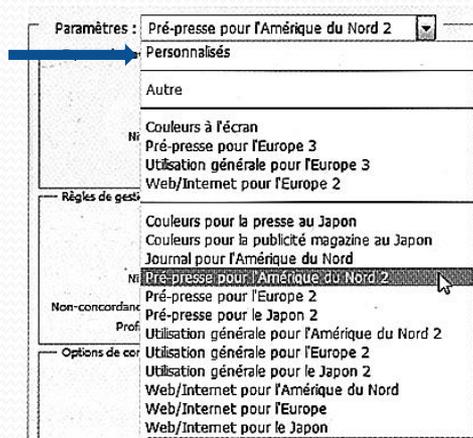
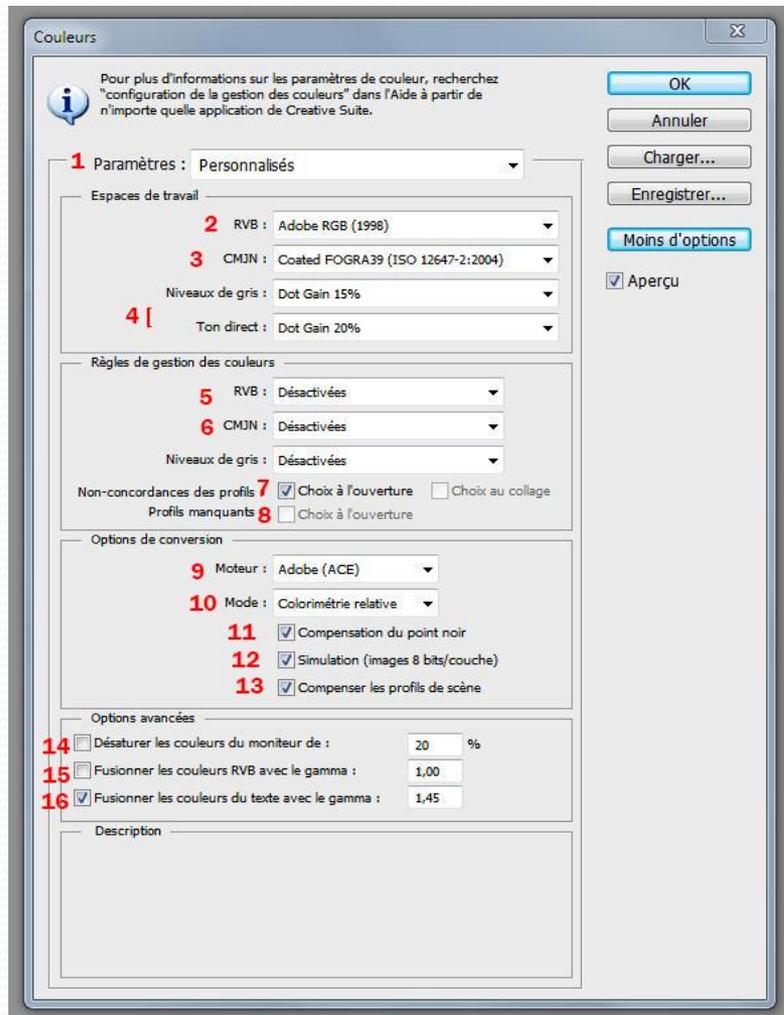
Autre erreur à ne pas commettre : convertir une image sRGB en espace Adobe RGB (1998) ou pire en ProPhoto.

Il n'y a pas d'amélioration de l'image et même on peut introduire des artefacts dus aux erreurs de quantification.

