

LA

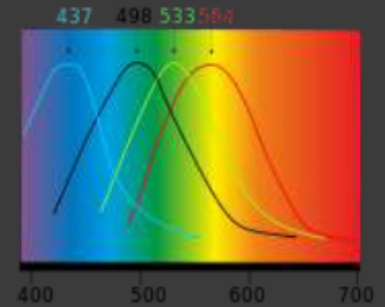
COLORIMETRIE

EN

PHOTOGRAPHIE

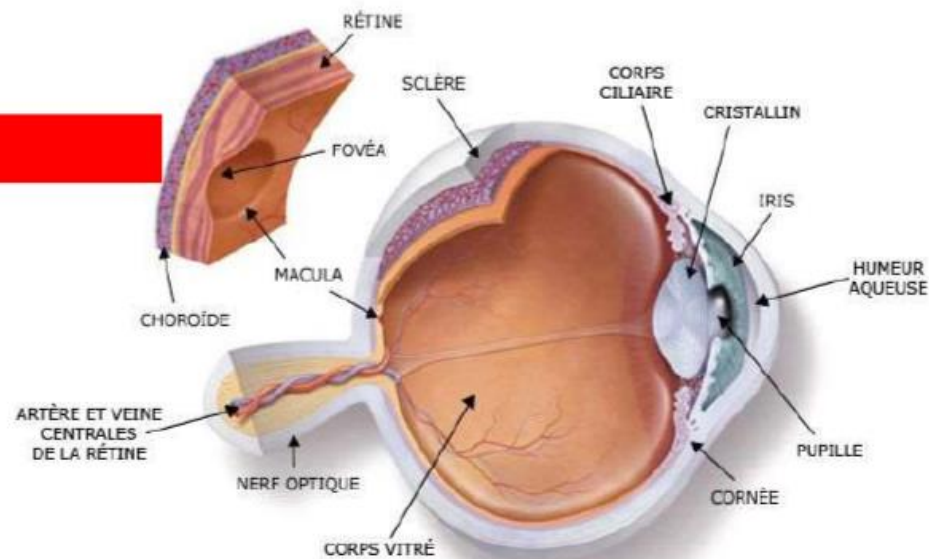
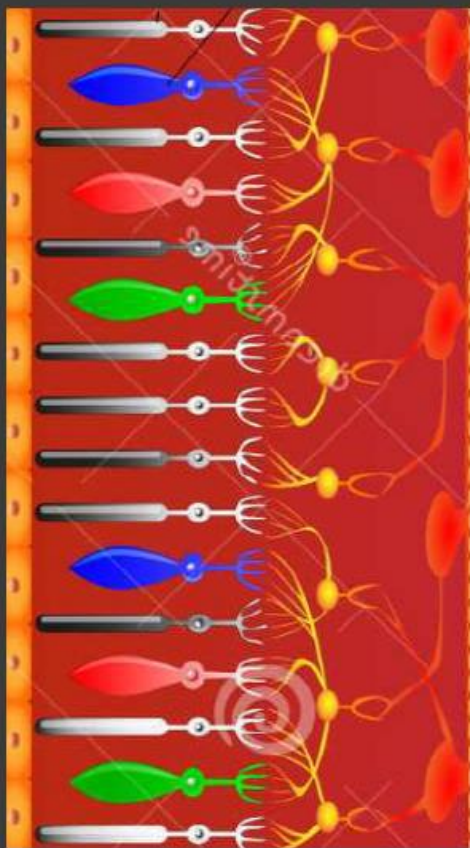
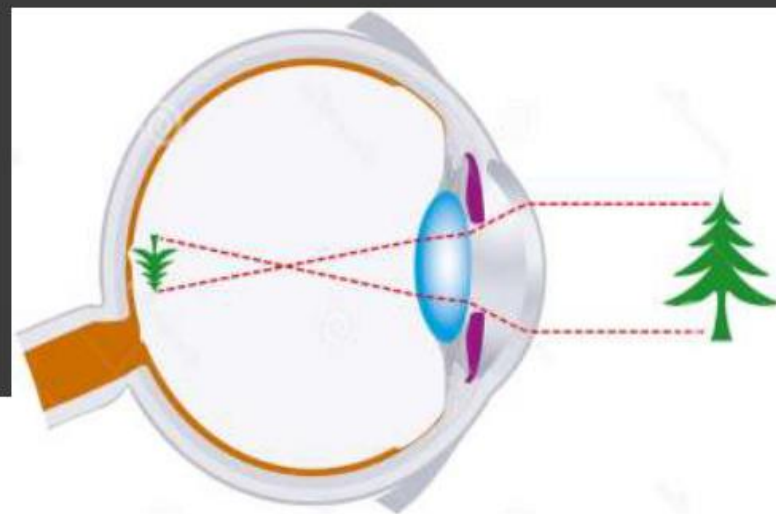
Roger Vantomme

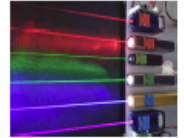
L'œil humain



- Les récepteurs de l'œil servent à décomposer les informations lumineuses en signaux électriques envoyés au nerf optique.
- Chez l'être humain, il existe :
 - 7 millions de cônes : rouge, vert et bleu.
 - Servent à décomposer la lumière en couleurs; des recherches tendent à prouver que chez 10% d'hommes et 50% de femmes, il existerait un quatrième type de cônes sensibles aux oranges.
 - 120 millions de bâtonnets sensibles à la quantité de lumière, plus rapides et plus sensibles que les cônes.
- L'œil humain est capable, pour les meilleurs, de discerner 200 niveaux de chaque couleur RVB (200x200x200) donc 8 millions de couleurs, plus facilement dans les nuances de verts ou de rouges que les nuances de bleus.
- Le dysfonctionnement d'un des trois types de cônes conduit au daltonisme, et le dysfonctionnement des trois types de cônes conduit à l'achromatopsie, dont un des symptômes est l'absence totale de vision des couleurs.

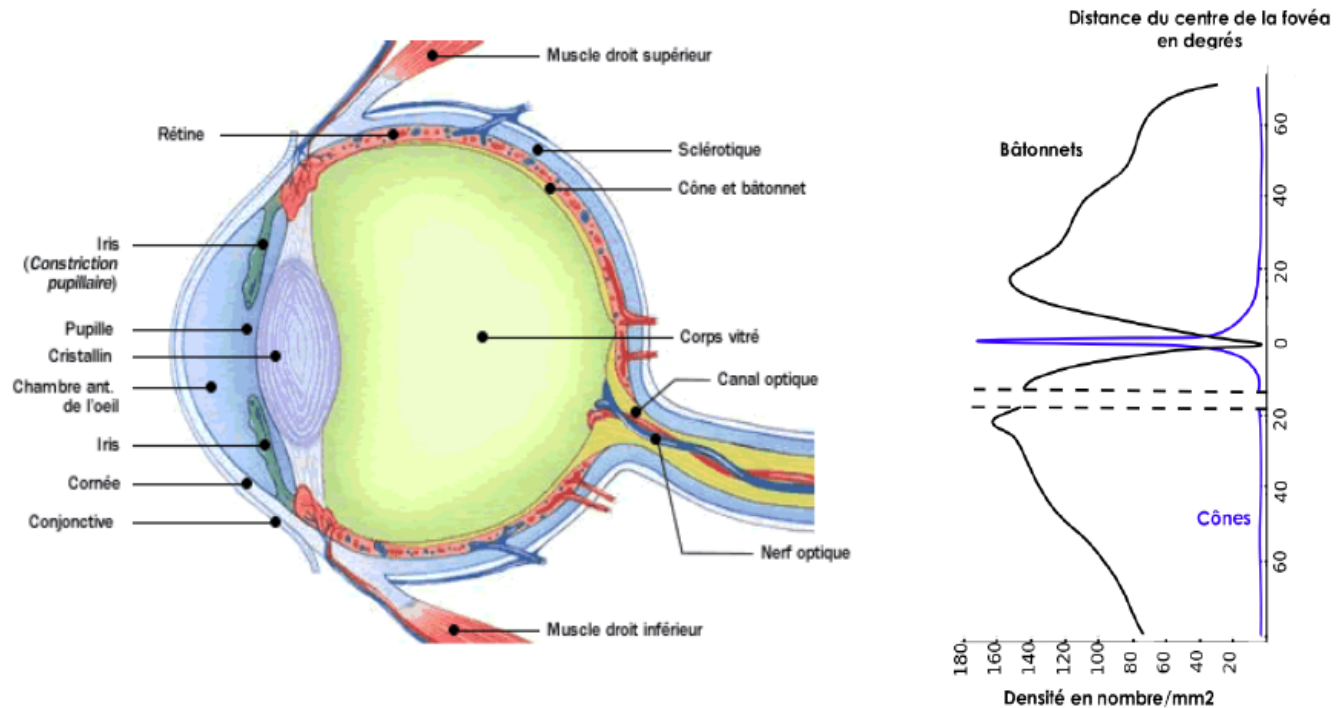
Le champ visuel humain couvre
220° en horizontal et
140° en vertical.



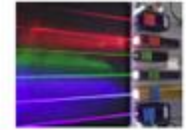


COMMENT VOYONS-NOUS LES COULEURS ?

