
Utiliser la couleur avec L^AT_EX 2_ε

Michel GOOSSENS^a et Michèle JOUHET^b

^a CERN, Division CN

CH-1211 Genève 23, Suisse

*4*Michel.Goossens@cern.ch

^b CERN, Division AS

CH-1211 Genève 23, Suisse

Michèle.Jouhet@cern.ch

Résumé. La première partie de cet article passe en revue les principes de base de l'utilisation de la couleur dans les arts graphiques et le monde de l'édition. Nous montrons comment utiliser la couleur d'une façon fonctionnelle pour focaliser l'attention, expliquer des relations et guider le lecteur à travers l'information présentée. Quelques règles générales pour optimiser la communication à l'aide d'un codage couleur seront discutées. L'interface couleur de L^AT_EX 2_ε est traitée dans la deuxième partie de l'article, où nous décrivons des commandes pour écrire un texte en couleur, générer des boîtes ou des fonds coloriés, et les différents systèmes de couleurs proposés pour définir les noms des couleurs disponibles. Comme avec l'extension `graphics` ce sont les pilotes d'écran et d'imprimante qui sont responsables pour la réalisation des couleurs sur l'unité de sortie.

Abstract. *The first part of this article reviews some basic principles underlying the use of colour in publishing. We explain how to use colour in a functional way to help focus attention, explain relationships, guide the viewer/reader through the presented information. Simple rules for optimizing communication using colour codes are discussed. The colour interface of L^AT_EX 2_ε is the subject of the second part of the article, where we describe commands to write text in colour and to generate coloured boxes or backgrounds, and the various colour models to define names of available colours. As with the `graphics` package it are the DVI-drivers that are responsible for actually generating the colours on paper or on screen.*

1. Introduction

L'élément couleur dans un document doit être considéré comme un outil, non comme un gadget servant uniquement à « embellir » la page. En effet, dans son journal le peintre Eugène DELACROIX écrit [3] :

« La couleur est par excellence la partie de l'art qui détient le don magique. Alors que le sujet, la forme, la ligne s'adressent d'abord à la pensée, la couleur n'a aucun sens pour l'intelligence, mais elle a tous les pouvoirs sur la sensibilité, elle remue des sentiments. »

Cette citation résume parfaitement le rôle que doit jouer la couleur dans la construction de l'image visuelle. En choisissant une couleur adéquate l'auteur peut ajouter une valeur affective à son message et le rendre ainsi plus clair et plus facile à comprendre.

2. La couleur à travers les âges

Depuis les temps préhistoriques, la couleur a joué un rôle important dans la communication visuelle, comme le montrent les figures d'animaux qui ornent les parois des grottes d'Altamira, de Lascaux, etc. Les civilisations d'Égypte, d'Assyrie et d'autres pays du Moyen Orient, puis les Phéniciens, connaissaient la peinture, la teinture et adoraient les émaux coloriés. La première tentative pour « comprendre » les couleurs fut entreprise par le philosophe grec ARISTOTE qui, au quatrième siècle avant notre ère, étudia le mélange des couleurs en observant les effets de différents verres coloriés sur la lumière qui les traversait. Pour expliquer ses observations il supposait que toute couleur était un mélange de blanc et de noir, l'obscur provenant de la réflexion de la lumière par les corps puisque toute réflexion atténuée la lumière. Cette interprétation ne fut remise en question que 2200 ans plus tard, lorsqu'au 17^e siècle le physicien britannique Isaac NEWTON, développa la théorie spectrale de la lumière, qui mit fin à la période pendant laquelle les couleurs furent arrangées sur une ligne droite, de la couleur la plus claire à la plus foncée. Newton arrangea les couleurs sur un anneau circulaire, une représentation qui est encore utilisée aujourd'hui. Puis au début du 19^e siècle GËTHE consacra une grande partie de son temps à l'étude de la physique et de la chimie, en particulier à la couleur. Même si sa théorie en ce domaine n'est plus guère acceptée aujourd'hui, il a quand même le grand mérite d'avoir fait progresser la question par ses disputes et ses discussions. Thomas YOUNG, un médecin anglais, établit en 1801 la théorie trichromatique de la lumière, qui fut améliorée et complétée par Hermann VON HELMHOLTZ. C'est la raison pour laquelle le mécanisme trichrome de la vision porte le nom de la loi YOUNG-HELMHOLTZ. Grâce aux travaux de MAXWELL, HELMHOLTZ et GRASSMANN, les bases de la colorimétrie furent fondées. Les trois lois de GRASSMANN (1853) sont aujourd'hui encore le point de départ de l'interprétation physique de la perception des couleurs. Elles stipulent que :

