

Du Hauron et Cros, "interversion", "antichromatique", analyse et **synthèse soustractive**

En 1869, **Louis Ducos Du Hauron** (pianiste, scientifique-inventeur) et **Charles Cros** (poète et scientifique-inventeur lui aussi), soumettent, indépendamment l'un de l'autre, deux mémoires sur la photographie en couleur, proposant chacun de nombreuses solutions pratiques*, assez semblables dans leurs points essentiels, et permettant pour la plupart de créer des photographies couleur sur papier ou plaque de verre.

Ils proposent tous les deux une technique de reproduction par **synthèse soustractive**, identique dans son principe à la méthode de gravure de Le Blon : superposer (sur verre ou sur papier) trois couches transparentes colorées bleu, rouge et jaune dont l'épaisseur varie.

La (grande) différence avec Le Blon, c'est que, dans leur procédé, l'**analyse** se fait, comme chez Maxwell, **par trois photographies** prises chacune à travers un filtre coloré différent.

Pour cette partie analyse, ils arrivent tous les deux à la même solution que Maxwell sans avoir eu, semble-t-il, connaissance de la conférence de ce dernier. Leur cheminement de réflexion est d'ailleurs très différent, découlant plus de la tradition des trois primaires bleu, rouge, et jaune, que des théories récentes sur la rétine ou même sur la lumière.

* Il prédisent la plupart des grands principes techniques tant d'analyse que de synthèse additive ou soustractive, qui ont été ou sont toujours utilisés.



Louis Ducos du Hauron, *Une mesure dans notre voisinage à Agen*, héliochromie, 1877



Détail du bord de l'épreuve ci-dessus : on voit les trois couches de gélatine colorée (rouge, bleu, jaune).

Leur idée principale réside dans le principe que Du Hauron appelle la « méthode d'**interversion** » et Cros la « synthèse par transparence au moyen de positifs **antichromatiques** ».

Ils entendent par là que les filtres servant à l'analyse doivent être chacun de la couleur **complémentaire** à celle de la couche transparente colorée qu'ils servent à produire.

La photographie obtenue à travers le filtre « orange » servira à créer la couche transparente « bleu », celle obtenue à travers le filtre « vert » la couche « bleu », et celle obtenue à travers le filtre « violet » la couche « jaune ».

Le mémoire de Cros reste très théorique. Du Hauron, par contre, s'est vraiment confronté à la réalisation de photographies en couleur par cette technique et donc aux nombreuses difficultés pratiques :

- La première et principale difficulté reste l'absence de plaques photographiques panchromatiques (cf. encadré, p. 15). La manière dont Du Hauron obtient ses trois photographies avant l'avènement des plaques panchromatiques reste un peu mystérieuse.

- L'autre difficulté est que si l'*interversion* est juste dans son principe, les couleurs utilisées par Du Hauron ne sont pas idéales.

Du Hauron part du principe que les trois couches transparentes doivent être **bleu, rouge et jaune**, les couleurs primaires telles qu'on les conçoit depuis le 17^e S.

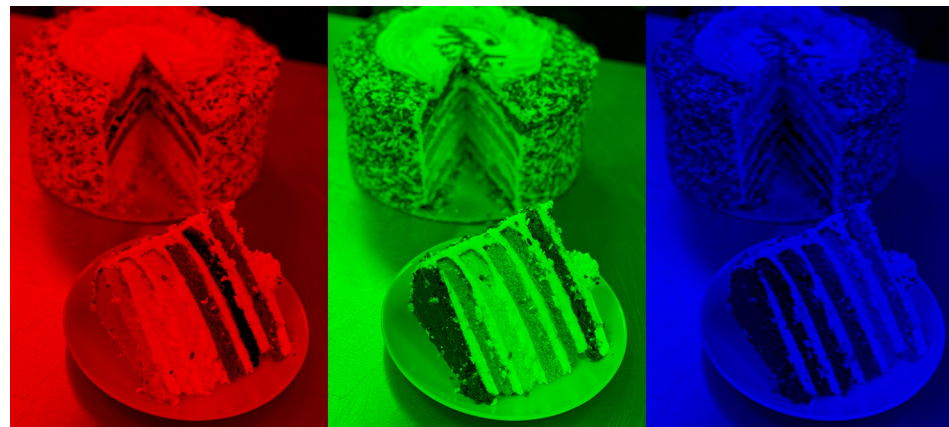
Il s'en suit que les filtres qu'il utilise pour prendre les photographies lors de l'analyse sont eux respectivement, **orange, vert et violet**, les complémentaires que donne le cercle chromatique basé sur le bleu, rouge et jaune.