L'œil humain possède deux types de récepteurs : les **cônes**, sensibles aux couleurs et les **bâtonnets**, sensibles à l'intensité lumineuse, situés sur la rétine



COMMENT VOYONS-NOUS LES COULEURS ?



Les cônes :

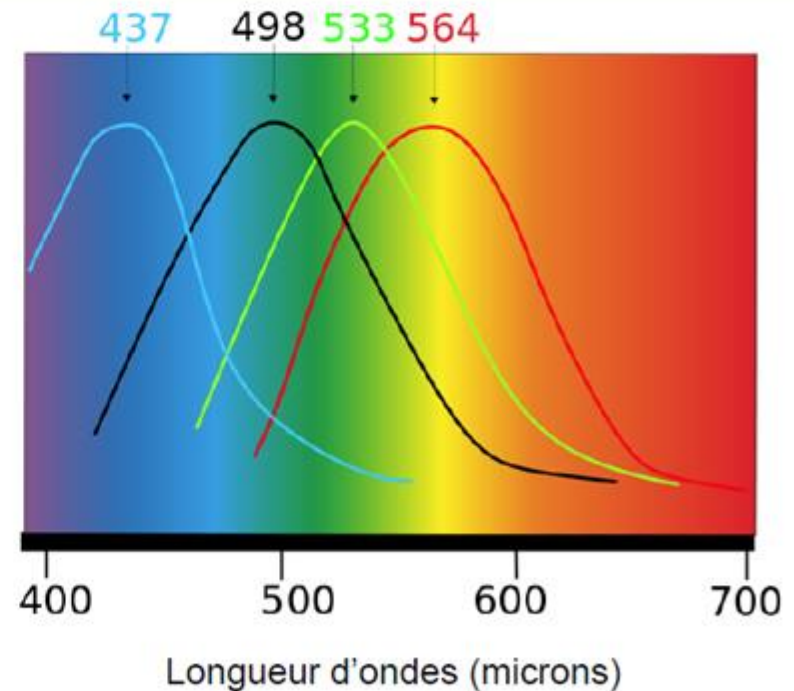
Sensibles au bleu, au vert et au..**Jaune Rouge**

Ne représentent que 5 % des récepteurs de l'œil

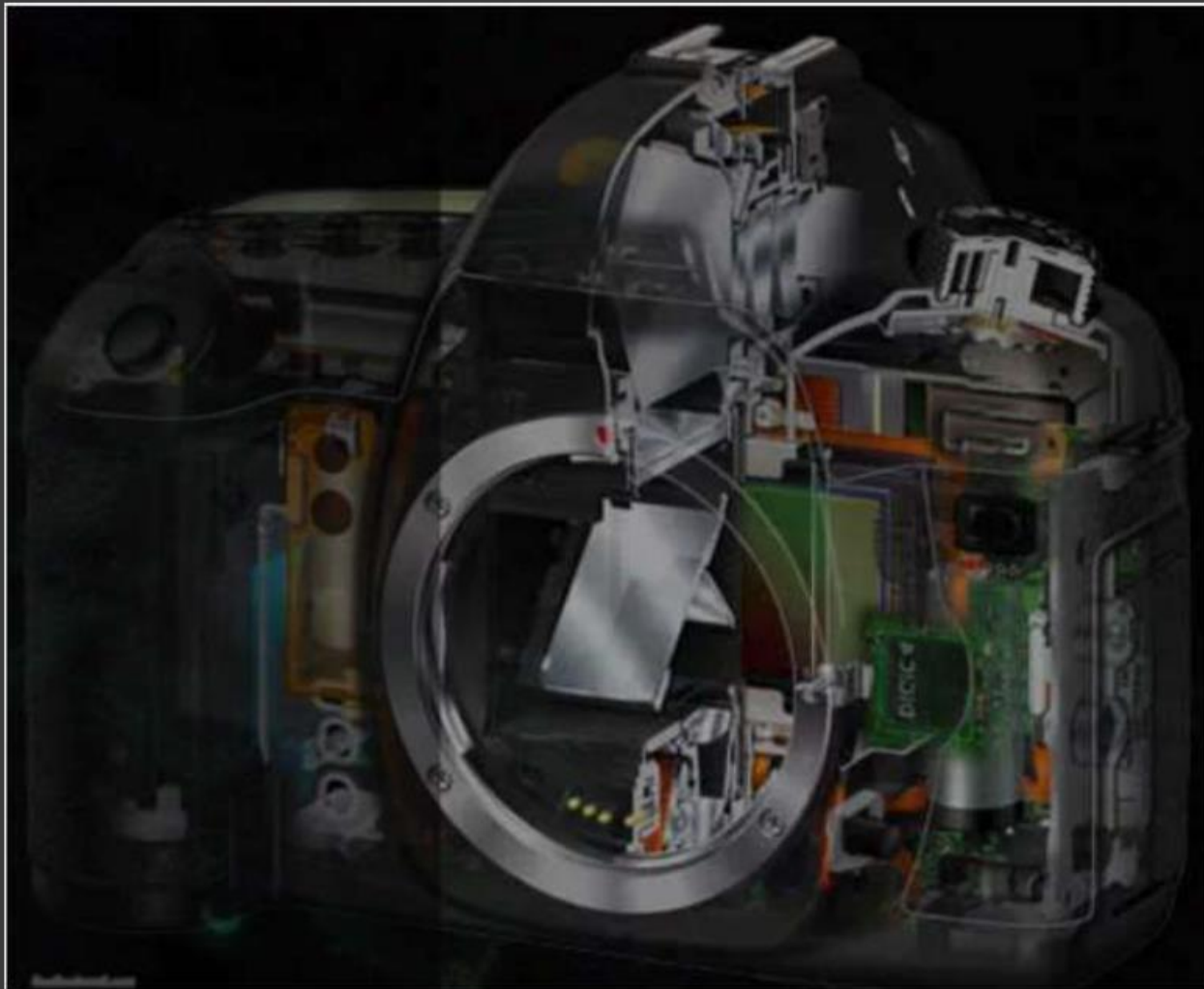
Les bâtonnets :

Sensibles à l'intensité lumineuse seulement...

Représentent 95 % des cellules photosensibles de la rétine



Fonctionnement de mon appareil

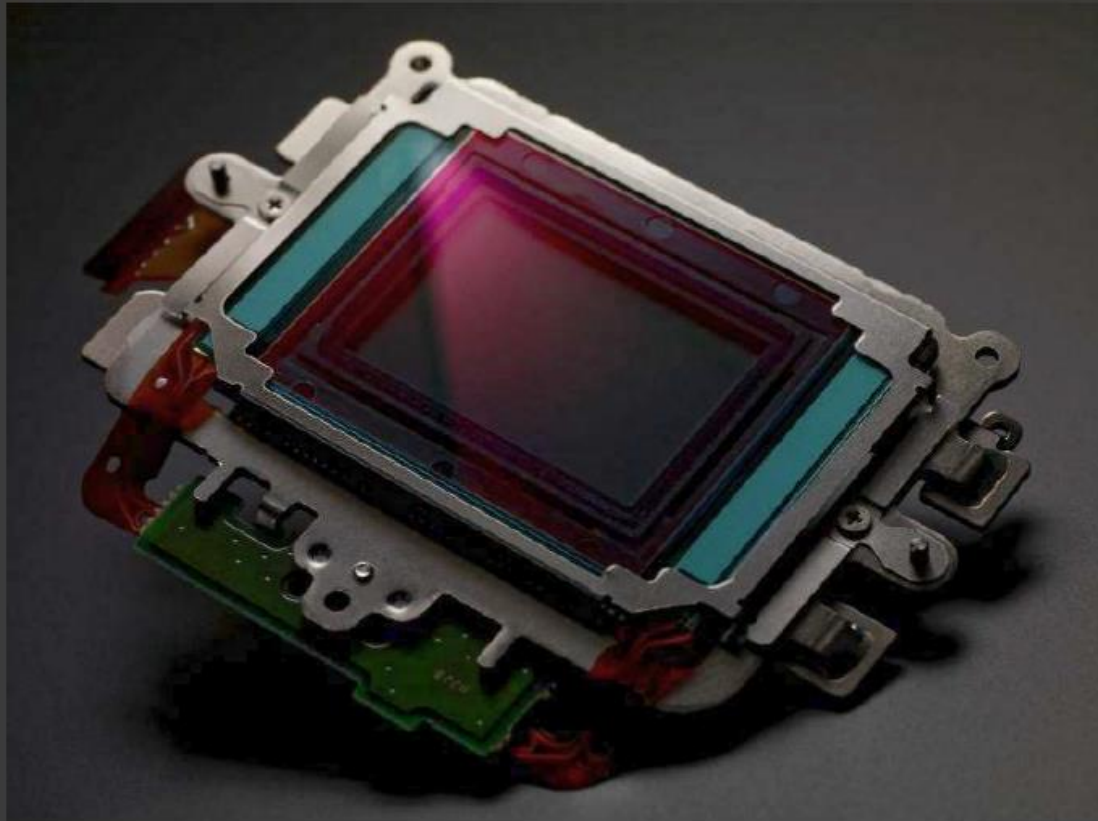


Rappels : Les couleurs et l'informatique

- Les ordinateurs ne savent travailler qu'avec des 0 et des 1. On appelle cela un bit.
 - Donc si on code les couleurs sur un bit nous n'avons que deux possibilités : 0 = éteint et 1 = allumé
- Bit et octet
 - Un bit c'est deux possibilités : 0 ou 1. Cela s'écrit donc sous la forme 2^1 .
 - Un octet est constitué de 8 bits, c'est-à-dire une séquence de huit 0 ou 1. Cela représente 2^8 possibilités (nombre possible de 8 choix de 0 ou de 1) c'est-à-dire $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$ combinaisons !
- Un espace de couleur est la représentation mathématique d'une palette de couleurs.

