



L'Atelier Photographique de l'Erdre

LA GESTION DES COULEURS

L'objectif de cette séance est de permettre à chacun de comprendre ce qui se passe de la prise de vue à l'impression en matière de couleur pour en faciliter la gestion.

Il s'agit d'une introduction à la calibration des chaînes graphiques.

Pour approfondir, je vous renvoie à la mine d'informations que représente le site d'Arnaud FRICH où je puise régulièrement mes sources.

1 - La lumière et la couleur

La lumière est une onde électromagnétique. Comme toutes les ondes, elle peut avoir des fréquences différentes.

C'est cette longueur d'ondes qui va déterminer sa "couleur".

Quand les longueurs d'ondes sont courtes (vers 380 nanomètres) elles sont perçues comme du bleu - violet par un œil humain. Et quand elles sont plus longues (vers 700 nanomètres), elles sont perçues comme rouge.



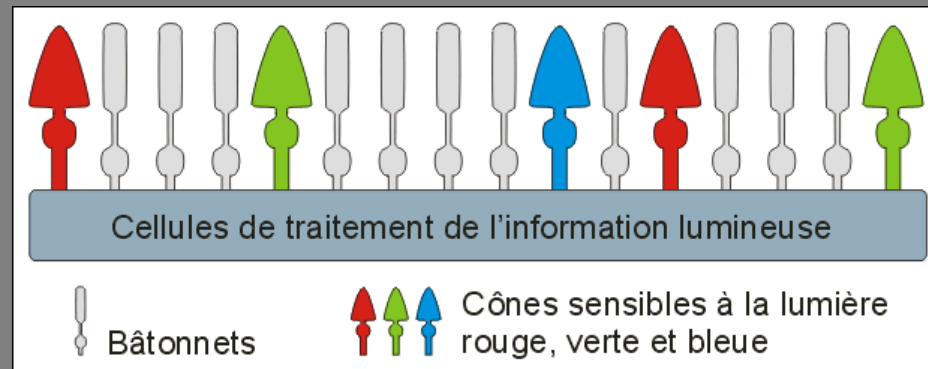
Au-delà du spectre visible pour l'homme, se trouvent d'un côté les infrarouges perçus par certains animaux, et de l'autre les ultraviolets. Ce sont eux qui notamment nous font bronzer...

2 - L'œil et la vision de la lumière

L'image est formée par la cornée puis projetée sur la rétine.

Celle-ci est tapissée de cellules nerveuses de 2 types : les bâtonnets et les cônes. Tous sont sensibles à la lumière mais pas de la même façon :

- les bâtonnets : ils sont sensibles à la quantité de lumière, et voient en noir et blanc .
- les cônes : certains sont sensibles au vert, d'autres sensibles au bleu, enfin les troisièmes sont sensibles au rouge



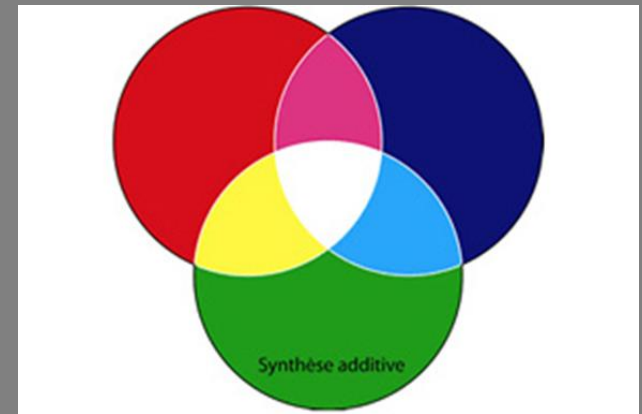
Une particularité : les cônes sensibles au vert sont 2 fois plus nombreux que ceux qui sont sensibles au rouge ou au bleu.

3 - De la vision de la lumière à la couleur

L'œil perçoit donc la quantité de lumière (luminosité) grâce aux bâtonnets, et la couleur grâce aux cônes (certains sensibles au rouge, d'autres au vert, et enfin les derniers au bleu).