Pour que le procédé fonctionne parfaitement, outre les plaques panchromatiques, il aurait fallu que Du Hauron utilise trois couches transparentes **cyan, magenta et jaune**.

Et qu'il utilise pour prendre ses trois photographies des filtres ayant comme couleurs leurs complémentaires respectives, c'est à dire **rouge, vert et bleu** (RVB).

Donc, leur idée principale, l'*interversion*, (illustrée avec les primaires actuelles), consiste donc à passer

des quantités de lumières rouge, verte et bleue (RVB)



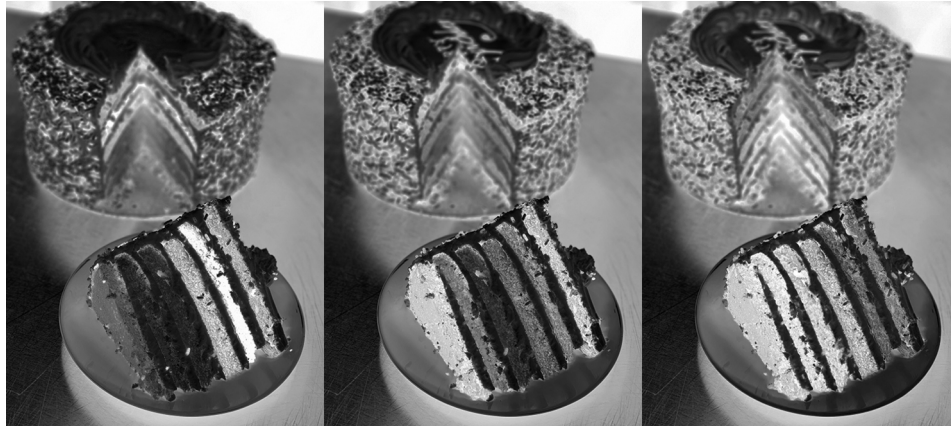
à trois épaisseurs différentes de cyan, magenta et jaune



Le principe (**analyse RVB / synthèse CMJ**) est toujours le même aujourd'hui.

En pratique donc, Du Hauron comme Maxwell prend trois photographies "noir et blanc" : une à travers un filtre rouge, une à travers un filtre vert, et une à travers un filtre bleu (RVB).

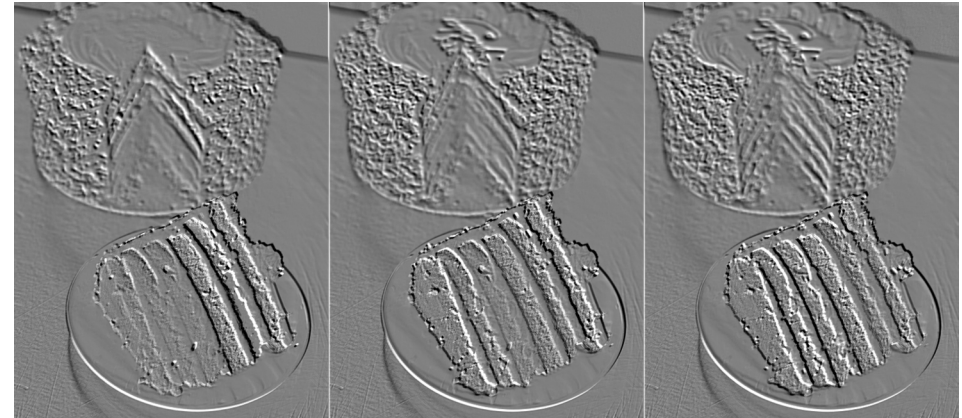
Il en tire trois négatifs (dont les couleurs s'échelonnent de noir opaque > à incolore transparent) sur plaque de verre.