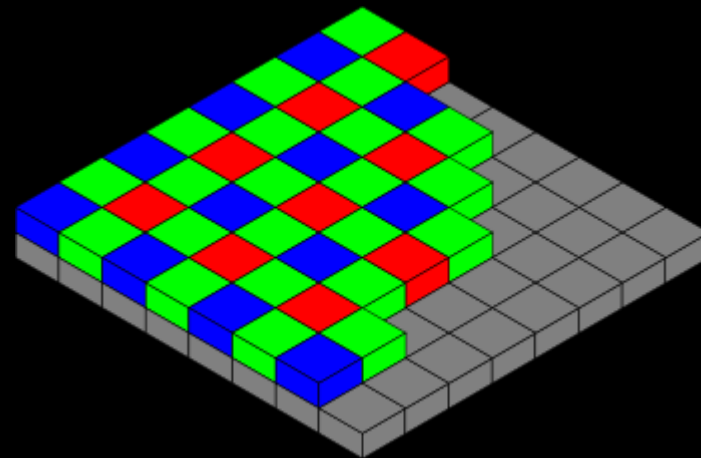
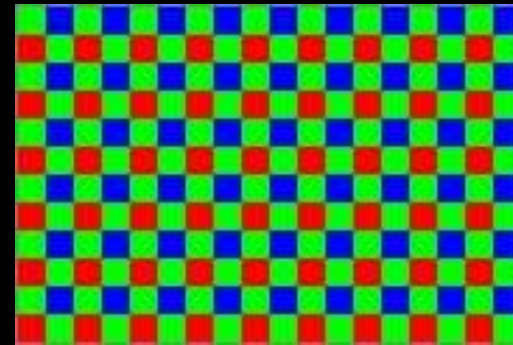
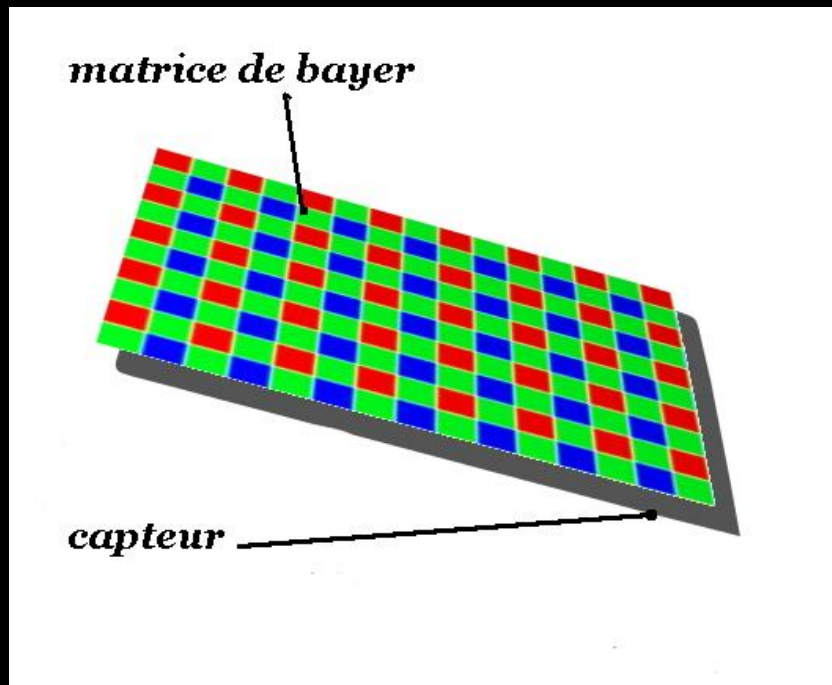
Un **algorithme est** une méthode générale pour résoudre un type de problèmes. Il **est** dit correct lorsque, pour chaque instance du problème, il se termine en produisant la bonne sortie, c'**est**-à-dire qu'il résout le problème posé.

Les capteurs



LE CAPTEUR

Chaque carré représente un photosite qui déterminera un niveau dans un dégradé de gris pour calculer les valeurs du rouge du vert ou du bleu. (après dématricage, on le nommera pixel qui est l'unité de base d'une image numérique.)

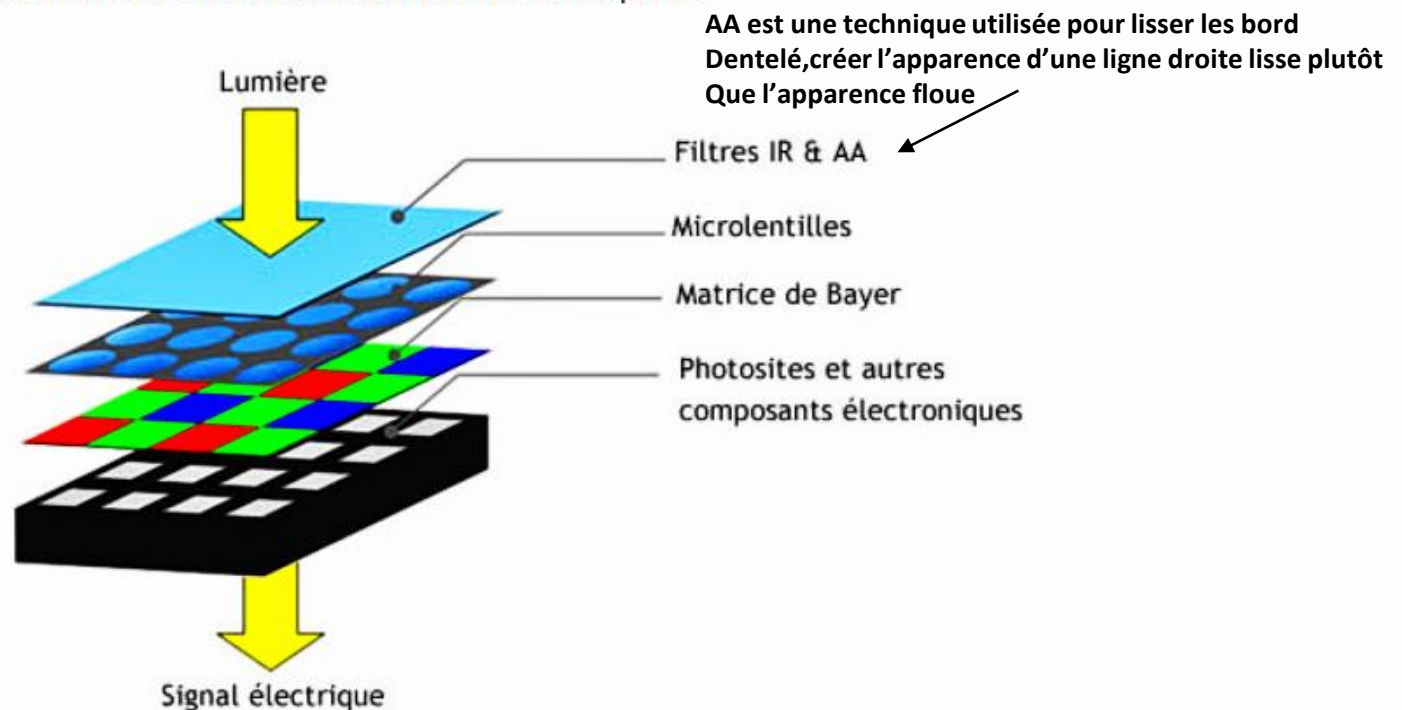


Les composants d'un capteur photo

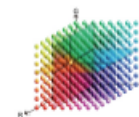
Pour transformer la lumière en fichier numérique le capteur réalise plusieurs étapes :

- Filtrer les informations inutiles, pour éviter d'enregistrer les infrarouges (c'est le rôle du filtre IR) et les très petits détails de l'image qu'il est impossible de correctement enregistrer (filtre AA, pour "Anti-Aliasing").
- Guider les rayons lumineux vers les récepteurs (les photosites) à l'aide de microlentilles.
- Séparer la lumière selon ses 3 composantes Rouge, Verte et Bleu, avec la matrice de Bayer.
- Convertir les photons (la lumière) en électrons (l'électricité), ce que font les photosites

Le schéma suivant vous montre sous forme d'éclaté les différentes couches du capteur :