Transmises au cerveau, ces données de luminosité et ces 3 couleurs vont permettre la reconstitution de l'ensemble des couleurs visibles par l'homme, du bleu-violet au rouge, et ce de manière continue.

Autrement dit avec du ROUGE, du VERT et du BLEU on peut « fabriquer » toutes les autres couleurs perceptibles par l'homme...



Voilà pourquoi les écrans et les capteurs possèdent des luminophores (ou pixels) RVB. Ils simulent ainsi le comportement de l'œil afin de reproduire toutes les couleurs visibles.

4 - Les nuances d'une couleur

C'est en 1931, qu'un institut, le CIE, a entrepris de tester et de comparer la vision de plus de 10 000 personnes pour déterminer ce que pourrait être la vision d'un œil humain standard .

Après avoir réalisé ces tests, les chercheurs ont constaté qu'il fallait 200 nuances dans le dégradé d'une couleur pour qu'elle soit perçue comme continue, comme dans l'exemple ci-dessous.



5 - De la couleur à l'écriture informatique

Le langage des ordinateurs est basé sur des 0 et des 1 (un bit).
La brique fondamentale, c'est l'octet, qui est égal à 8 bits.

- Avec 1 chiffre : nous avons 0 ou 1. Cela donne 2 possibilités (éteint, allumé) le signal est codé sur 1 bit.

- Avec 2 chiffres : nous avons alors 00 ou 01 ou 10 ou 11 cela donne 4 possibilités (éteint, foncé, clair, allumé), le signal est codé sur 2 bits.

- Avec 3 chiffres : 000 ou 001, etc... Nous obtenons 8 possibilités, le signal est alors codé sur 3 bits.

Et ainsi de suite...

6 – L'informatique et les couleurs

Nous savons qu'il faut au moins 200 combinaisons pour décrire toutes les nuances d'une couleur.

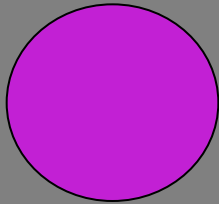
Pour avoir 200 combinaisons en langage informatique, il faut disposer de 2 puissance 8, soit 256 niveaux possibles (de 0 à 255). *Avec 7 chiffres il n'y aurait eu que 128 combinaisons possibles.*

Et cela pour chacune des 3 couleurs, rouge, vert et bleu.
Soit $256 \times 256 \times 256$ combinaisons possibles.

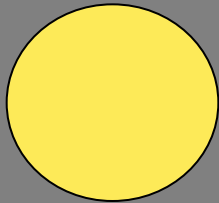
C'est plus de 16,7 millions de définitions informatiques RVB pour décrire l'ensemble des couleurs.

Une couleur correspond donc à un signal RVB qui s'écrit sous la forme de 3 nombres. Le premier pour le rouge, le second pour le vert et le troisième pour le bleu.

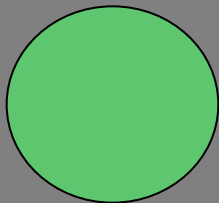
3 couleurs par exemple :



Cette couleur s'écrit : 194, 32, 212



Cette couleur s'écrit : 253, 234, 88



Cette couleur s'écrit : 94, 198, 111

Pause... Que savons nous maintenant ?

- 1 - que la lumière est une onde. Que sa longueur va donner une couleur
- 2 - que l'œil perçoit la quantité de lumière grâce aux bâtonnets et les couleurs grâce aux cônes Rouges, Verts et Bleus.
- 3 -qu'avec du Rouge, du Vert et du Bleu l'œil « fabrique » toutes les couleurs perceptibles par l'homme...
- 4 -qu'une couleur possède environ 200 nuances, et donc qu' en informatique il faut 256 niveaux pour les représenter toutes.
- 5 - qu'au total cela représente plus de 16 millions de définitions informatiques RVB pour décrire l'ensemble des couleurs.

A présent, voyons comment avec ces seules 3 couleurs se fabriquent toutes les teintes et nuances que nous pouvons voir ?