# Images et gestion des couleurs dans Photoshop CS6

Il faut qu'une porte soit verte... ou d'une autre couleur. *Pierre Dac*

## Boîte de dialogue [Edition] Couleur



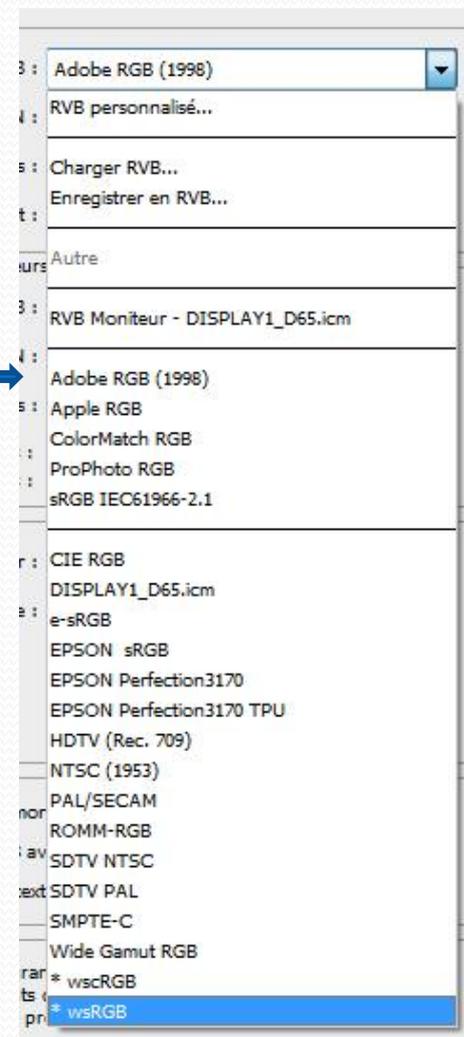
Menu paramètres des préférences Couleurs

1

3 = FOGRA 39/Euroscale Coated V2

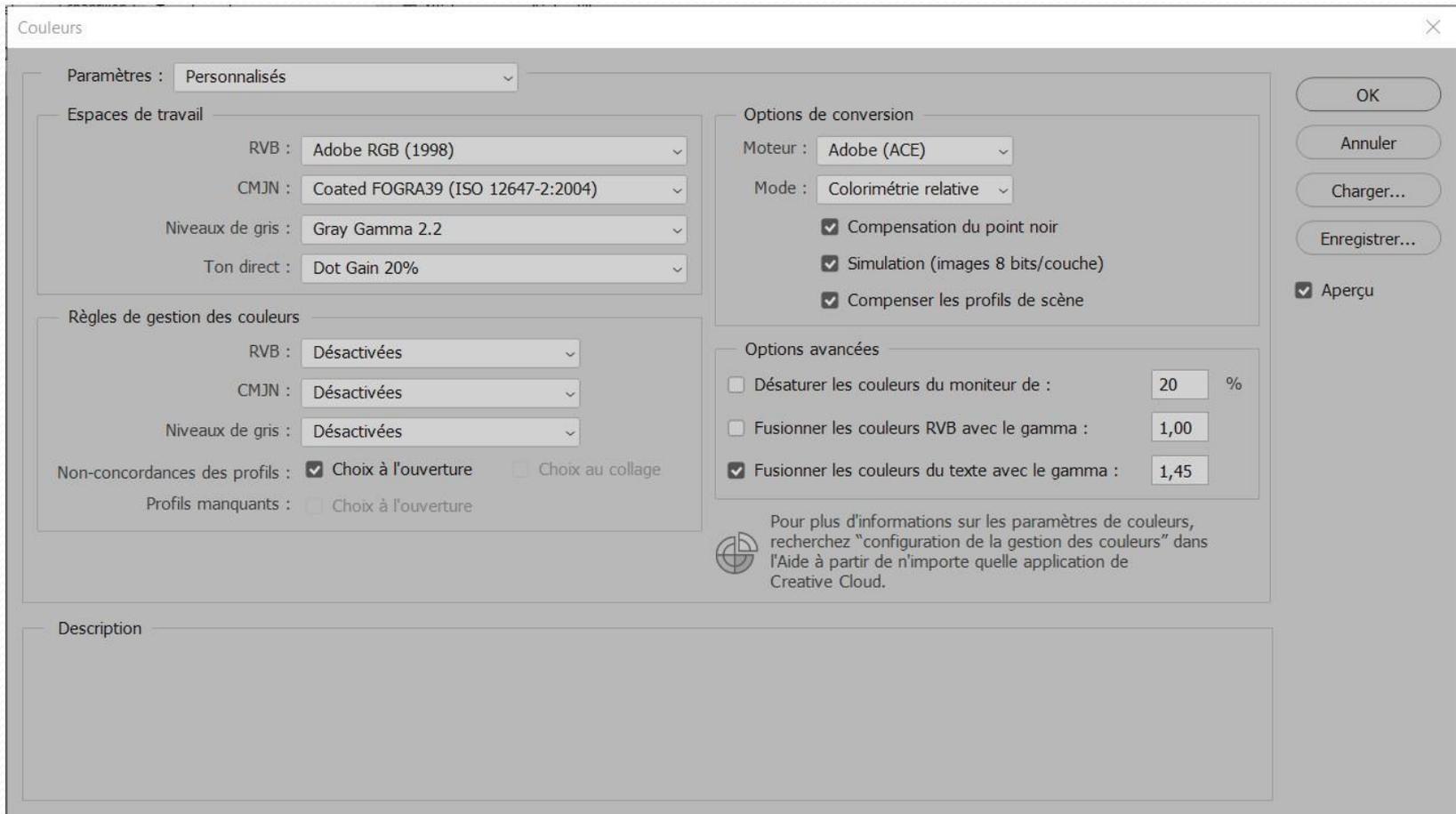
Niveau de gris : Dot Gain 15% ou gamma 2.2