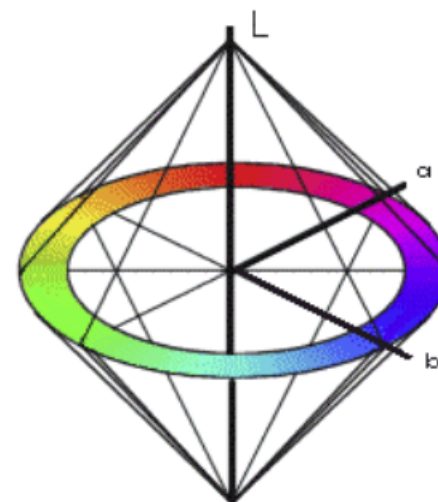


SYSTÈMES ET MODÈLES COLORIMÉTRIQUES



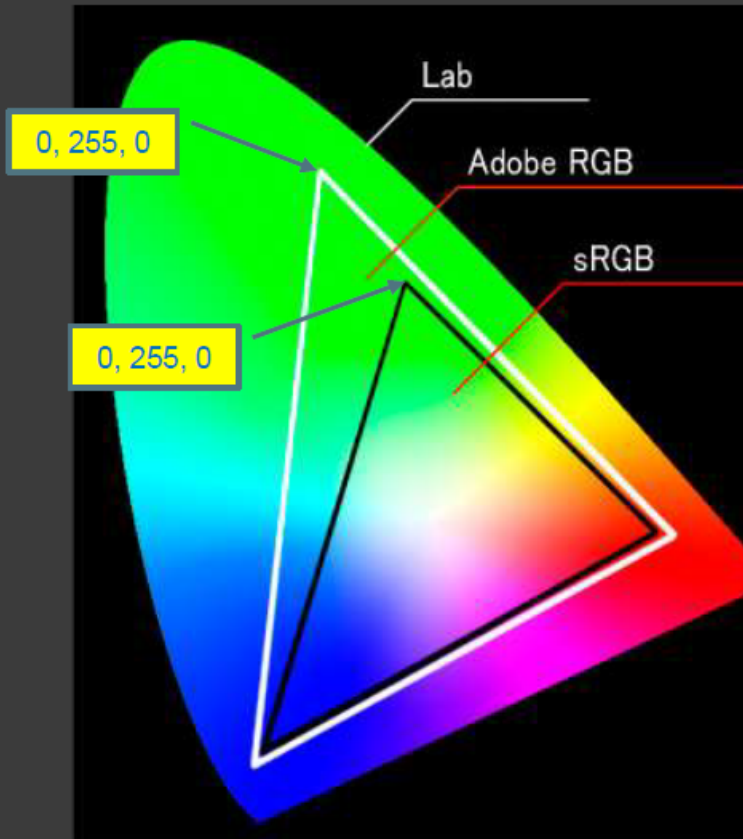
Le système **L*a*b*** est un modèle de couleurs à vocation universelle, comprenant toutes les couleurs visibles par l'œil, qui tend à retranscrire les nuances chromatiques telles que l'œil humain les perçoit.

- **L** représente la **clarté**, en échelle logarithmique,
- **a** représente la première composante chromatique, en échelle logarithmique, sur un **axe vert-rouge**
- **b** représente la seconde composante chromatique, en échelle logarithmique, sur un **axe bleu-jaune**



En photographie, on raisonne en **mode RVB**, et c'est l'outil de traitement des images et/ou le *driver* de l'imprimante qui effectue(nt) la conversion vers le **mode CMJN**, en passant par le **L*a*b***.

Quel espace colorimétrique ?



Espace colorimétrique CIE L*a*b

C'est un espace défini par la Commission Internationale de l'éclairage, créé en 1976.

Cet espace est proche de ce que la vision humaine est capable de percevoir.

La composante « L » :

Représente la clarté, qui va de 0 (noir) à 100 (blanc)

La composante « a » représente :

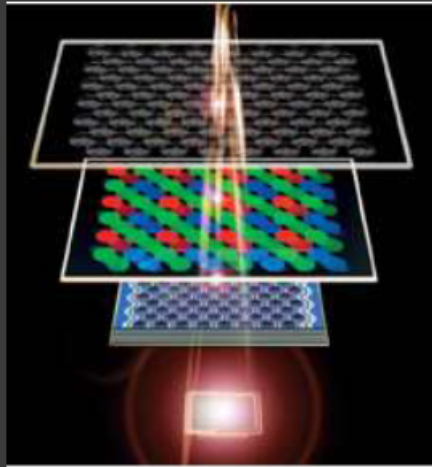
600 niveaux sur un axe rouge(+299 valeur positive)
-> vert (-300 valeur négative) en passant par le gris (0)

La composante « b » représente :

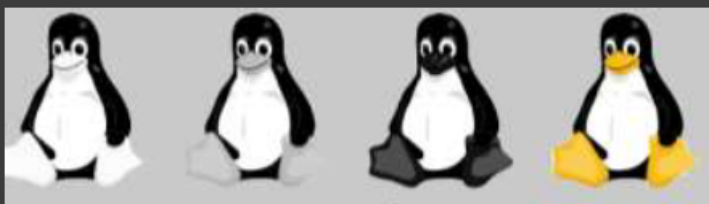
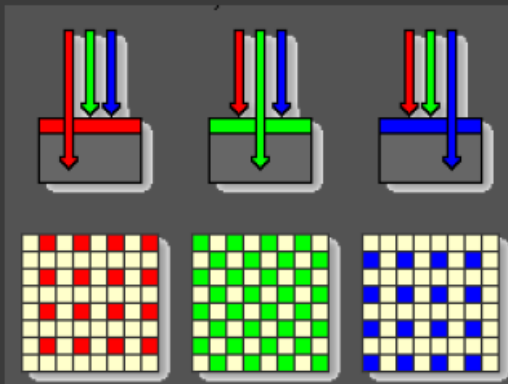
600 niveaux sur un axe jaune(+299 valeur positive)
-> bleu (-300 valeur négative) en passant par le gris (0)

L'espace Adobe RVB 1998 est un espace couleur photos restituent une gamme plus importante que l'espace sRVB.

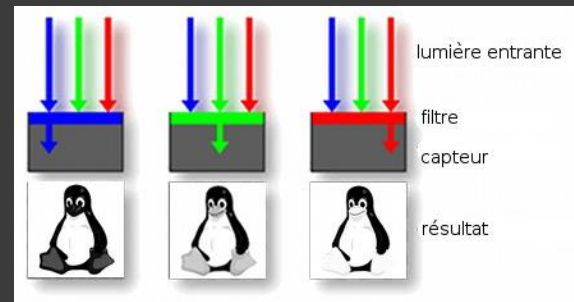
Le format RAW : Le « négatif du numérique »



- Pour tous les capteurs de type "à matrice de bayer", le capteur n'enregistre qu'une seule composante de couleur par photosite (pixel).
- Il faut donc appliquer un algorithme dit de dématricage qui va rendre à chaque pixel l'ensemble de ses 3 composantes de couleurs



Le processeur d'image associé aux capteurs photosensibles, combine les trois couleurs primaires RGB pour créer par synthèse additive (une multiplication) une image couleur.



Le format RAW

Le format RAW qui signifie « brut » en anglais, est un fichier contenant toutes les informations brutes venant du capteur : il s'agit en gros d'un négatif numérique, comme la pellicule à l'époque de l'argentique. Sur ce « négatif », les données ont subi une compression sans perte et aucun traitement n'est appliqué. Le contraste, la netteté, la balance des blancs, ou la saturation doivent être appliqués lors du post-traitement.

Contrairement au format JPEG qui limite la plage dynamique du capteur avec encodage sur 8 bits/couleur (soit 256 niveaux ou nuances par couleur), le format RAW utilise la plupart du temps un encodage sur 12 bits (soit 4 096 niveaux ou nuances par couleur) ou 14 bits (soit 16 384 niveaux ou nuances par couleur) et offre donc une bien meilleure plage dynamique. Cette caractéristique est essentielle : elle permet aux photographes de corriger l'exposition si nécessaire (image trop claire ou trop sombre) et éventuellement de récupérer des détails dans les hautes lumières ou les zones sombres.

JPEG

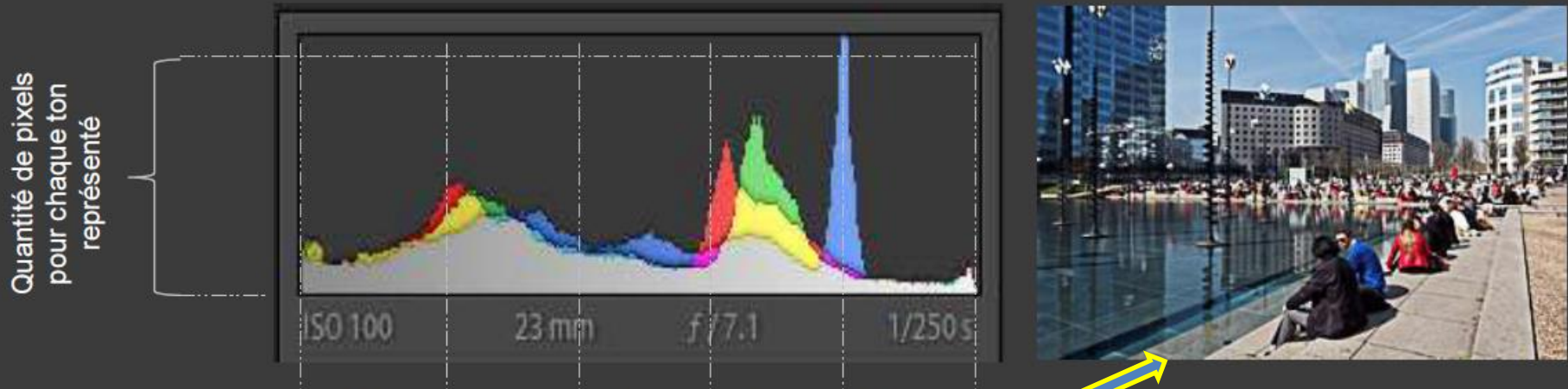


RAW

Sur une scène très contrastée comme ci-dessus à gauche avec le soleil de face, une image JPEG (8 bits) crame les hautes lumières et détruit les informations : il est donc impossible de les récupérer en post-traitement avec un logiciel comme Aperture, Lightroom, Photoshop, ect,,,,,