L'étape suivante, là où a lieu l'*interversion* proprement dite, repose sur l'utilisation d'une **gélatine photosensible**.

Exposée à la lumière, une telle gélatine durcit et elle durcit en outre sur une profondeur qui dépend de l'intensité de la lumière qui l'éclaire.

Donc, techniquement, une fine couche de gélatine est étendue sur un support temporaire et exposée à la lumière en intercalant un négatif transparent entre la source de lumière et la gélatine. On obtient ainsi une gélatine durcie en ces différents points à différentes profondeurs. Par lavage à l'eau chaude, on décroche la gélatine non durcie et obtient une couche de gélatine dont l'épaisseur varie en ces différents points qu'on appelle "**image en relief**".



La technique existe déjà en noir et blanc ("tirage au charbon"), notamment pour créer des copies d'une même photographie. La gélatine est alors colorée en noir.

Du Hauron développe la technique pour la couleur. Il va exposer trois gélatines à la lumière en interposant le négatif correspondant au filtre **rouge**, au **vert** et au **bleu** de l'étape de l'analyse, puis les colorer respectivement en **cyan**, en **magenta** et en **jaune**.



Il obtient ainsi trois images en relief, une en gélatine cyan, une en gélatine magenta et une en gélatine jaune.

Pour finir, Du Hauron décolle chacune des trois fines couches de gélatine CMJ de leur support temporaire, et les applique toutes les trois les unes sur les autres sur un même support papier.

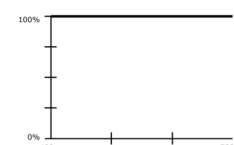
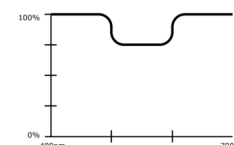
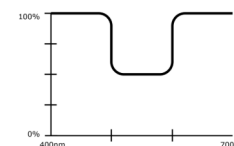
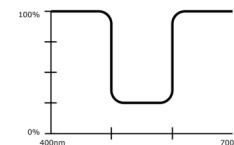
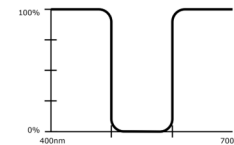


Pourquoi intervertir ? Retour sur la symétrie RVB/CMJ

Pour prendre l'exemple du couple vert/magenta :

- Les zones qui n'émettaient pas de lumière verte dans la scène réelle (noires sur le positif vert) sont traduites par une grande quantité de magenta (une épaisseur maximum de gélatine magenta).
- A l'inverse, les zones qui émettaient beaucoup de lumière verte dans la scène réelle (très vertes sur le positif vert) sont traduites par une absence de magenta (une couche extra mince).
- Et moins radicalement : les zones qui émettaient un peu de lumière verte sont traduites par une couche de magenta assez épaisse ; les zones qui émettaient assez bien de lumière verte sont traduites par une couche de magenta assez fine.

Ce qui s'explique par le fait que **le magenta** (ici la couche de gélatine magenta) **contrôle la quantité de lumière verte**.
On pourrait dire : "Plus il y a de magenta, moins il y a de vert".



De haut en bas :