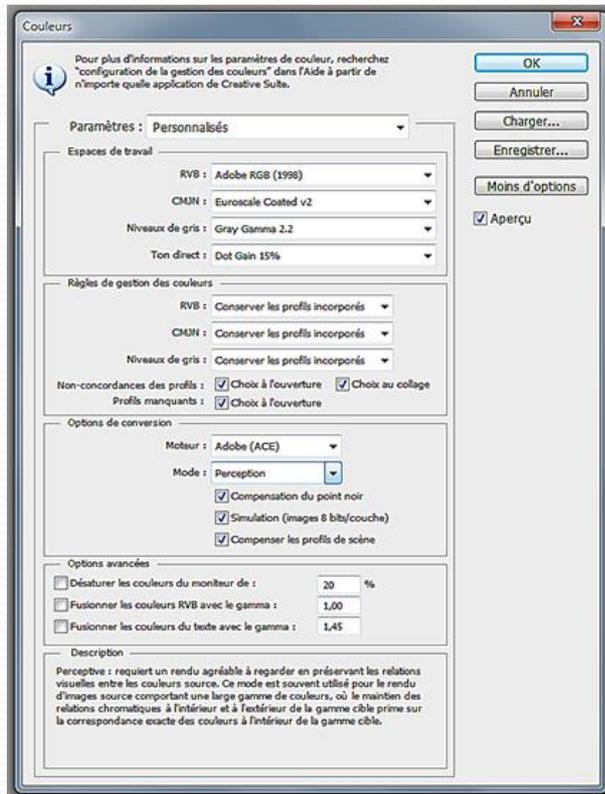
4 = Ton direct 15 %



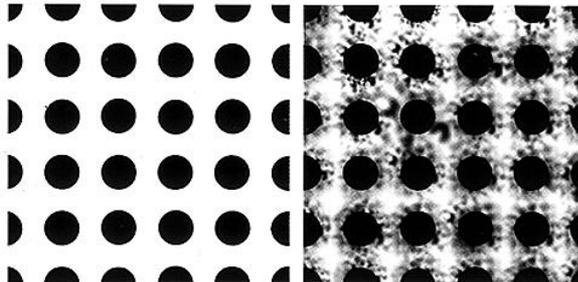
2

## Dans Photoshop CC :

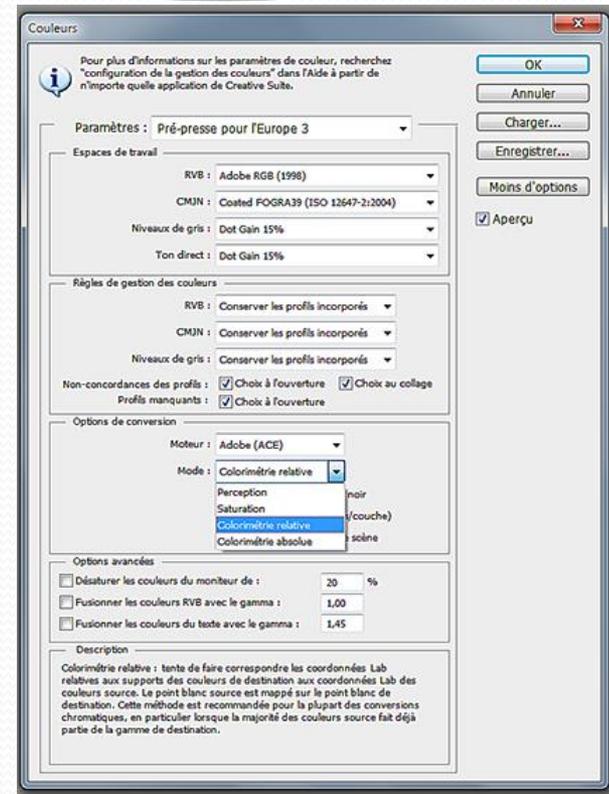




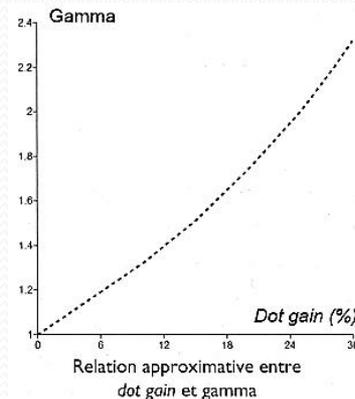
Christophe Métairie