1. une couleur obtenue par un mélange additif de couleurs est déterminée par ses coordonnées trichromatiques et est indépendante de leur composition spectrale (*lois du mélange des couleurs*);
2. pour définir une couleur trois paramètres sont nécessaires et suffisants (*loi de l'additivité*);
3. dans le domaine de la vision diurne, l'aspect d'une couleur ne dépend pas de l'intensité de la lumière (*loi de proportionnalité*).

Plus récemment, plusieurs nouvelles expériences et théories sont venues compléter notre compréhension du monde de la couleur (pour plus de détails, voir par exemple DÉRI-NÉRÉ [2], GERRITSEN [5] et NEMCSICS [16]).

3. Les systèmes de couleurs

Dans la section précédente nous avons retracé l'histoire des différentes théories de la couleur à travers les âges, de l'Antiquité à nos jours. Aujourd'hui nous savons que plu-

sieurs représentations sont possibles pour décrire les différentes couleurs, et que l'on peut choisir l'un ou l'autre système en tenant compte du domaine d'application envisagé, par exemple, les mélanges additifs ou subtractifs, la physiologie du système de la vision, la télévision, la peinture, les teintes, les niveaux de gris. Par exemple, PostScript [1] classe les espaces de couleurs en trois catégories.

- *Espaces de couleurs de périphérique* : les couleurs ou niveaux de gris sont directement exprimés dans des unités que les périphériques de sortie peuvent produire. Nous pouvons mentionner les espaces RGB (de l'anglais *Red, Green, Blue* ou rouge, vert, bleu) et une variante pour la télévision YIQ, CMYK (de l'anglais *Cyan, Magenta, Yellow, black* ou cyan, magenta, jaune, noir) et HSB, aussi appelé HSV (de l'anglais *Hue, Saturation, Brightness* ou *Value* pour teinte, saturation, luminosité ou valeur).
- *Espaces de couleurs basés sur le modèle CIE* : en 1931 la « Commission Internationale de l'Éclairage » a créé une norme internationale pour spécifier une couleur d'une façon indépendante de toute caractéristique d'un périphérique de sortie. En 1964 (CIEUCS) et 1976 (CIELUV) des extensions furent apportées à ce modèle pour parer à certains défauts des versions antérieures.
- *Espaces de couleurs spéciaux* : permettent de traiter des applications spéciales, comme les motifs, l'imposition des couleurs ou les séparations.

Une description détaillée de ces espaces et des algorithmes pour une conversion entre ces espaces, sont décrits dans [1, pp.180–205]. Kunkel [12] et McGilton et Campione [14] offrent également des informations très utiles sur l'emploi de la couleur avec PostScript.

3.1. L'espace additif RGB

Dans l'espace RGB toutes les couleurs seront obtenues par l'addition de trois composantes « primaires », définies par le CIE comme rouge (700 nm), vert (546,1 nm) et bleu (435,8 nm). C'est par exemple la méthode utilisée sur un écran couleur, ou le tube cathodique avec ses canons d'électrons va toucher des phosphores émettant une lumière de la couleur adéquate (voir la figure 1).

3.2. L'espace subtractif CMY(K)

Dans le monde des arts graphiques les couleurs primaires du modèle RGB sont remplacées par leurs compléments : le cyan, le magenta et le jaune. En effet, en mélangeant les encres, celles-ci « filtrent » ou « soustraient » de plus en plus de longueurs d'ondes (couleurs) de la lumière blanche qui tombe sur la surface lumineuse. Par exemple le cyan absorbe la composante rouge de la lumière blanche, ce qui en terme de couleurs primaires additives veut dire que le cyan correspond au bleu plus le vert. D'une façon similaire, le magenta absorbe la composante verte et correspond au rouge plus le bleu, tandis que le jaune qui absorbe le bleu, devient rouge plus vert. Enfin, pour optimiser la qualité des

couleurs foncées où les mélanges des encres ne sont pas toujours parfaits, dans l'imprimerie et les imprimantes couleur, une quatrième composante (le noir) est ajoutée. Cette composante s'obtient avec le calcul suivant :

- déterminer le minimum des composantes C, Y et M, ce qui correspond à la valeur où les trois encres sont superposées, et ainsi génèrent du noir : $K = \min(C, Y, M)$;
- « suppression des couleurs sous-jacentes », c.-à-d., soustraire la composante noire commune K des composantes C, Y et M pour compenser le montant de noir ajouté par l'encre noire : $C = C - K$; $Y = Y - K$; $M = M - K$.