Sur la même scène, ci-dessus à droite, une image au format RAW (12 bits, provenant d'un Fuji X100) crame également les hautes lumières par défaut, mais il est possible de récupérer l'information très facilement lors du développement. Le format RAW offre donc une bien meilleure dynamique avec des détails dans les hautes lumières et dans les ombres. L'extension d'une image RAW varie en fonction du constructeur : .cr2 chez Canon, .nef chez Nikon, .arw chez Sony, .pef chez Pentax, .rw2 chez Panasonic, .orf chez Olympus, .raf chez Fujio, ou .x3f chez Sigma.

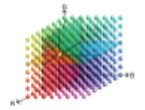
Interpréter l'histogramme en RAW



- L'afficheur LCD représente une image jpg développée par le processeur de l'appareil.
- Le fichier jpg représenté, tient compte des réglages,

Comment lit-on un Histogramme





MODES DE CODAGE ET DE PRODUCTION DES COULEURS

La Synthèse Additive

C'est le principe utilisé par :

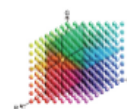
- les capteurs d'appareils photo,
- les scanners,
- les moniteurs,
- les projecteurs vidéo.

Chaque nuance est décrite par un triplet de valeurs (R, V, B)

L'addition des trois couleurs primaires du système additif **RVB** en quantités égales produit du **blanc**

Sur un moniteur, l'absence de couleur produit du **noir**, **qui ne sera jamais plus noir que celui de l'écran éteint !**





MODES DE CODAGE ET DE PRODUCTION DES COULEURS

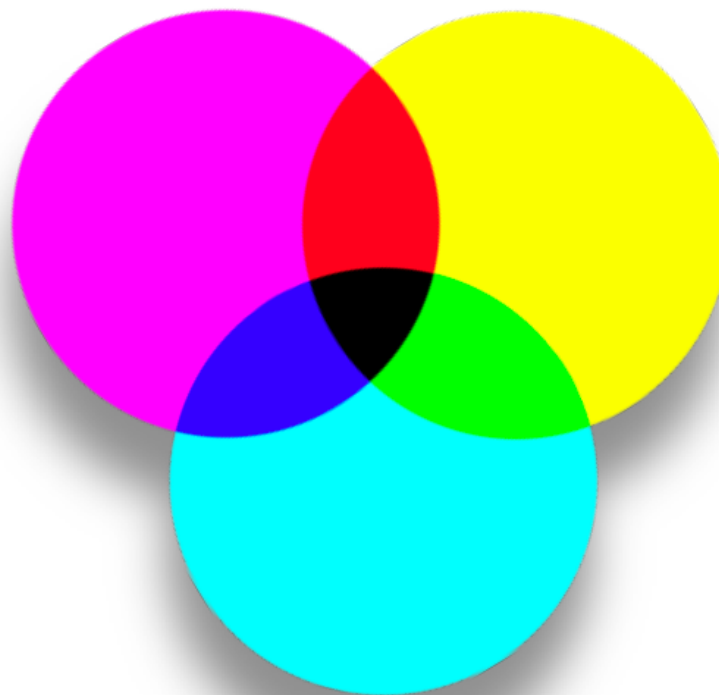
La Synthèse Soustractive

C'est le principe utilisé par l'imprimerie (et par le peintre).

En théorie, la superposition des trois couleurs primaires du système additif (cyan, magenta, jaune) en quantités égales produit du **noir**. En pratique, pour obtenir de vrais noirs à l'impression, **on ajoute une encre noire** au système CMJ, qui devient **CMJN**.

Chaque nuance est décrite par un quadruplet de valeurs (C, M, J, N)

Sur le papier, l'absence de couleur produit du **blanc**, qui ne sera jamais plus blanc que le fond du support !



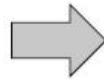
Calibrage et création de profil icc



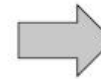
LES PROFILS COLORIMÉTRIQUES



Couleur correcte
à la prise de vue



Couleur correcte
sur mon moniteur



Couleur correcte
du tirage



Charte de couleurs



Profil
APN.



Colorimètre
Spectrophotomètre



Profil
Moniteur.icc



Spectrophotomètre



Profil
Imprimante.icc

Colorchecker

Qu'est-ce qu'un profil ICC ?

Le profil ICC (International Color Consortium) est un fichier annexé à un document qui décrit les correspondances entre les couleurs d'origine et leur rendu dans l'espace colorimétrique de votre périphérique.

Étalonnage de L'Appareil Photo

Color Checker Passport

Chartes d'étalonnage à la prise de vue



Prise de vue



Ouvrir la Photo dans Caméra Raw

The screenshot shows the Adobe Photoshop CC 2018 interface with the Camera Raw 10.1 plugin open. The main window displays a photograph of a breakfast table with a hand holding a color checker chart. The right sidebar shows the 'Informations' panel with technical data and the 'Réglages de base' (Basic) panel with sliders for white balance, temperature, tint, exposure, contrast, and other adjustments.

Informations

R: ---	G: ---
V: ---	M: ---
H: ---	N: ---
A bits	A bits
X: ---	I: ---
Y: ---	H: ---