7-Il y a deux façons de synthétiser la couleur

- la synthèse additive**
- la synthèse soustractive**

La synthèse additive. On l'obtient, par exemple en éclairant une scène noire avec 3 spots, 1rouge, 1vert et 1bleu. Chaque spot que l'on allume « ajoute » sa couleur. Leur superposition permet d'obtenir du blanc (255, 255, 255). A l'inverse, s'il sont éteints (0, 0, 0) la scène sera noire.

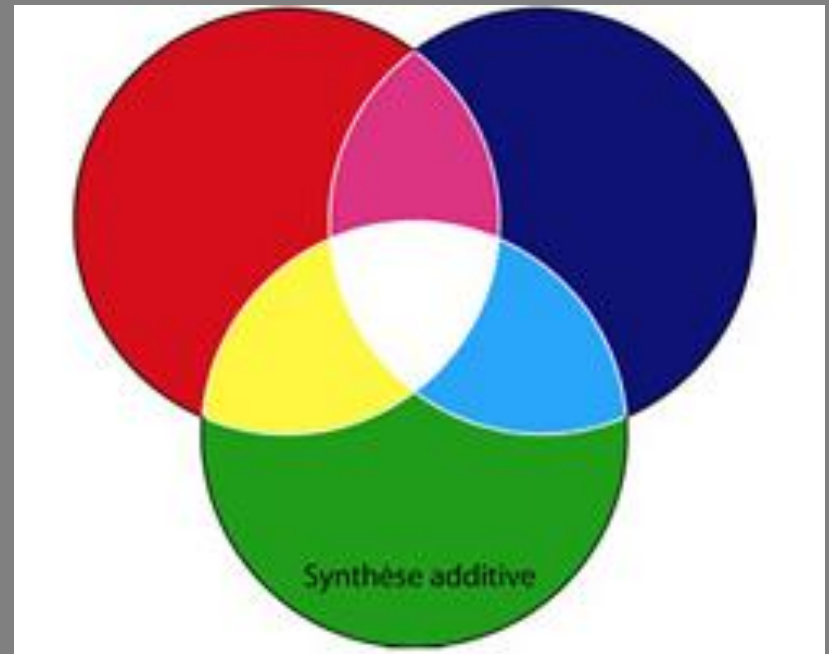
C'est la synthèse additive

Rouge + Vert + Bleu = Blanc

Rouge + Vert = Jaune

Rouge + Bleu = Magenta

Vert + bleu = Cyan



La synthèse soustractive. C'est celle qui correspond à l'impression.

On ne part plus d'une scène où aucune couleur n'existe, mais d'un papier blanc. On n'éclaire plus avec des spots, mais on passe des couches d'encre. Chaque couche opacifie le fond blanc et la couleur que l'on observe au final est celle du blanc moins ce qu'ont opacifié les diverses couches d'encre.

Si l'on passe du jaune, du magenta et du cyan, le papier sera noir.

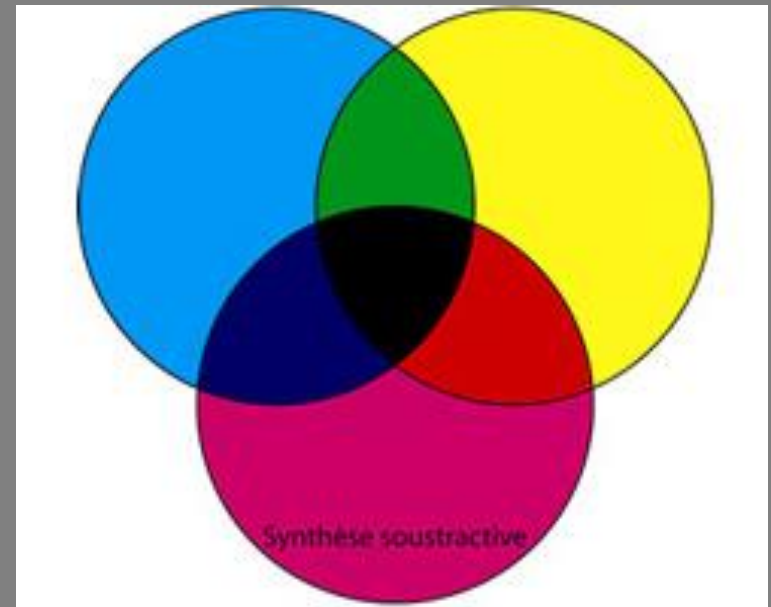
C'est la synthèse soustractive, partant d'un papier blanc, on obtient:

Magenta + Cyan + Jaune = Noir

Magenta + Jaune = Rouge

Magenta + Cyan = Bleu

Jaune + Cyan = Vert



Dans la pratique il faudra aussi rajouter de l'encre noire car 100% des trois autres couleurs ne permettent pas d'obtenir un noir profond à cause des impuretés de l'encre.

8 - Les chiffres et les couleurs !

Maintenant, envoyons un signal RVB donné (255, 112, 44) vers plusieurs écrans différents (comme sur les murs d'écrans des magasins de vente de téléviseurs). Aucun n'affiche la même couleur !!!

Dans un monde parfait, notre œil, nos appareils photo numériques, etc. verraient tous les mêmes couleurs ! Dans la réalité du photographe il en va tout autrement.

Nous avons la désagréable surprise d'observer que les couleurs affichées sur notre écran et/ou sur le tirage qui vient de sortir de notre imprimante sont notablement différentes !



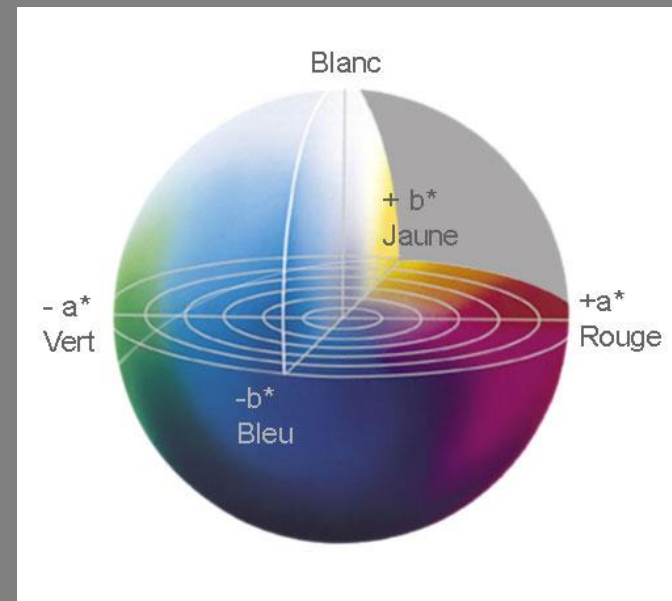
Donc un signal numérique donné, envoyé vers plusieurs écrans, ne produira pas la même couleur (ou sensation colorée) sur chaque écran, car il ne représente pas réellement une couleur mais une donnée numérique qui, envoyée vers un appareil donné, est traduit par une couleur donnée.

9 - L'espace LAB

Nous l'avons vu, c'est en 1931, que le CIE a testé 10 000 personnes afin de déterminer la vision des couleurs de l'œil humain standard. Au total l'homme perçoit environ huit millions de couleurs distinctes.

Le CIE crée alors l'espace universel dans lequel à chaque couleur vraie correspondra une seule couleur universelle.

**C'est l'espace colorimétrique absolu.
L'espace LAB.**



C'est lui qui va servir de plaque tournante, c'est le bureau de change universel en matière de gestion de la couleur.

Pause...Faisons un nouveau point

- 1 - Nous avons vu comment les couleurs se créent en synthèse « additive » et en synthèse « soustractive ».
- 2 - Nous avons constaté qu'un signal RVB ne représente pas réellement une couleur mais une donnée numérique qui sera traduit différemment selon les appareils qui le recevront.
- 3 - Nous avons vu qu'il existe un espace colorimétrique absolu, l'espace Lab. Nous, photographes, ne travaillons qu'avec les valeurs RVB ou CMJN.