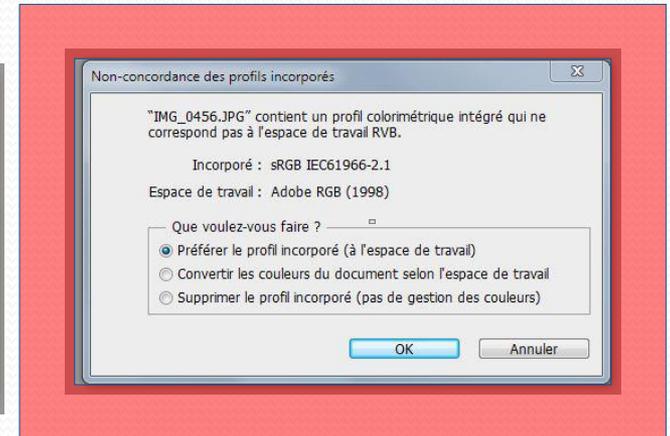
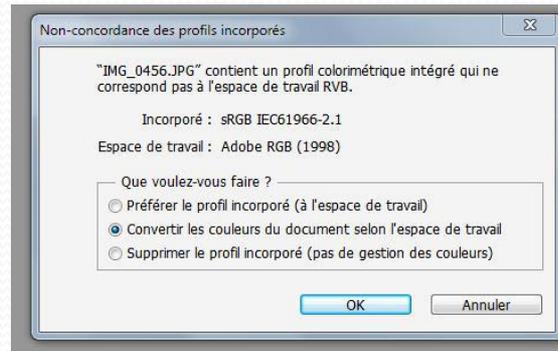
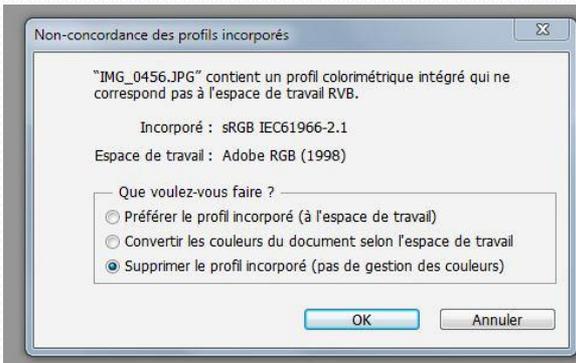
Point de trame théorique et point de trame réel engraisé (dot gain) par l'absorption de l'encre par le papier