3.3. Autres systèmes

GERRITSEN [5] classe les systèmes de couleurs en plusieurs groupes (voir également NEMCSICS [16]) :

Modèles bi-dimensionnels

- La théorie des opposés comme base pour ordonner les teintes.
WALLER (1686), HOFER (1883), HERING (1911), PLOCHÈRE (1948), *Natural Color System* NCS (1968), CIELUV (1976).
- Les caractéristiques des mélanges de peintures comme base pour ordonner les couleurs.
RUNGE (1806), HERSCHEL (1817), VAN GOGH (1878), WUNDT (1893), KLEE (1924), ITTEN (1961).
- Les lois de la perception des couleurs par l'homme comme base pour ordonner les couleurs en utilisant des diagrammes pour montrer cet accord.
GÆTHER (1793), MAXWELL (1857), ROOD (1879), HOLZEL (1904), triangle couleur CIE (1931), GERRITSEN (1975).
- De la teinte pure au blanc et au noir. Dans ces modèles les couleurs complémentaires sont positionnées à l'opposé sur le cercle des couleurs.
HARRIS (1776), BRÜCKE (1831).

Modèles tridimensionnels

- Tous les mélanges possibles entre les teintes pures et le blanc, les différents gris et le noir. La distance entre les teintes pures et le noir/blanc ne sont pas identiques.
LAMBERT (1772), CHEVREUL (1839), VON BEZOLD (1876), WUNDT (1893), MAC ADAM CIE (1935), VALLALOBOS (1947), ROSCH (1953), DIN 6164 (1955).
- Les distances entre le cercle des couleurs pures et le blanc, ou le noir sont identiques.
MAYER (1758), RUNGE (1810), WUNDT (1874), ROOD (1879), HÖFLER (1883), EBBINGHAUS (1902), MUNSELL (1905), RIDGEWAY (1912), OSTWALD (1917), BORING (1929), PLOCHÈRE (1948), HÅRD NCS (1968).

- Placement des teintes claires plus près du blanc et des teintes obscures plus près du noir.
TITCHENER (1887).
- Placement des teintes d’après leur valeur clair/obscur en fonction des valeurs équivalentes sur l’axe neutre noir–blanc.
MUNSELL (1915), POPE (1929), JOHANSSON (1939), HESSELGREN (1953), système ACC (1978).
- Placement à la MAXWELL des trois couleurs claires et des trois couleurs obscures.
BENSON (1868), CHARPENTIER (1885), HICKETHIER (1940), KÜPPERS (1972).

4. Symbolique des couleurs

Le langage des couleurs n’est pas universel et chaque unité culturelle ou traditionnelle associe souvent une notion différente à une couleur donnée (voir par exemple la table 2). Ainsi, il est important de respecter ces connotations culturelles dans l’élaboration d’un message contenant des éléments coloriés. Nous pensons ici au rôle psychologique et physiologique, à la création d’ambiance, à la signalisation¹ et au symbolisme (cultures, religions, héraldiques).

5. Harmonies des couleurs

Les harmonies sont des arrangements de couleurs qui sont plaisants à l’œil. Comme évoqué ci-dessus, certaines couleurs peuvent avoir une connotation particulière et dans le domaine des harmonies les mêmes mises en gardes s’appliquent. De plus, l’addition d’une dimension supplémentaire rend le problème encore plus complexe. Des dizaines de livres ont été écrits sur l’harmonie des couleurs ; des experts y donnent leur opinion, mais les conclusions de beaucoup de ces travaux sont souvent contradictoires. Les raisons de ces divergences ne sont pas difficiles à comprendre [11] :

- L’harmonie des couleurs est une question d’émotion, on aime ou on n’aime pas, souvent la même personne peut changer d’avis, d’autant plus que des combinaisons répétitives peuvent devenir ennuyeuses, tandis qu’une vision fréquemment renouvelée peut nous les faire mieux apprécier.
- L’harmonie des couleurs dépend non seulement de la taille des surfaces colorées mais du dessin et des couleurs elles-mêmes. Par exemple, une très jolie mosaïque peut paraître tout à fait horrible quand elle est perçue magnifiée d’un facteur dix.