Alors comment nous y retrouver ?

10 – les espaces colorimétriques

Pour faire simple, il existe 2 types d'espaces :

- Les espaces indépendants d'un périphérique, l'espace des couleurs possibles résulte d'un calcul et non d'une mesure. Ces espaces sont neutres et sans défaut.
- Les espaces dépendants d'un périphérique, l'espace couleur est par nature limité par les capacités du périphérique.

Il est important de distinguer ces 2 types d'espaces.

Les neutres dit « de travail » qui sont « sans défaut », mais qui ont des limites, et les espaces dépendants d'un périphérique contraints par ses performances.

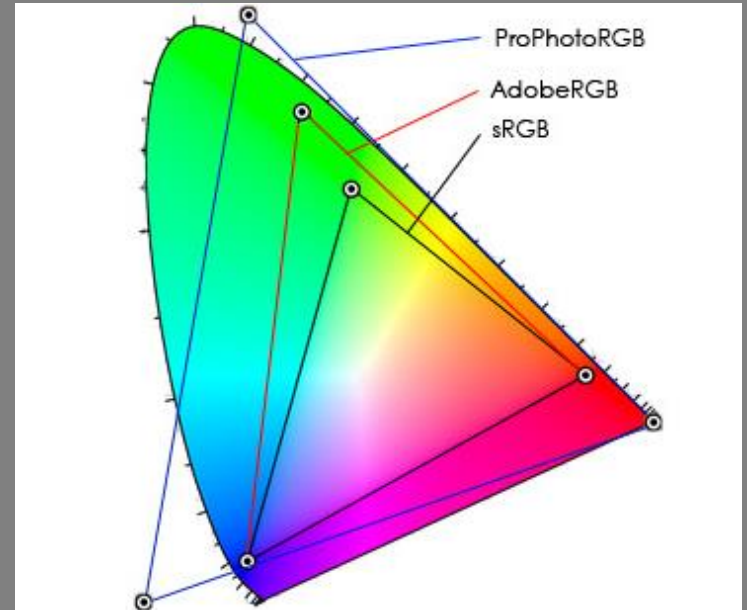
Les espaces indépendants

Ils sont plus ou moins grands, mais tous résultent de calculs et sont parfaitement neutres.

En fond, coloré, l'espace Lab, représente la totalité des couleurs perçues par l'œil humain standard.

Superposés, les 3 espaces les plus utilisés par les photographes :

- le sRGB, en noir
- Adobe 1998 en rouge, comprenant plus de couleurs, notamment dans les verts, et plus légèrement dans les bleus et les jaunes.



Enfin le plus grand en bleu, l'espace « ProPhoto RGB », notamment utilisé par Lightroom. Il va même jusqu'à utiliser des composantes que l'œil humain ne peut pas discerner.

Les espaces dépendants

Ces espaces sont dépendants de chaque appareil, il va donc être nécessaire de mesurer les couleurs de chaque appareil qui peut acquérir (scanner, boîtier numérique), afficher (moniteur, écran, vidéo), ou reproduire (imprimante) par rapport aux couleurs LAB.



Ces espaces seront **toujours plus petits que l'espace LAB** à cause des limitations techniques de l'appareil, de la luminosité mini/maxi et de la saturation maximum des écrans, de la profondeur du noir, de la blancheur du papier, la saturation des colorants ou des pigments des encres pour les imprimantes.

11 - CALIBRER et CARACTÉRISER

Toute la gestion des couleurs est centrée sur cette étape de calibrage des différents appareils qui constituent la chaîne graphique.

C'est grâce au calibrage des différents périphériques et donc à la connaissance de leurs caractéristiques colorimétriques que l'on pourra traduire d'un appareil vers un autre la "bonne" couleur, la couleur LAB !

Le processus de calibrage se déroule en deux parties. Pendant la première, on s'assure que l'appareil de reproduction des couleurs fonctionne de manière optimale, ensuite on mesure ses caractéristiques et ses « déformations ».