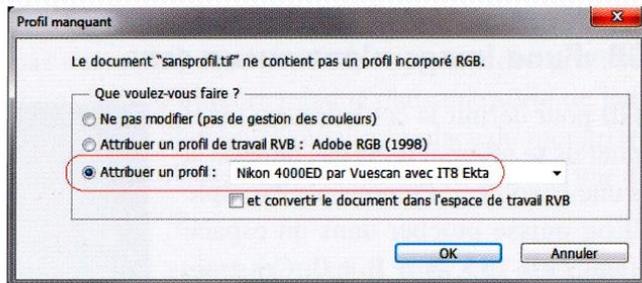
Jean Delmas



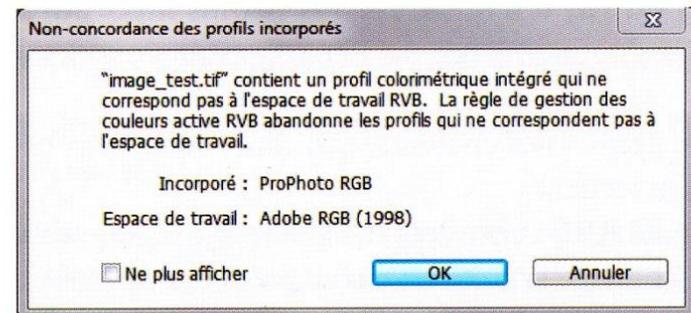
5  
6  
7  
8



## Cas rares et « périlleux »



Boîte de dialogue affichée quand Photoshop ouvre une image dépourvue de profil incorporé.



Suppression du profil incorporé sous prétexte de non-concordance avec l'espace de travail par défaut !

## Options de conversion

**9** = choisir moteur ACE d'Adobe

**10,11** = colorimétrie relative et compensation du point noir  
(correspondance blanc/blanc)

**12** = simulation 8 bits (maintenir valeur par défaut)

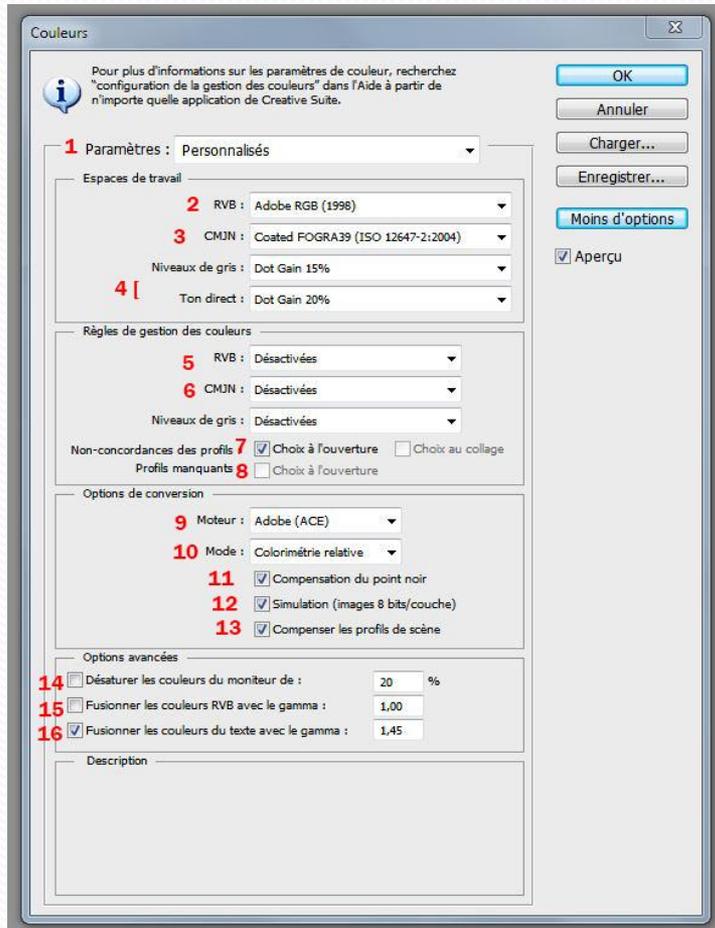
**13** = à cocher, sans effets, valable pour la vidéo