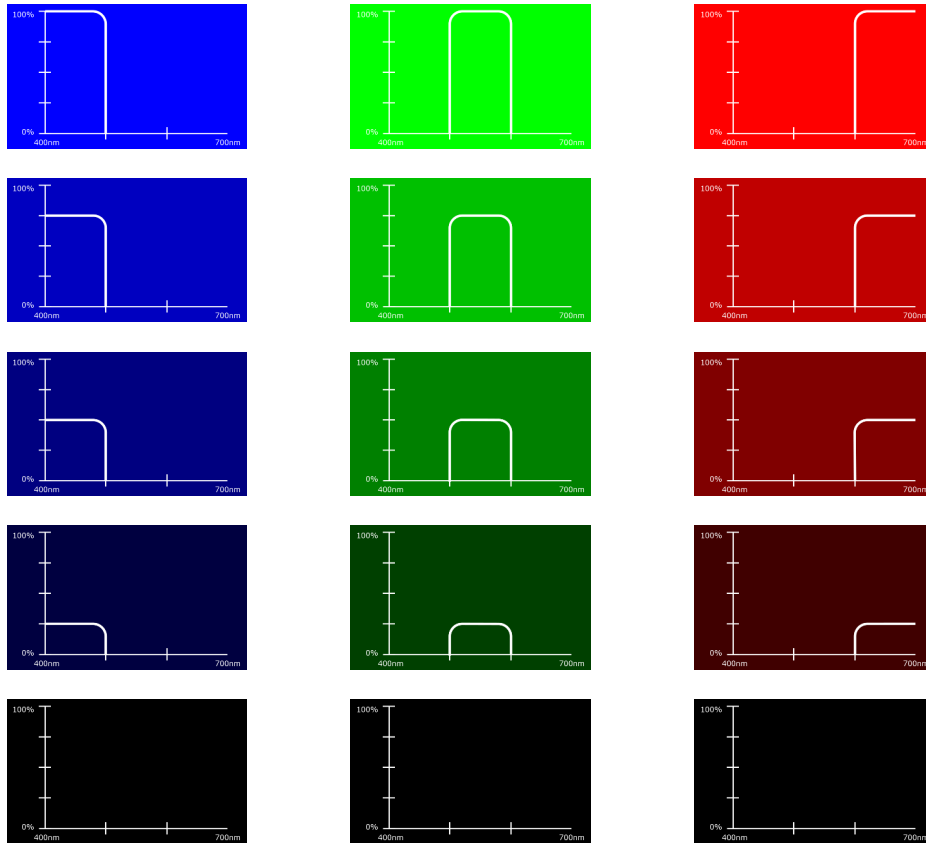
L'épaisseur de la couche magenta diminue.

Elle absorbe de moins en moins de lumière verte (Elle est de moins en moins *sélective*).
C'est à dire qu'**elle transmet de plus en plus de lumière verte**.

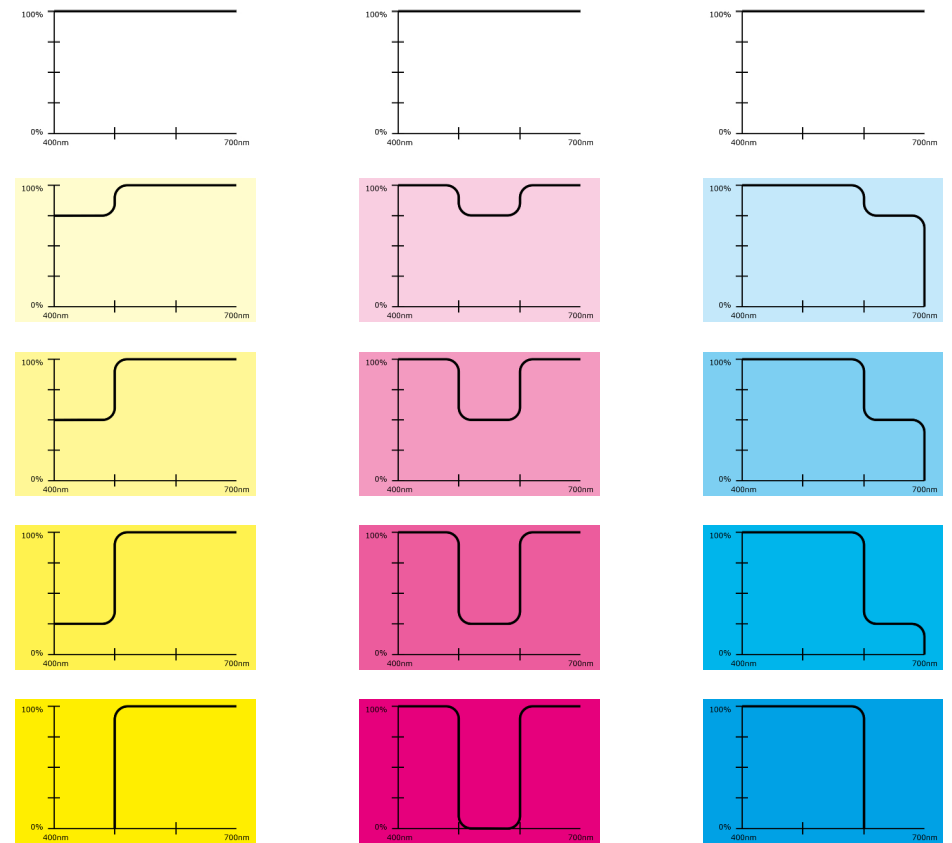
Visuellement, elle apparaît de moins en moins colorée ou colorante (ou, vue sur fond blanc, de plus en plus blanche).