Pour un écran par exemple, il s'agira de fixer les conditions dans lesquelles il va reproduire la luminosité, le contraste, le gamma et la température de couleur.

Ainsi pour chaque appareil, les informations résultant de sa calibration et de sa caractérisation seront placées dans un fichier spécial, qui s'appelle :

le profil ICC

12 – Un peu plus sur le PROFIL ICC

Un profil ICC est en quelque sorte la carte d'identité couleur d'une image, ou d'un outil de reproduction des couleurs, puisqu'il contient les caractéristiques colorimétriques de celui-ci, et notamment :

- toutes les couleurs reproductibles par un appareil (en ce sens c'est un espace colorimétrique),
- quelles couleurs LAB il affiche, imprime ou scanne quand on lui envoie des signaux RVB précis (ce sont ses caractéristiques colorimétriques)
- les règles de transformation du fichier d'origine pour que les couleurs puissent être retranscrites ou affichées correctement. Il s'agit là "d'éliminer" ou de corriger les déformations induites par l'appareil.

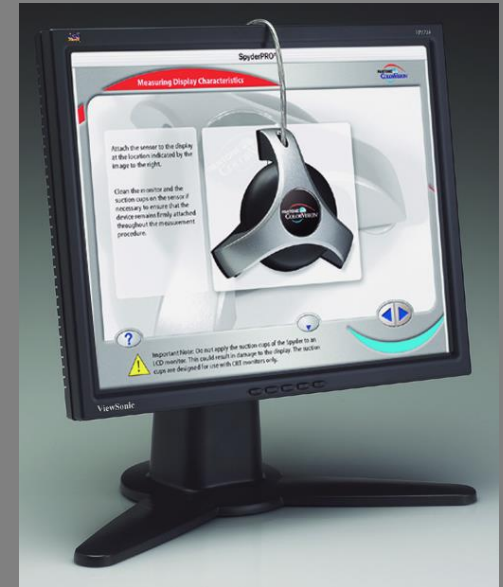
13 – COMMENT FAIRE ?

Malgré les qualités de l'œil humain, personne n'est capable de savoir à quelle couleur $L^*a^*b^*$ il a affaire en voyant devant lui une seule couleur.

Pour réaliser une bonne caractérisation, il faut absolument un appareil de mesure piloté par un logiciel de création de profils.

Les outils comme Adobe Gamma, livrés avec notre matériel, ne permettent que d'approcher de très loin le résultat car ils sont basés sur une interprétation de l'œil humain.

C'est le colorimètre ou le spectrophotomètre.
Il mesure les longueurs d'ondes de la lumière, il sert à mesurer les couleurs qu'un scanner peut numériser, qu'une imprimante est capable d'imprimer, qu'un écran est capable d'afficher.



Nous avons plusieurs colorimètres au club.
Ils peuvent être empruntés par les adhérents auprès de Daniel.

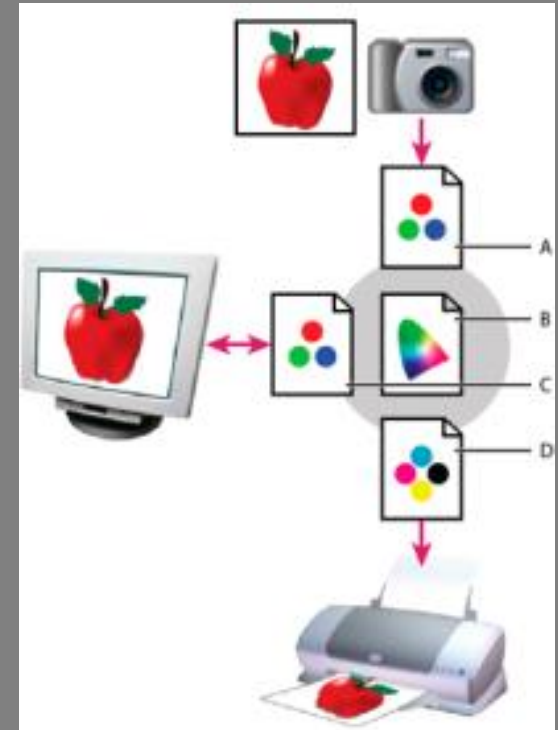
14 - CONVERTIR UNE IMAGE

Il existe donc des espaces couleurs plus ou moins grands, des profils ICC pour chaque périphérique, il faut maintenant organiser la communication afin d'obtenir et transmettre la bonne couleur d'un appareil vers un autre en tenant compte des caractéristiques de chacun.