Réglages de base

Balance des blancs: **Telle quelle**

Température: 4800

Tinte: +1

Exposition: 0,00

Contraste: 0

Tons clairs: 0

Tons foncés: 0

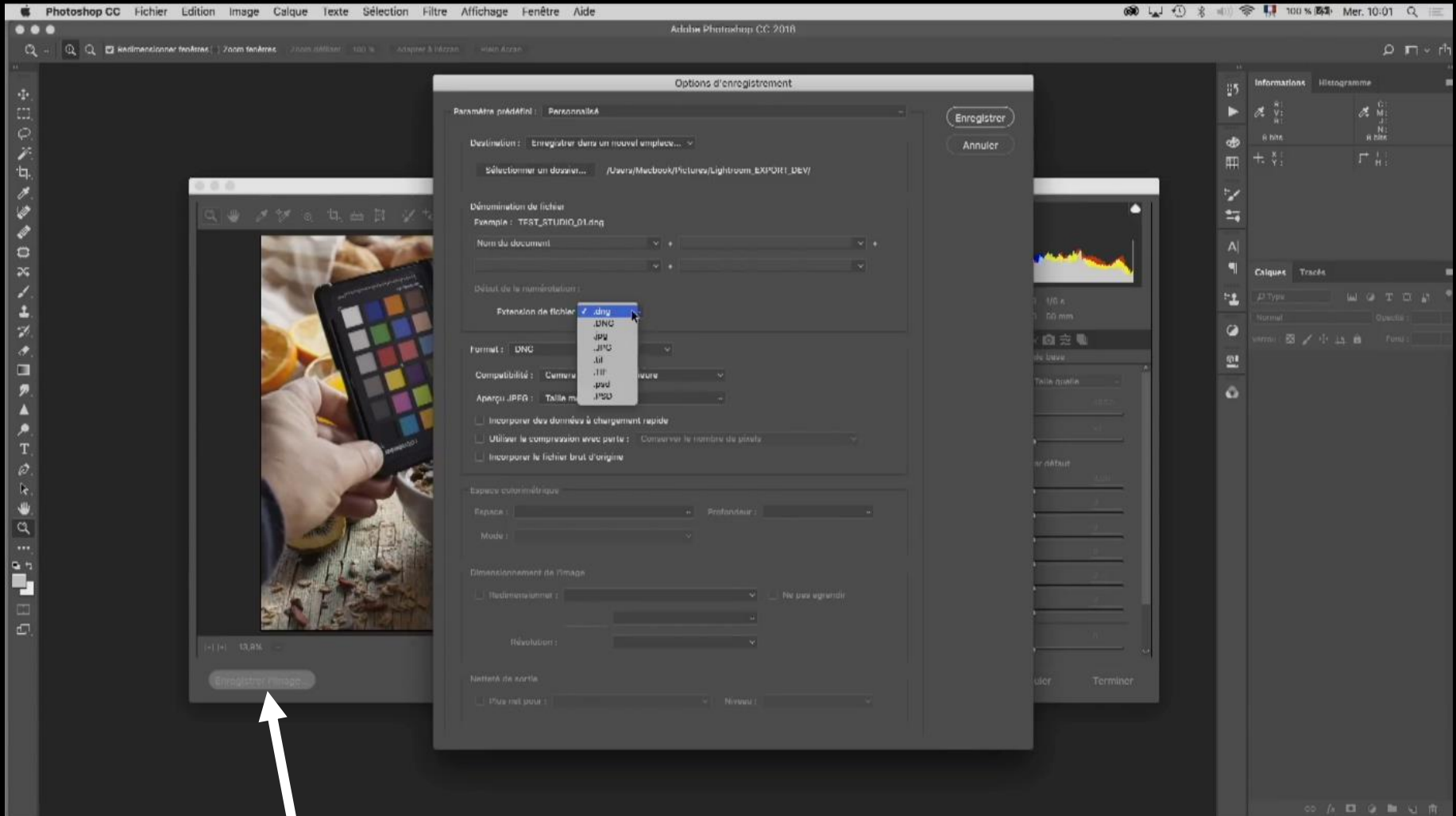
Blancs: 0

Noirs: 0

Clarté: 0

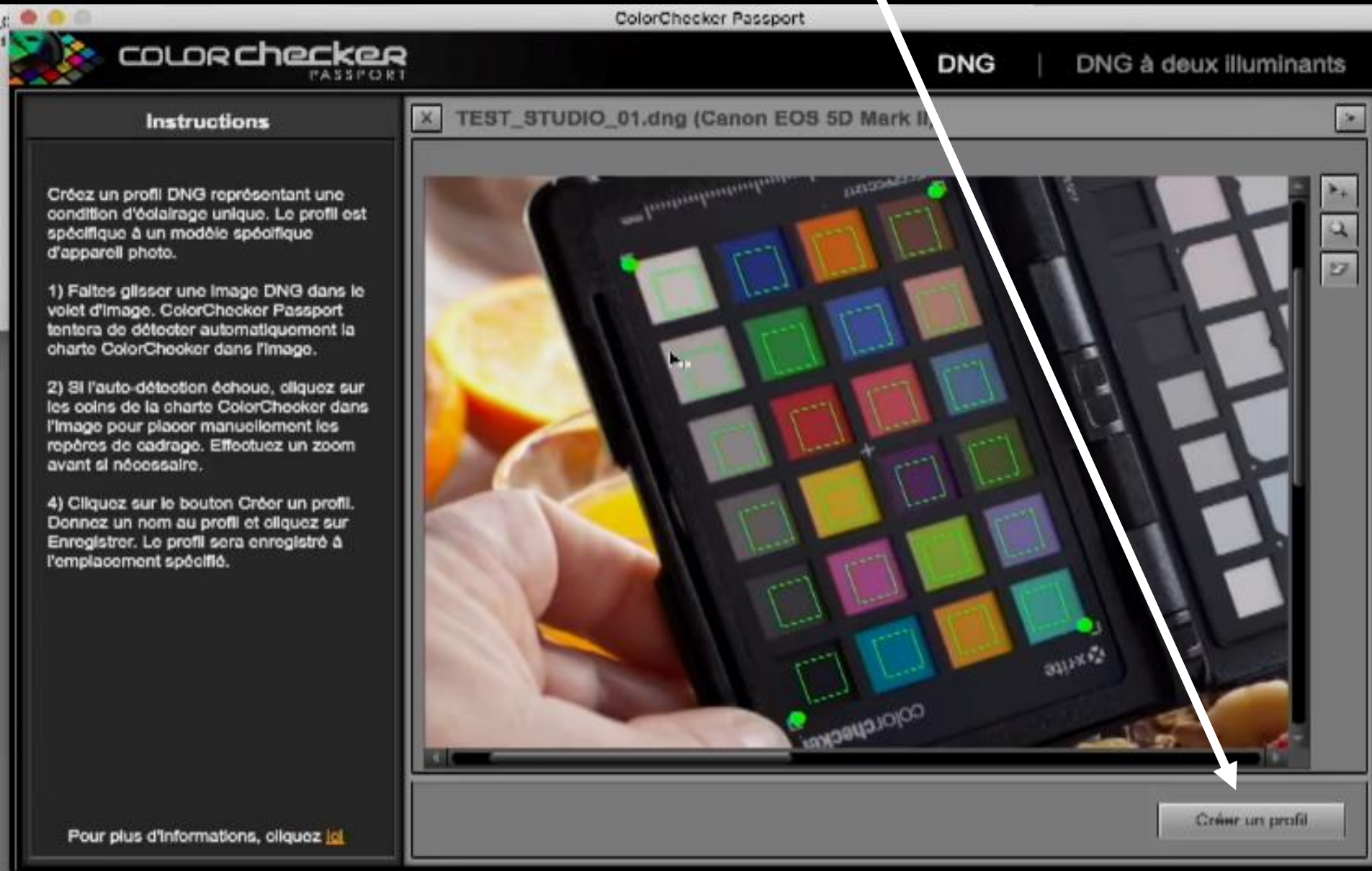
Buttons: Enregistrer l'image..., Ouvrir une image, Annuler, Terminer

Ne rien modifier et enregistrer au format DNG



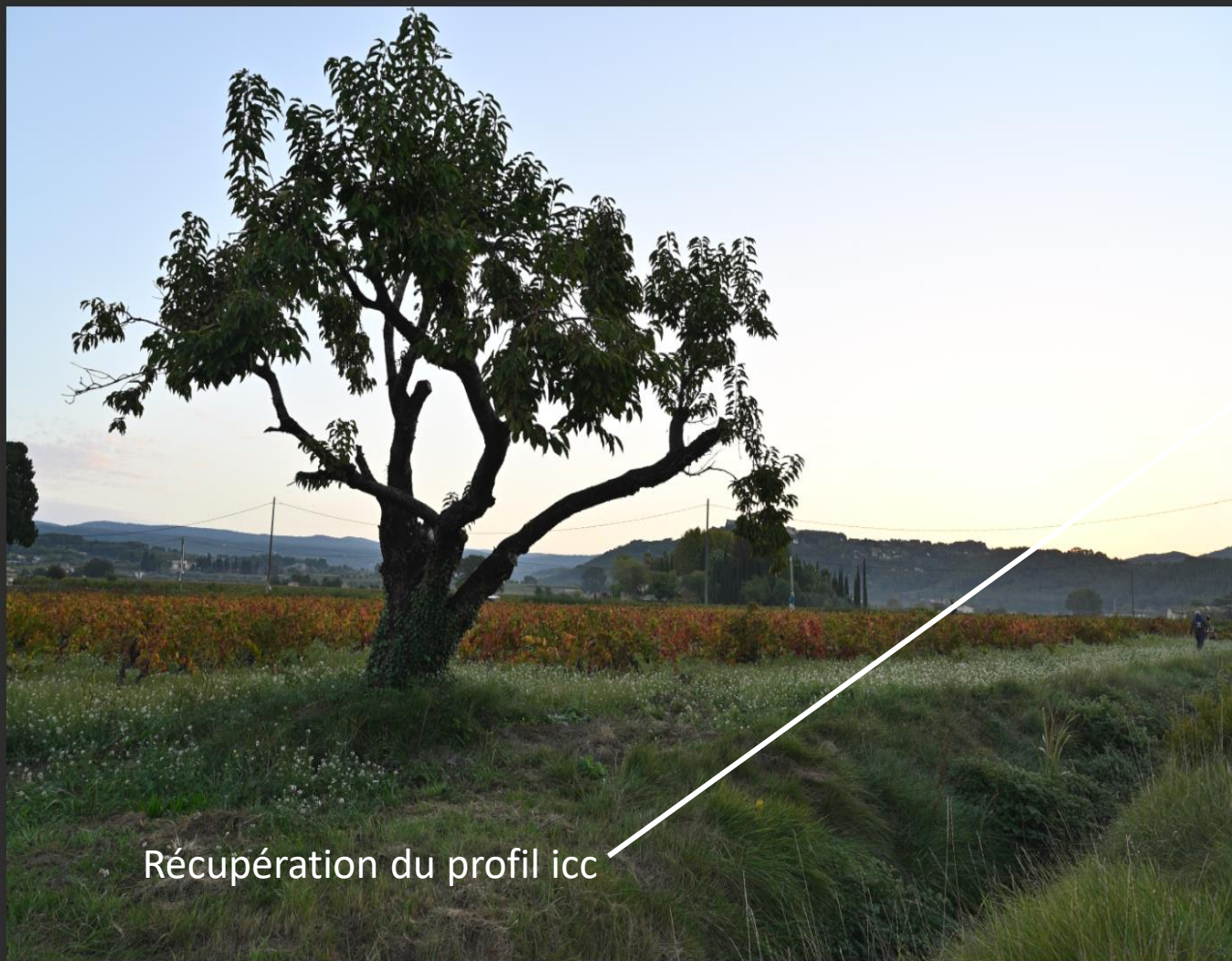
Cliquer sur enregistrer

Ouvrir la Photo DNG dans Colorchecker et cliquer sur créer un Profil
Qui va s'enregistrer directement dans Photoshop