Idem évidemment pour les couples bleu/jaune et rouge/cyan.

Synthèse additive



Synthèse soustractive

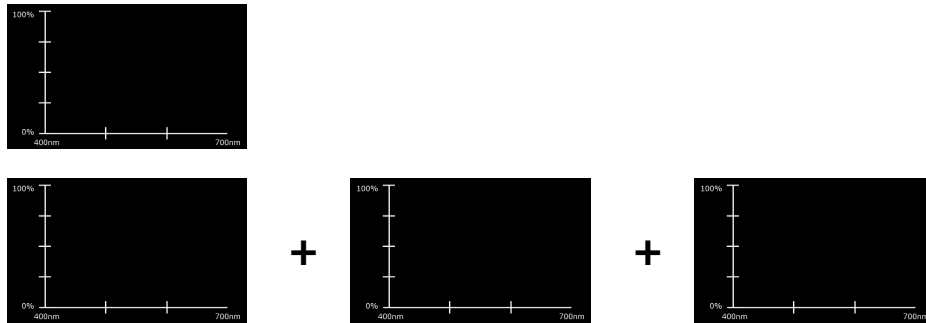


Quantités équivalentes des primaires soustractives contrôlant les lumières (les primaires) RVB.

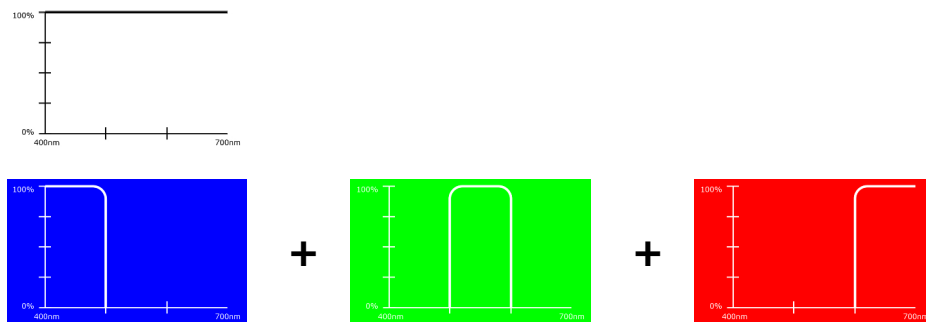
Synthèse additive

Quelques exemples de synthèses en RVB

Synthétiser additivement du **noir** en RVB :



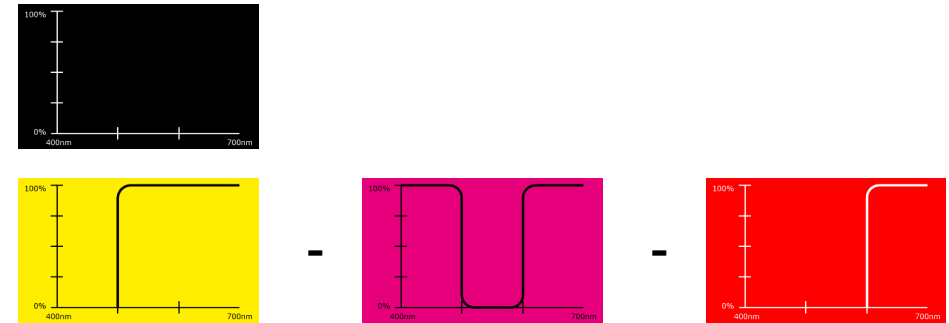
Synthétiser additivement du **blanc** en RVB :