1. L’AFNOR était parmi les premières institutions de normalisation à établir des codes de couleurs pour les tuyauteries, les conducteurs électriques, etc. Par exemple les couleurs de base de sécurité se limitent à trois : le jaune pour le danger, le rouge pour l’arrêt absolu et le matériel d’incendie, et le vert pour la voie libre ou les postes de secours. Par contre, le blanc et le noir, utilisés pour les tracés de parcours et le bleu pour attirer l’attention sont considérés comme couleurs d’emploi secondaire.

- L’harmonie des couleurs dépend aussi bien de la taille des surfaces coloriées que de leurs couleurs.
- L’harmonie des couleurs dépend aussi bien de la forme des éléments que de leurs couleurs.
- L’harmonie des couleurs dépend aussi bien du sens ou de l’interprétation du dessin que des couleurs. Il est important de noter que l’harmonie des couleurs pour un portrait est très différente de celle d’un dessin abstrait ou de la typographie.

Toutefois nous pouvons tenter de formuler quelques principes pour la construction d’harmonies des couleurs.

- L’harmonie des couleurs résulte de la juxtaposition de couleurs sélectionnées dans un plan ordonné pouvant être reconnues et appréciées d’une façon émotionnelle.
- Quand deux séquences de couleurs similaires sont comparées, le spectateur choisira celle qui lui est la plus familière et la plus harmonieuse.
- Des groupes de couleurs ayant un aspect et une qualité commune sont considérés comme étant harmonieux.
- Les couleurs sont perçues comme harmonieuses seulement si la combinaison des couleurs possède un plan de sélection qui est reconnaissable sans équivoque.

Une approche différente est proposée par NEMCSICS [16, pp. 268–274], qui obtient sensiblement les mêmes conclusions.

Expérimentalement, il a été observé que l’œil préfère des combinaisons où les couleurs primaires sont équilibrées par rapport à leurs couleurs complémentaires, et que notre perception des changements de couleurs est modifiée suivant l’environnement dans lequel nous nous trouvons. La figure 4 montre les effets de *saturation* et d’*absorption* des trois couleurs primaires en fonction du blanc (colonne de gauche) ou du noir (deuxième colonne) et en fonction des couleurs complémentaires (troisième colonne) ou du ton de gris de la couleur primaire elle-même (colonne de droite).

6. Construction des harmonies de couleurs

Plusieurs systèmes pour construire des combinaisons harmoniques de couleurs ont été proposés (voir par exemple PFEIFFER [17], RICHARDIÈRE [18] ou NEMCSICS [16] pour une discussion générale). Comme exemple, nous considérons la théorie des couleurs d’ITTEN, qui dans son livre *Art de la Couleur* [10, 15], utilise un système basé sur un cercle harmonique subdivisé en douze parts égales (Figure 3). Il contient les trois couleurs primaires : jaune, rouge et bleu, disposées à 120°. Leurs couleurs complémentaires, violet, vert et orange, appelées aussi couleurs secondaires, sont positionnées diamétralement opposées à leur primaire respective. Le cercle contient six autres couleurs, intermédiaires entre chaque

primaire et adjacentes aux secondaires. Le cercle harmonique est seulement une simplification. En effet, toutes les couleurs possibles peuvent être représentées sur la surface d'une sphère, qui aura les couleurs d'harmonie à son équateur, le blanc au pôle nord, le noir au pôle sud. Pour une couleur donnée, nous aurons respectivement des variantes plus claires ou plus foncées, si nous allons de l'équateur au sud ou au nord. Cela implique que de n'importe quel point de la sphère, il existe un point diamétralement opposé qui possède les caractéristiques de la complémentarité, par exemple à un bleu-vert clair correspond un rouge-orange sombre. Des siècles d'expérience artistique ont démontré que des règles de base simples permettent aux artistes de composer des harmonies de couleurs dans leurs œuvres. En suivant ITTEN, nous allons en passer quelques unes en revue.

6.1. Combinaisons harmoniques de deux couleurs

Des couleurs complémentaires se trouvant diamétralement opposées sur le cercle des couleurs (sphère) définissent une harmonie de deux couleurs, comme les couples (rouge, vert), (bleu, orange), ainsi qu'un nombre infini de constructions possibles utilisant les combinaisons de la sphère.