Ouverture des fichiers RAW dans Caméra raw

_DSC6262.TIF



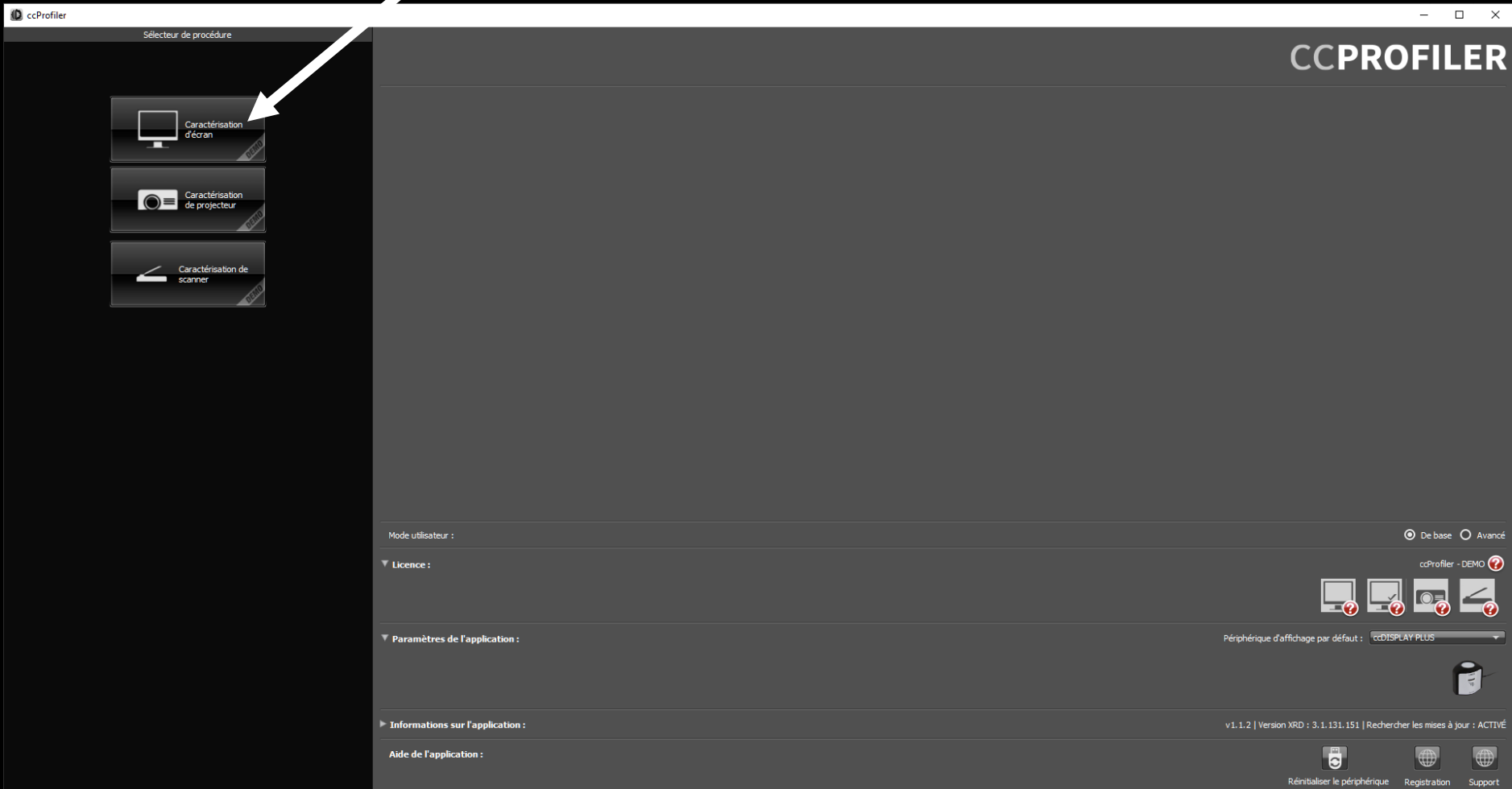
Récupération du profil icc

The screenshot shows the Adobe Camera Raw adjustment panel on the right side of the interface. At the top, there is a histogram and technical data: ISO 125, 24 mm, f/8, 1/20s. Below that, the 'Edition' tab is active, with 'Auto' and 'Noir et blanc' options. The 'Profil' dropdown menu is set to 'Couleur'. Underneath, the 'Réglages de base' section is expanded, showing sliders for 'Balance des blancs', 'Température', 'Teinte', 'Exposition', 'Contraste', 'Tons clairs', 'Tons foncés', 'Blancs', 'Noirs', 'Textures', 'Clarté', 'Correction du voile', 'Vibrance', and 'Saturation'. The 'Courbe', 'Détail', 'Mélangeur de couleurs', 'Color Grading', 'Optique', and 'Géométrie' sections are collapsed. A white arrow points from the 'Profil' dropdown menu to the 'Récupération du profil icc' text in the main image area.

Ajuster (23 %) 100 %

OK Annuler

Calibration Ecran ordinateur



Calibrage d'écran avec sonde (Caractérisation)

ccProfiler

Aide

À propos des paramètres d'écran

Votre écran ou moniteur couleur est le portail d'accès à votre flux de travail. Les paramètres que vous définissez pour votre profil ont une influence directe sur l'évaluation des couleurs à l'écran.

ccProfiler propose des options pour définir la luminosité (luminance) et la température de couleur (point blanc) de votre écran, ce qui vous permet de personnaliser la façon dont votre écran ou moniteur restitue la couleur.

Mode avancé uniquement : en mode avancé, vous pouvez également personnaliser le contraste de l'écran (rapport de contraste).

Paramètres de l'écran

Paramètres des profils

Sélectionner le point blanc et la luminance cibles de votre écran

Sélectionner l'écran

X223HQ
LFG0C0224012

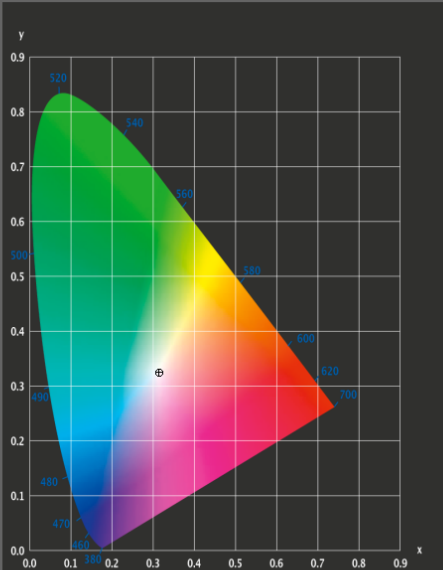
Point blanc : Illuminant CIE D65

Luminance : 100 cd/m²
Utiliser la luminance des mesures du point blanc :

Gamma
Courbe de réponse des tons : Standard (par défaut)
Gamma : 2,20

Contrôle actif de l'éclairage ambiant

Ajuster le profil en fonction de mon éclairage ambiant :



Luminance : 100.000 cd/m²
Point blanc : x: 0.313 y: 0.329

Accueil Suivant

Procédure de caractérisation de l'écran

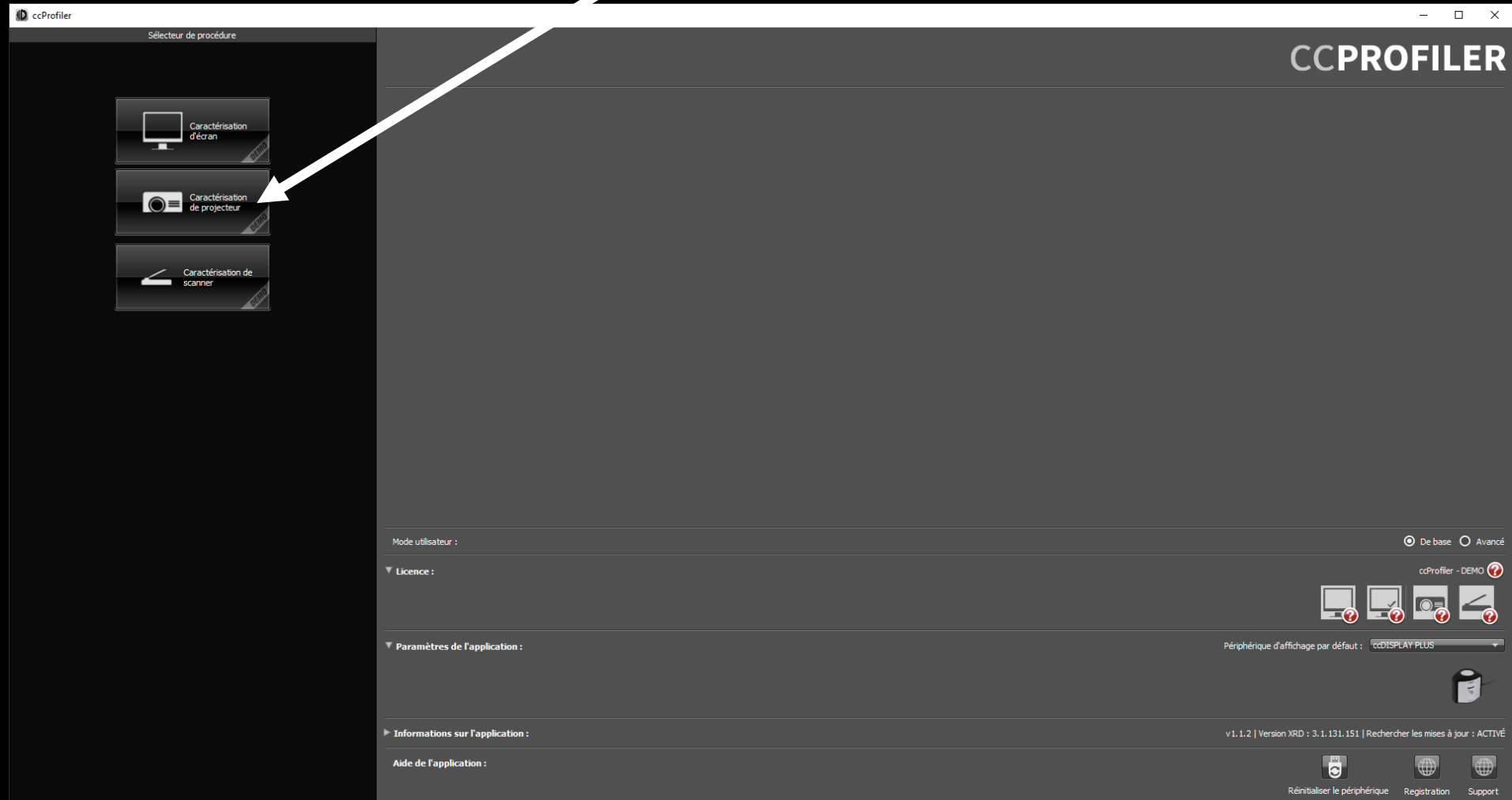
Paramètres de l'écran → Mesure → Profil ICC