Cela s'appelle la conversion de l'image.

Les appareils communiquent par l'intermédiaire d'un moteur de conversion de couleur, basé sur les couleurs Lab et leur profil ICC (pour Photoshop c'est le moteur ACE).

Ce moteur va donc traduire cette couleur Lab (en valeur R'V'B) en un autre signal R'V'B' ou C'M'J'N' pour que l'appareil de destination reproduise bien la même couleur LAB.



Pour une impression, la conversion consiste aussi souvent à faire "rentre", comme avec un chausse-pied, toutes les couleurs dans l'espace de l'imprimante pour qu'elles soient tout de même imprimées alors que normalement l'imprimante ne saurait pas le faire !

A présent... QUOI FAIRE ?

- 1- Choisir sur son boîtier adobe 98 comme espace colorimétrique. Si d'autres espaces vous sont proposés, reportez-vous à la notice du boîtier pour choisir un autre profil en fonction de vos attentes.
- 2- Calibrer son écran. Sans calibration il n'y a pas de gestion des couleurs.
- 3- Choisir dans son logiciel de traitement d'image le profil de travail qui correspond à ce que vous voulez réaliser : le sRGB, Adobe 1998, et ProPhoto RGB.
- 4- Vérifier dans son logiciel de trait. d'image que le profil de l'écran est bien celui que vous avez paramétré.
- 5- Lors de l'impression d'une image, choisir le profil ICC du papier utilisé (soit parmi les profils existants dans le PC, soit en le téléchargeant chez le fabricant de votre papier).

Tout d'abord, choisir dans le boîtier l'espace sRGB ou adobe 98 pour l'enregistrement des images

ESPACE COULEUR

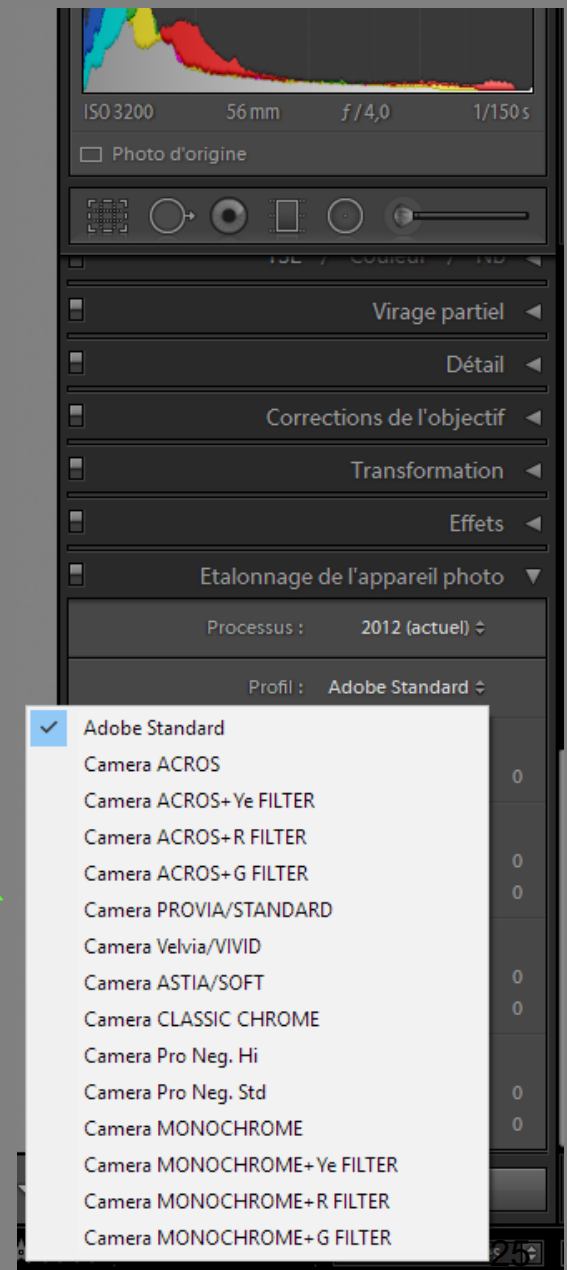
Choisissez la gamme des couleurs disponibles pour la reproduction des couleurs.