6.2. Combinaisons harmoniques de trois couleurs

Quand à l'intérieur du cercle des couleurs on construit un triangle équilatéral, les couleurs situées à chaque sommet forment une harmonie de trois couleurs. Le plus commun de ces triplets (jaune, rouge, bleu) est bien connu pour son efficacité dans toutes les formes de l'art, de la publication et dans le monde de la publicité. Il peut être utilisé dans un grand nombre de motifs, de mises en page et dans toutes sortes de combinaisons plus ou moins lumineuses. Le deuxième triplet (violet, vert, orange) a aussi une forte personnalité et est très souvent utilisé. D'autres triplets sont possibles, par exemple en remplaçant le triangle équilatéral par un triangle isocèle, ou en travaillant sur la sphère des couleurs en combinant les variantes claires et sombres. Dans un cas particulier, nous pouvons positionner un sommet du triangle sur le point blanc (pôle nord) et créer une harmonie (blanc, bleu-vert sombre, orange-rouge foncé) ou sur le point noir (pôle sud), nous obtiendrons une harmonie (noir, bleu-vert clair, orange-rouge clair).

6.3. Combinaisons harmoniques de quatre couleurs ou plus

Nous pouvons construire une harmonie de quatre couleurs en prenant les couleurs qui se trouvent sur les cotés d'un carré, par exemple le quadruplet (jaune, orange-rouge, violet, bleu-vert). Il est aussi possible d'utiliser un rectangle, nous combinerons alors deux paires de couleurs complémentaires.

Des ordres d'harmonies plus élevés (comme six couleurs) sont également faciles à obtenir en utilisant des systèmes géométriques similaires, combinés avec le cercle harmonique ou la sphère des couleurs. Notons, toutefois, que chaque combinaison aura son caractère et ses propres lois, et que seule une longue expérience enseignera quelles sont,

parmi les différentes combinaisons harmoniques, les plus appropriées pour une application donnée.

7. Couleur et lisibilité

La lisibilité du message ou du signe est étroitement liée au mode de perception visuelle qui enregistre l'information présentée. Les facteurs qui influencent la visibilité des couleurs sont :

- *l'intensité* : les couleurs pures du spectre ont la plus grande intensité ;
- *le contraste* : entre les différentes couleurs ;
- *la pureté* : les couleurs pures sont plus visibles que des variations dégradées. Lorsque du blanc est ajouté, les couleurs seront plus faibles, si l'on ajoute du noir, elles seront plus sombres.

La figure 5 montre quelques contrastes parmi les plus efficaces. Ils peuvent être utilisés pour optimiser la lisibilité ou la visibilité, par exemple sur des transparents, des signaux routiers ou des prospectus publicitaires. DUPLAN et JAUNEAU [3] et surtout WHITE [24] donnent plusieurs exemples pratiques d'utilisation optimale de la couleur dans la présentation de données, sous forme graphique ou tabulaire, photos et images, typographie, etc.

8. La couleur dans l'industrie de l'imprimerie

Comme nous l'avons mentionné dans la section 3.2, l'industrie de l'imprimerie et des arts graphiques utilise le système CMYK pour spécifier les couleurs sur la page. Nous avons montré comme exemple détaillé (voir [8, p. 7]) le traitement des cinq anneaux Olympiques et d'une ellipse multicolore. Cet exemple montre comment les encres sont appliquées successivement (d'abord le cyan, puis le magenta, suivi du jaune et enfin le noir) pour obtenir le résultat final.

Pour atteindre une qualité de l'impression satisfaisante, l'utilisation du PostScript est maintenant presque universelle, et le niveau 2 du langage PostScript offre un support complet pour la couleur, avec un nombre important de commandes qui facilitent la préparation de la séparation de travaux en couleur. En particulier, PostScript ne se limite pas simplement aux systèmes RGB ou CMYK, mais inclut également HSB, CIE et d'autres espaces de couleurs (voir la section 3). Pour mieux gérer la couleur, et en particulier les calibrations entre les couleurs à l'écran et celles imprimées, ou scannées, les systèmes PANTONE, Focoltone et Trumatch et plus récemment des solutions CMS (de l'anglais *Color Management Systems*) comme ColorSync 1.0 d'Apple, EFIColor Works d'Electronics for Imaging, ColorMatch de Daystar Digital, FotoTune d'Agfa, MonacoColor de Monaco Systems et Precision de Eastman Kodak sont devenus courants. Reconnaissant l'importance de pouvoir spécifier les couleurs d'une façon indépendante du support (écran, papier), de