Windows taskbar: Téléchargem..., Chrome, Br, Lr, Word, Excel, Comprendre..., Adobe Phot..., NX Studio, ccProfiler, 21°C, 10:53, 22/10/2022

Calibration de L'écran de L'ordinateur



Calibration Vidéoprojecteur



The screenshot displays the ccProfiler application window. The title bar shows 'ccProfiler' and standard window controls. The main interface is dark-themed. On the left, a sidebar titled 'Sélecteur de procédure' (Procedure Selector) contains three buttons: 'Caractérisation d'écran' (Screen Characterization), 'Caractérisation de projecteur' (Projector Characterization), and 'Caractérisation de scanner' (Scanner Characterization). A white arrow points to the 'Caractérisation de projecteur' button. The main area on the right is mostly empty, with the 'CCPROFILER' logo in the top right corner. At the bottom, there is a status bar with the following elements: 'Mode utilisateur :' with radio buttons for 'De base' and 'Avancé'; 'Licence :'; 'Paramètres de l'application :' with a dropdown menu set to 'Périphérique d'affichage par défaut : ccDISPLAY PLUS'; 'Informations sur l'application :' with version 'v.1.1.2 | Version XRD : 3.1.131.151 | Rechercher les mises à jour : ACTIVÉ'; and 'Aide de l'application :' with icons for 'Réinitialiser le périphérique', 'Registration', and 'Support'. A 'ccProfiler - DEMO' watermark is visible in the bottom right area.

Paramétrer le Vidéoprojecteur

ccProfiler

Aide

À propos des paramètres du projecteur

Votre projecteur numérique est un outil puissant pour communiquer la couleur. Les paramètres que vous définissez pour votre profil de projecteur déterminent le comportement chromatique de l'image projetée.

ccProfiler propose des options pour définir la température de couleur (point blanc) de votre projecteur numérique, ce qui vous permet de personnaliser l'apparence de vos images projetées.

Paramètres du projecteur

Paramètres des profils

Sélectionner le point blanc cible de votre projecteur

Sélectionner l'écran

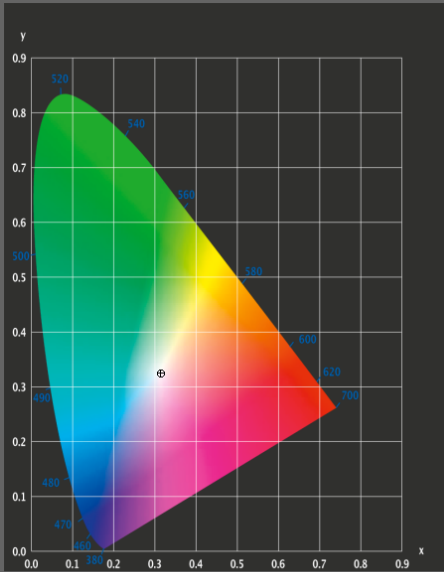
X223HQ
LFG0C0224012

Point blanc: Natif

Gamma

Courbe de réponse des tons: Standard (par défaut)

Gamma: 2,20



Luminance: Natif
Point blanc: Natif

Accueil Suivant

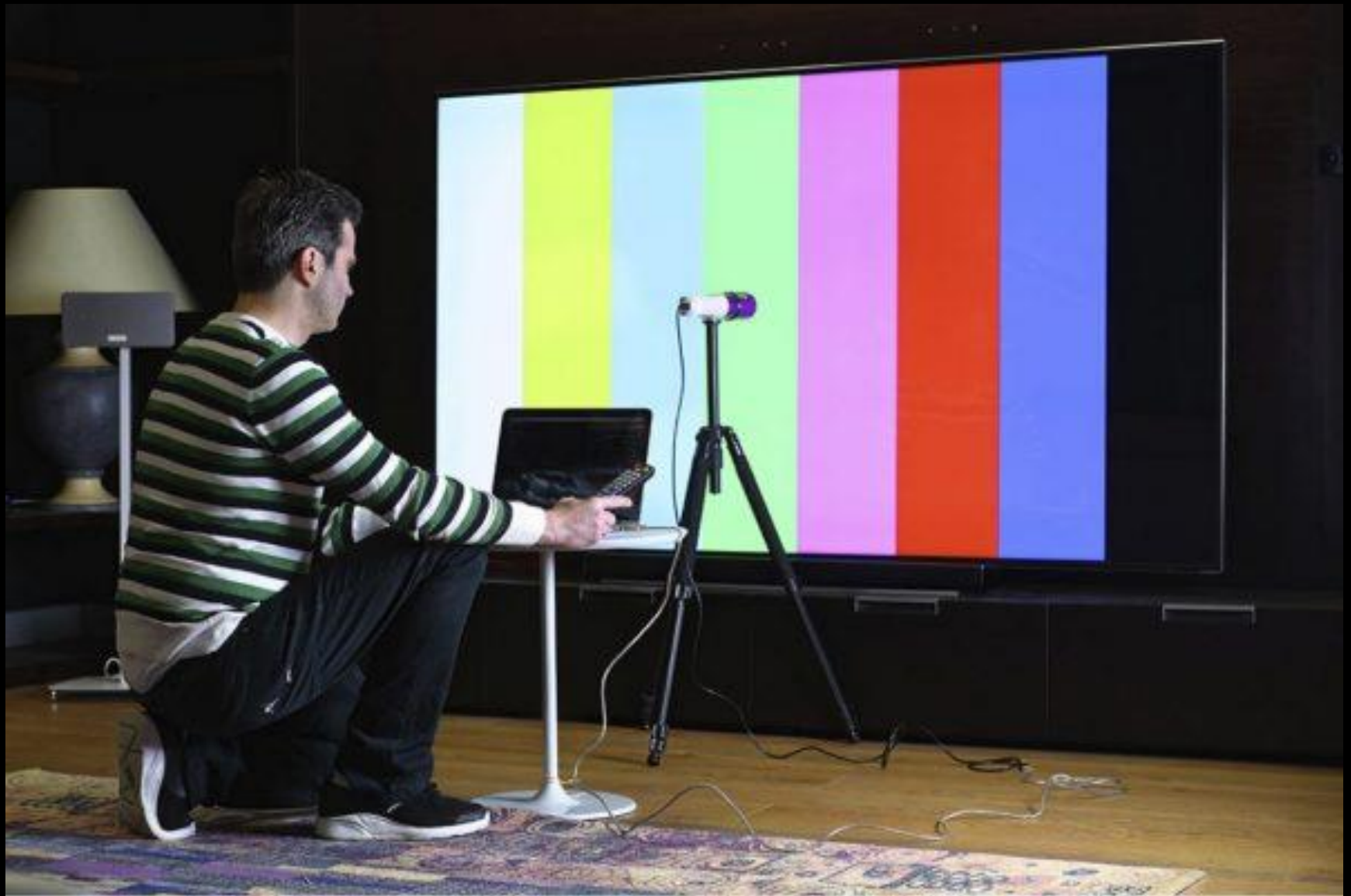
Procédure de caractérisation du projecteur

Paramètres du projecteur | Mesure | Profil ICC

Calibrage du Vidéoprojecteur



On place une sonde face a l'écran



Ouvrir les photos

Avec

Le Logiciel de la Marque de l'Appareil Photo

Nikon NX Studio

CANON DPP

Un **algorithme est** une méthode générale pour résoudre un type de problèmes. Il **est** dit correct lorsque, pour chaque instance du problème, il se termine en produisant la bonne sortie, c'**est-à-dire** qu'il résout le problème posé.



Logiciel Nikon NX Studio



Logiciel Photoshop Caméra RAW



Logiciel Nikon NX Studio



Logiciel Photoshop Caméra RAW

Choisir sa Méthode

F

I

N

Roger Vantomme