## Options avancées

**14** = à décocher

**15** = à cocher

**16** = peut être coché

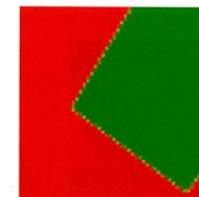
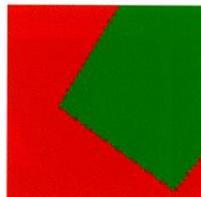


Gamma 1/2,2 de Adobe RGB (1998)



Gamma linéaire

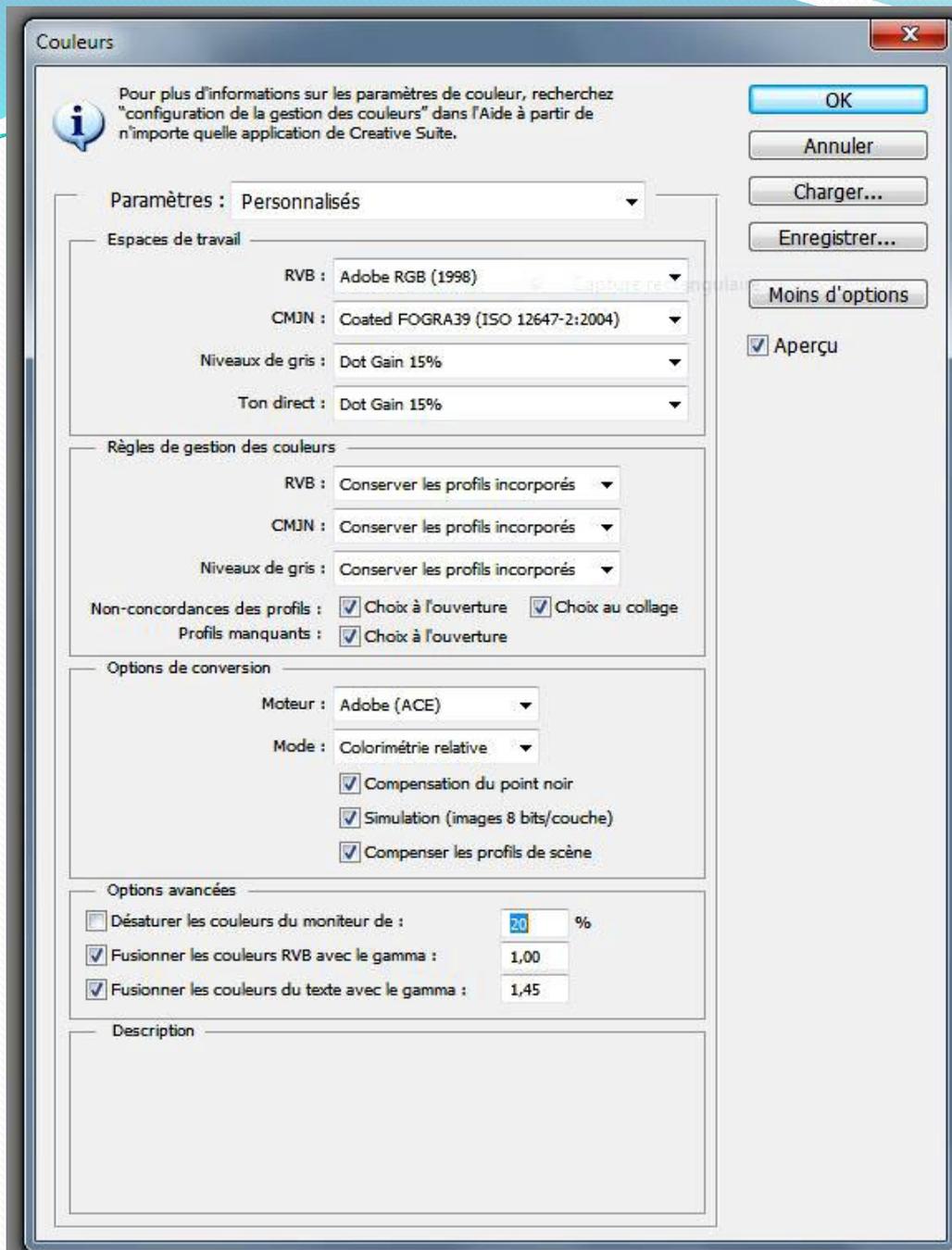
Fusion de deux calques rouge et vert



Détail de la fusion



Fusion du A rouge sur fond vert avec un gamma de 1 (à gauche), de 1,45 (au centre) et sans l'option (à droite)