la plateforme informatique et du format spécifique de chaque fabricant, le consortium ICC (*International Color Consortium*) fut créé en mars 1994² pour établir un format commun de profil de périphérique. Une première norme fut publiée en juin 1994, et Apple (avec QuickDraw GX), Sunsoft (avec Solaris) et Microsoft (avec Windows 95) ont incorporé les profils de périphérique couleur ICC. Des extensions sont possibles, et ICM (*Independent Color Matching*), qui utilise les profils ICC, sera inclu comme système de gestion des couleurs dans Windows 95 et Windows NT. De son côté Apple a annoncé la version 2 de ColorSync qui utilisera également les profils universels ICC et pourra donc incorporer les diverses solutions commerciales quand elles deviendront disponibles (voir MCCLELLAND [13] et SUGIHARA [23] pour plus de détails).

9. Les couleurs et L^AT_EX 2_ε

T_EX de dispose pas de primitives pour traiter la couleur et la gestion de la couleur a dû être introduite au niveau L^AT_EX, même si en définitive les pilotes d'imprimante et d'écran sont responsables pour la réalisation de la couleur sur l'unité de sortie. En L^AT_EX 2_ε le concept de la couleur est construit autour de l'idée du *système de couleur*. Notons que les systèmes implantés dans un pilote donné peuvent varier. La distribution standard de l'extension `color` de L^AT_EX 2_ε vient avec les systèmes suivants :

`rgb` système RGB ou *Red, Green, Blue*.

Une virgule sépare la liste de trois nombres réels, compris entre 0. et 1. qui donnent la composante de chaque couleur primitive (rouge, vert et bleu).

`cmymk` système CMYK ou *Cyan, Magenta, Yellow, black*.

Une virgule sépare la liste de quatre nombres réels compris entre 0. et 1. qui spécifient les composantes de chaque couleur primitive (cyan, magenta, jaune et noir).

`gray` système échelle de gris.

Un seul nombre réel entre 0. (noir) et 1. (gris) spécifie le niveau de gris désiré.

`named` (*nommé*) sélection par nom.

Ce n'est pas réellement un système de couleurs, mais une liste de noms de couleurs prédéfinies à laquelle l'utilisateur peut ajouter ses propres définitions (avec la commande `\definecolor`, voir ci-dessous). En fait, pour le pilote `dvips` 64 couleurs dites «crayola», initialement proposées par Jim Hafner dans son extension `colordvi`, sont prédéfinies (voir la figure 6).

En principe, d'autres systèmes de couleurs peuvent être facilement définis (comme la gamme PANTONE, X11, HSB, etc.). Dans chaque cas, le code approprié en relation avec les nouveaux systèmes doit se trouver dans les fichiers du pilote. La section B dans l'annexe montre comment utiliser la gamme HSB.

2. Parmi les fondateurs de ce consortium on trouve Adobe, Agfa, Apple, Kodak, Microsoft, Silicon Graphics, Sun et Taligent.

9.1. Les options disponibles

Comme indiqué ci-dessus, c'est le pilote qui devra déposer les couleurs sur le support imprimé, nous devons donc sélectionner le pilote à utiliser comme option avec la commande `\documentclass` ou `\usepackage`. De plus, on peut déclarer un pilote par défaut dans le fichier de configuration `color.cfg` en utilisant la commande :

```
\ExecuteOptions{dvips}
```

L'option monochrome qui supprime toutes les commandes de couleurs, peut s'avérer fort utile pour la prévisualisation.

9.2. Définir les couleurs

Les couleurs noir, blanc, rouge, vert, bleu, cyan, magenta et jaune doivent être prédéfinies pour n'importe quel pilote. Des fichiers d'extensions (comme `crayola` évoqué plus haut) peuvent définir d'autres couleurs. On peut aussi définir ses propres couleurs avec la commande `\definecolor`.

```
\definecolor{nom}{système}{spécification_couleur}
```

Cette commande définit une couleur *nom* en fonction d'un système de couleur *système* avec des paramètres relatifs à ce système *spécification_couleur*. Cette définition *nom* pourra être utilisée plus tard dans des commandes couleur. Par exemple :

```
\DefineColor{Monorange}{cmyk}{0,0.42,1,0}
\definecolor{Monbleu}{rgb}{0.8,0.85,1}
\definecolor{Mongris}{gray}{0.75}
\definecolor{Monvert}{named}{SpringGreen}
```

Après ces définitions `Monorange`, `Monbleu` et `Mongris` pourront être utilisées en plus des couleurs déjà prédéfinies, tandis que `Monvert` devient un synonyme pour la couleur prédéfinie `SpringGreen`.