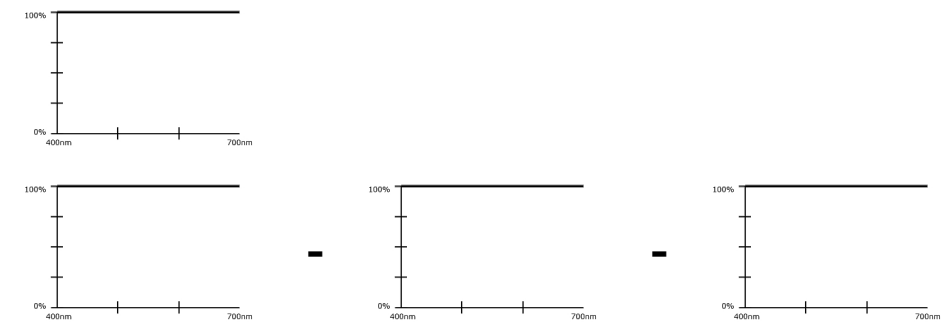
Synthèse soustractive

et en CMJ

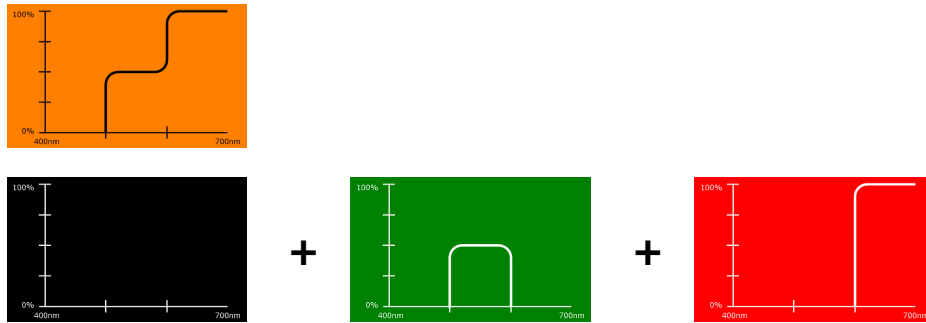
Synthétiser soustractivement du **noir** en CMJ :



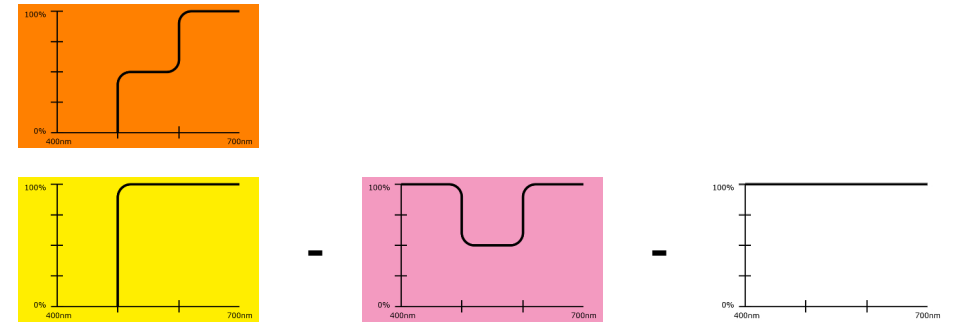
Synthétiser soustractivement du **blanc** en CMJ :



Synthétiser additivement un **orange vif** en RVB :



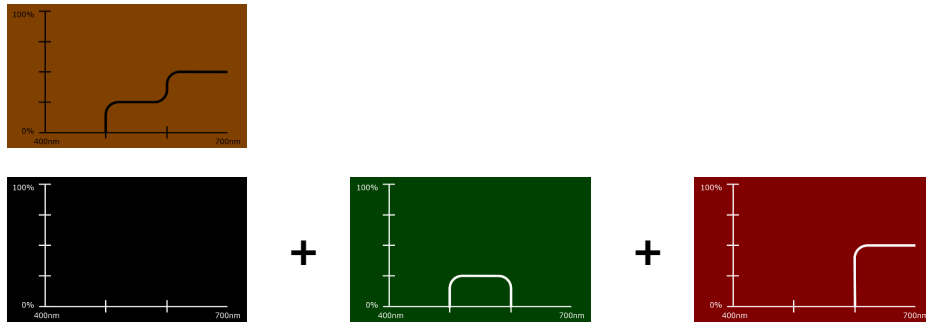
Synthétiser soustractivement un **orange vif** en CMJ :