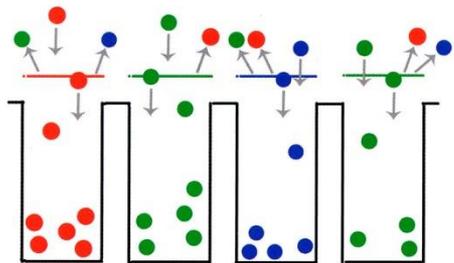
Voilà ce que je vous propose

# A quoi sert un appareil photo ?

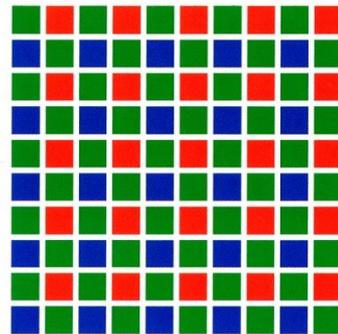
Sortons d'abord de l'ombre un paradoxe aussi fondamental que surprenant : sauf pour certaines applications particulières, comme la copie de documents ou la reproduction d'œuvres d'art, la fabrication d'une image avec un appareil photo, qu'il soit numérique ou argentique, n'a pas pour objectif de reproduire fidèlement la colorimétrie et l'échelle tonale de la scène photographiée, ce que les modestes propriétés des supports imprimés rendent tout à fait impossible.

Non, son objectif, finalement plus ambitieux et subtil, est de fournir à l'observateur une image de la scène qui soit, tenez-vous bien, aussi « **convaincante et agréable** » que possible.

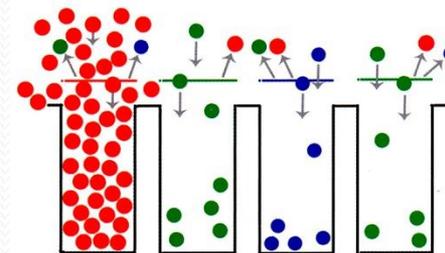
## Capteurs et dématricage



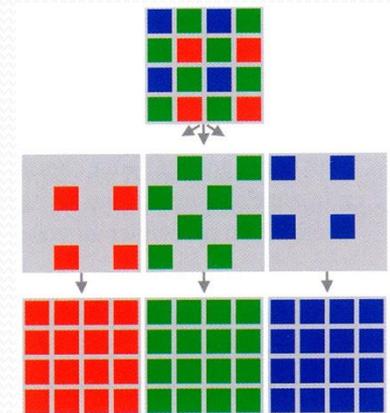
Chaque photosite capture les photons rouge, verts ou bleus filtrés par la matrice de Bayer.



Matrice de Bayer

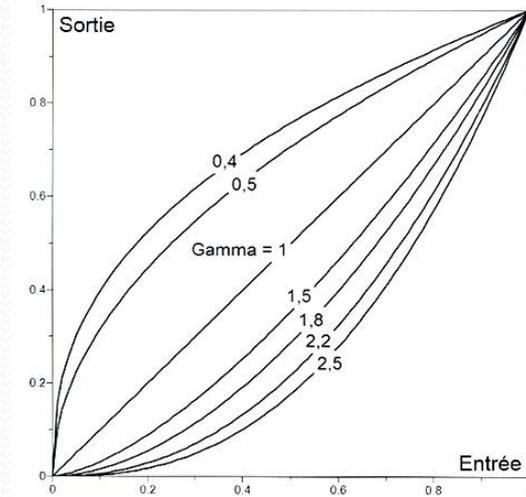
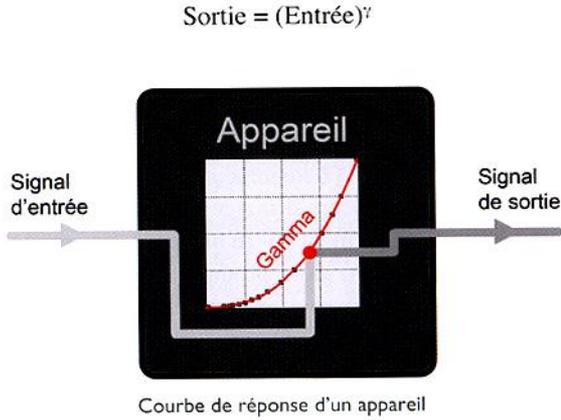