9.3. Utiliser les couleurs

La syntaxe permettant de changer les couleurs est similaire à celle pour changer les caractères et se présente sous deux formes, l'une déclarative, l'autre employant des arguments pour des changements locaux.

```
\color[système]{spécification_couleur}
\textcolor[système]{spécification_couleur}{texte}
```

Sans l'argument optionnel [*système*] seuls des noms de couleurs prédéfinies sont possibles, autrement *spécification_couleur* a la même signification que dans la commande `\definecolor`.

Notons que `\textcolor{nom}{texte}` est équivalent à `{\color{nom}texte}`.

Un exemple d'utilisation avec des couleurs prédéfinies est ³ :

```
{\color{green} Le texte commence en vert
\textcolor{red}{ un petit peu de rouge}
{\color{blue}du bleu maintenant}
revenons au vert.}
```

Le texte commence en vert un petit peu de rouge du bleu maintenant revenons au vert.

On peut également définir directement la couleur dans le système donné (p. ex. RGB) comme montré ci-dessous :

```
{\color[rgb]{0,1,0} Le texte commence en vert
\textcolor[rgb]{1,0,0}{un petit peu de rouge}
{\color[rgb]{0,0,1}du bleu maintenant}
revenons au vert.}
```

Le texte commence en vert un petit peu de rouge du bleu maintenant revenons au vert.

le prochain exemple mélange les couleurs prédéfinies et spécifiées localement :

```
\begin{enumerate}
\item \textcolor[rgb]{0, 1, 0}{vert rgb} noir;
\item \color[gray]{0.5}
  \textcolor{blue}bleu prédéfini} texte gris.
\end{enumerate}
```

1. vert rgb noir;
2. bleu prédéfini texte gris.

En utilisant le système CMYK pour définir une couleur Ora, pour Orange, l'exemple suivant un peu plus complexe, montre que la couleur est définie quand la boîte est remplie avec la commande `\sbox`, et non quand elle est exécutée (c.-à-d. que les caractéristiques de la couleur sont stockées avec la boîte, et la couleur environnante ne les influence pas).

```
\definecolor{Ora}{cmyk}{0, 0.6, 0.8, 0}
\newsavebox{\X}
\sbox{\X}{[Texte encadré noir.]
  \color{Ora}[Texte encadré orange.]}
1. Nous \usebox{\X} revenons au noir.\
2. {\color{blue} C'est du bleu maintenant
\usebox{\X} et une fois encore du bleu.}
```

3. Pour des raisons de coût les pages couleurs sont regroupées à la fin de l'article. Dans le texte les couleurs seront donc représentées pas des niveaux de gris. La figure 7 reprend les différents textes coloriés en ... couleur.

1. Nous [Texte encadré noir.] [Texte encadré orange.] revenons au noir.
2. C'est du bleu maintenant [Texte encadré noir.] [Texte encadré orange.] et une fois encore du bleu.

9.4. Une page en couleur

```
\pagecolor{nom_de_la_couleur}
```

La couleur du fond d'une page entière peut être modifiée en utilisant `\pagecolor`. Cette commande a les mêmes arguments que `\color`, mais définit le fond de la page en cours et de toutes les pages suivantes. Cette déclaration est globale, nous devons utiliser `\pagecolor{white}` pour revenir à un fond blanc (le défaut).

9.5. Des boîtes à fonds colorés

Deux commandes similaires à `\framebox` ont pour résultat des boîtes peintes dans une couleur donnée.

```
\colorbox{couleur_du_fond}{texte}
\fcolorbox{couleur_du_cadre}{couleur_du_fond}{texte}
```

Les exemples ci-après montrent comment ces commandes peuvent être utilisées.

```
\colorbox{red}{Un texte noir sur un fond rouge}
```

Un texte noir sur un fond rouge

```
\fcolorbox{blue}{red}%
{Un texte noir, un fond rouge, un encadrement bleu}
```

Un texte noir, un fond rouge, un encadrement bleu

```
\fcolorbox{red}{blue}%
{\color{white} Un texte blanc, un fond bleu, un encadrement rouge}
```