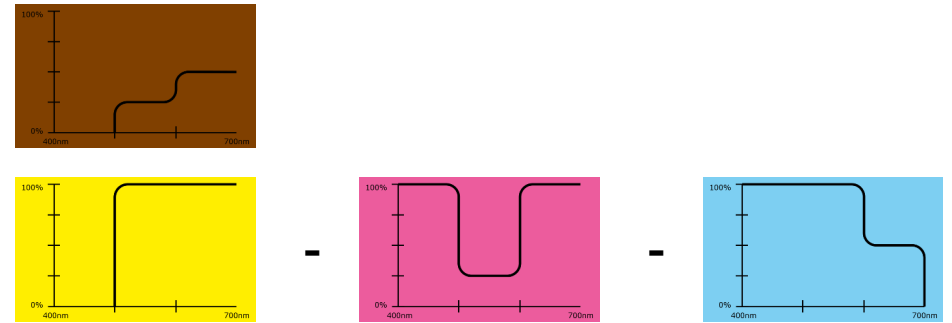
En disant qu'il s'agit de jaune et d'un peu de magenta, on retrouve +ou- une logique du type "peinture".

L'autre manière de comprendre est de dire que le jaune absorbe la lumière bleue ; le magenta en quantité moyenne transmet une quantité moyenne de lumière verte ; et que le cyan est absent pour transmettre toute la lumière rouge.

Synthétiser additivement un **orange noirâtre** en RVB :



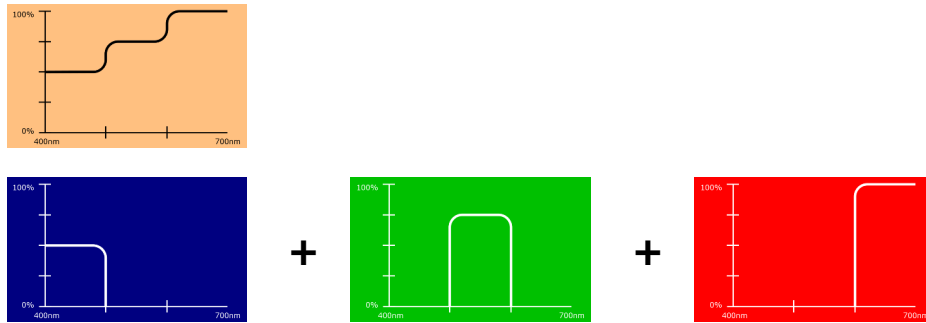
Synthétiser soustractivement un **orange noirâtre** en CMJ :



En disant que **la troisième primaire** (celle dont la quantité est la plus petite, le cyan ici) **noircit le mélange**, on retrouve +ou- une logique du type "peinture".

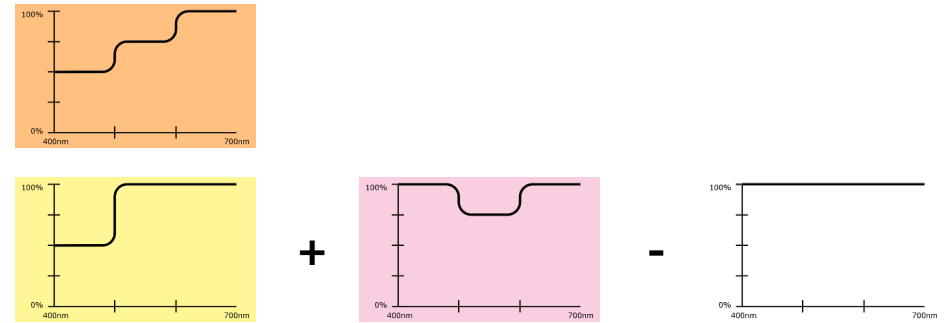
Mais il s'agit toujours de contrôler les quantités de RVB.