Saturation d'un photosite rouge

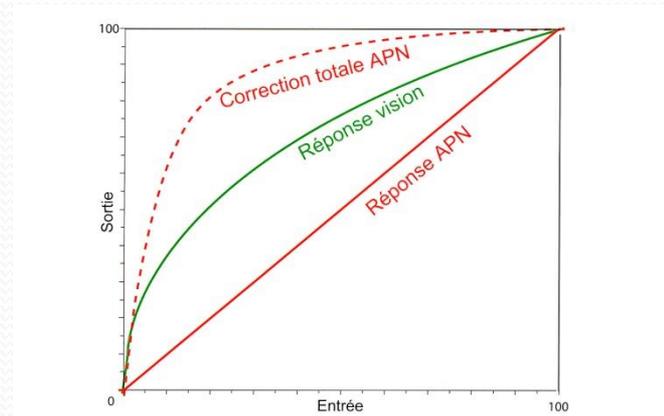


Dématriçage d'une image filtrée par une matrice de Bayer

# Suite et fin, enfin !

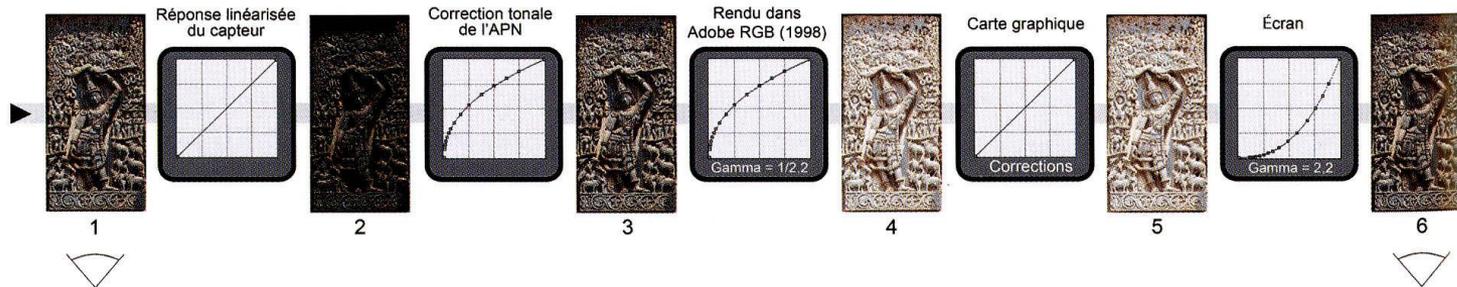


Courbes de réponse d'appareils dont les valeurs de  $\gamma$  varient de 0,4 à 2,5.



Courbes de réponse tonales : APN, perception visuelle et correction tonale de l'APN

## En conclusion



**+ l'imprimante !!!**

Transformations tonales de la scène jusqu'à l'affichage de sa photographie sur un écran

1. Scène perçue par la vision – 2. Image brute dématricée « linéaire », saisie par le capteur et simplement corrigées des non-linéarités aux deux extrémités de l'échelle tonale – 3. Image corrigée par la courbe de correction tonale de l'APN – 4. Image codée dans l'espace de sortie du développement, ici Adobe RGB (1998), et ouverte par une application d'affichage – 5. Image en sortie de la carte graphique du poste de travail – 6. Image observée sur l'écran



**MERCI**