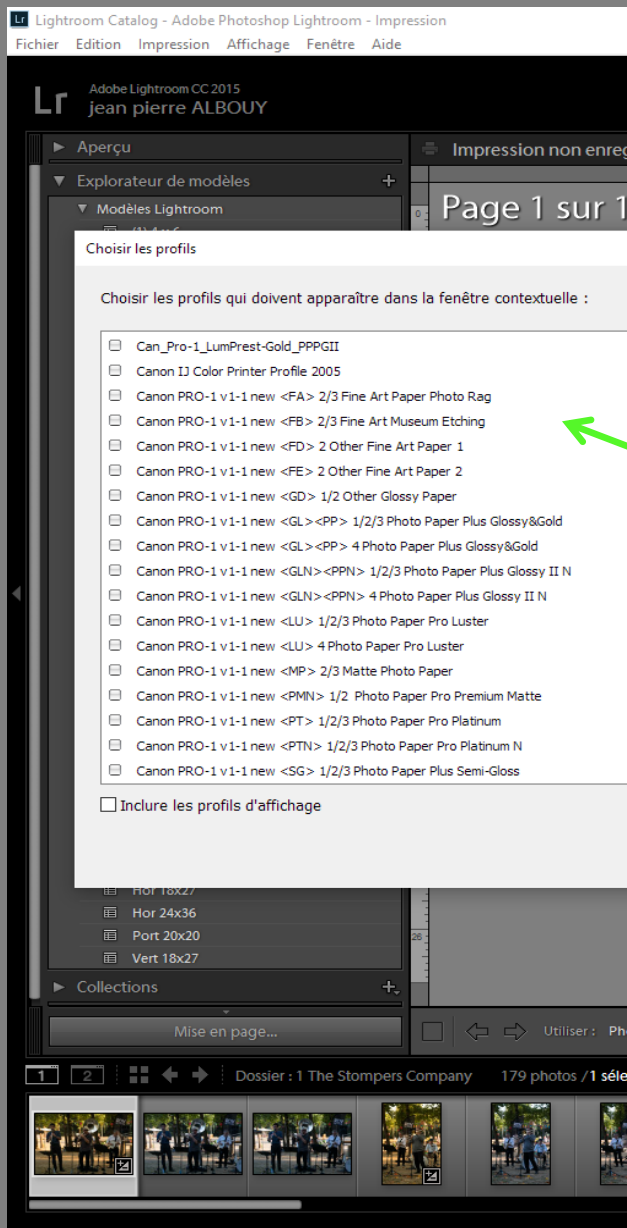
Option	Description
sRGB	Recommandé dans la plupart des situations.
Adobe RGB	Mode destiné aux impressions commerciales.

Il est ensuite possible, si on le souhaite, d'attribuer un profil particulier à une image.

Voilà un exemple des différents profils que l'on peut choisir directement dans un boîtier (*ici FUJI la même possibilité existe pour d'autres marques*).

A noter que si l'on travaille en RAW, on peut aussi choisir ces mêmes profils au moment du traitement dans Lightroom (colonne de droite « Etalonnage de l'appareil photo »)





Lors de l'impression d'une image, choisir le profil ICC du papier utilisé.

- soit parmi les profils existants dans le PC,
- soit en le téléchargeant chez le fabricant de votre papier.

L'exemple est celui d'une imprimante Canon, mais c'est la même démarche chez Epson et autres marques.