Synthétiser additivement un **orange blanchâtre** en RVB :



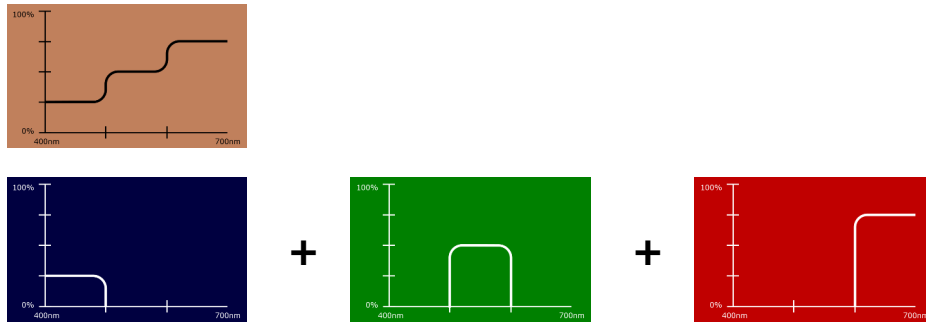
Remarquez qu'ici, en synthèse additive, **la troisième primaire** (celle dont la quantité est la plus petite, le bleu ici) **blanchit le mélange**, ce qui peut ne pas être très intuitif.

Synthétiser soustractivement un **orange blanchâtre** en CMJ :



Les quantités des deux primaires qui interviennent dans le mélange sont déjà faibles (les deux primaires "sont déjà blanchâtres")

Synthétiser additivement un **orange grisâtre** en RVB :



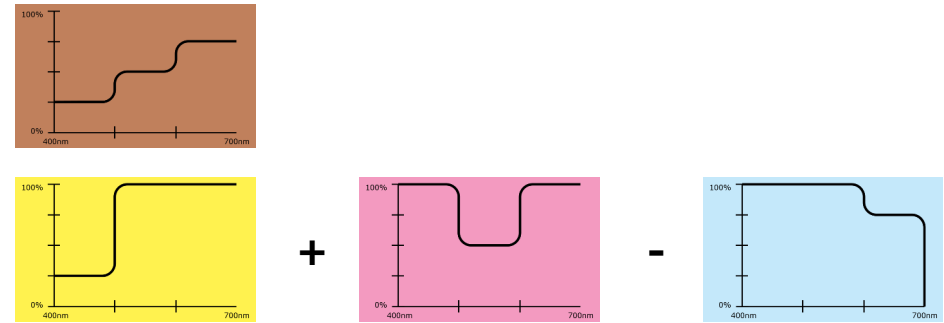
En simplifiant et en idéalisant très fort, on pourrait résumer en disant que :

- La primaire dont la quantité est la plus petite (le bleu ici) donne **la blancheur** (Blanc : 25%).
- La primaire dont la quantité est la plus grande (le rouge ici) donne **la noirceur** (Noir : 25%).
- La différence entre les deux (la plus petite et la plus grande) donne **le chroma** (Chroma : 50%).

Le rapport de quantité entre la primaire dont la quantité est la plus grande (le rouge ici) et celle dont la quantité est moyenne (le vert ici) donne **la teinte**. Avec cette précision : n'intervient dans ce rapport que la quantité que les deux primaires ont de plus que la quantité de la troisième primaire (ici le rouge a une quantité de 50% de plus que le bleu ; le vert a une quantité de 25% de plus que le bleu : c'est donc un rapport 50/25, c'est à dire "deux fois plus de rouge que de vert", qui définit la teinte. C'était déjà le cas dans les trois exemples précédents qui ont tous la même teinte.)

Remarquez que ces règles ont déjà été énoncées sous une forme quasi équivalente dans 06Relation spectre-couleur.pdf. Comparez les deux formulations.

Synthétiser soustractivement un **orange grisâtre** en CMJ :



Idem mais en « *intersion* » donc.