Un texte blanc, un fond bleu, un encadrement rouge

Une combinaison de définitions de couleurs pour les caractères et les boîtes peut être utilisée ainsi :

```
\definecolor{Brun}{cmyk}{0, 0.8, 1, 0.6}
\definecolor{Jaune}{rgb}{1, 1, 0}
```

```
\definecolor{Clair}{gray}{.80}
\definecolor{Nuit}{gray}{.20}
\colorbox{Brun}{\textcolor{white}{Fond blanc}}\quad
\colorbox{Jaune}{\textcolor{red}{Fond rouge}}\quad
\colorbox{Clair}{\textcolor{Nuit}{Fond clair}}\quad
\colorbox{Nuit}{\textcolor{white}{Fond sombre}}\quad
```



Les exemples suivants montrent comment la forme exacte de la boîte peut être contrôlée.

```
\setlength{\fboxrule}{6pt}
\colorbox{yellow}{Drôle de couleur}\quad
\fcolorbox{red}{yellow}{Drôle de couleur}
```



```
\colorbox{green}{Drôle de couleur}\quad
\setlength{\fboxrule}{0pt}
\setlength{\fboxsep}{10pt}
\colorbox{green}{Drôle de couleur}
```



9.6. Un exemple plus complexe — une liste colorée

Nous combinons l'utilisation de polices PostScript et de la couleur pour construire des listes avec des éléments colorés :

```
\newenvironment{coldinglist}[2]%
  {\begin{list}{\textcolor{#2}{\ding{#1}}}{}}%
  {\end{list}}

\begin{coldinglist}{113}{red}
  \item De Farallon \textcolor{blue}{Replica}
  \begin{coldinglist}{42}{green}
    \item n'est utilisable que sous Windows ;
    \item transforme les fontes PostScript type 1 en mode points ;
    \item bien intégré dans cet environnement.
  \end{coldinglist}
  \item \textcolor{blue}{Le logiciel Common Ground} de No
  Hands
  ....
```

❑ De Farallon : [Replica](#)

- ☞ n'est utilisable que sous Windows ;
- ☞ transforme les fontes PostScript type 1 en mode points;
- ☞ bien intégré dans cet environnement.

❑ Le logiciel [Common Ground](#) de No Hands

- ☞ Pour Mac et Windows ;
- ☞ limité à quatre résolutions fixes ;
- ☞ bien intégré dans cet environnement.

❑ D'Adobe : [Acrobat](#)

- ☞ pour Mac, Windows et Unix(Sun) ;
- ☞ traite n'importe quel document PostScript avec Distiller ;
- ☞ n'inclut pas le logiciel Acrobat Reader.

9.7. Traitements plus sophistiqués

Un traitement des couleurs plus avancé peut être obtenu en utilisant des extensions produites par VAN ZANDT. Par exemple, pour les transparents couleurs on dispose de la classe `seminar` (voir [8, 22]). La programmation de tableaux colorés est facilitée avec l'extension `colortab` [20], dont un exemple est montré dans la figure 2 (voir aussi [7, pp. 11–14]). On aura accès à toute la richesse des commandes PostScript en utilisant les possibilités de l'extension `pstricks` [6, 21]⁴.

9.8. Pilotes disponibles

La distribution de l'extension `color` contient un ensemble de fichiers de configuration pour les différents pilotes. Comme le montre le tableau ci-dessous, chaque pilote offre une partie ou toutes les fonctionnalités de la couleur et des graphiques, décrites dans cet article (ou dans notre article sur les extensions graphiques de L^AT_EX 2_ε dans ce *Cahier GUTenberg*).

4. Notons toutefois qu'actuellement toutes ces extensions ne sont pas encore adaptées aux dernières fonctionnalités de L^AT_EX 2_ε, ce qui peut engendrer quelques surprises pour un utilisateur non averti.

<i>pilote</i>	<i>auteur</i>	<i>fonctionnalités</i>
dvips	Rokicki	toutes (<i>pilote de référence</i>) ;
dvipson	Y&Y	pas de pile de couleur ;
dvitops	J. Clark	pas de rotations multiples ;
dviwin	H. Sendoukas	couleur, inclusion de fichier ;
dviwindo	Y&Y	inclusion de fichier, couleur ;
emtex	E. Mattes	inclusion de fichier seulement ;
oztex	A. Trevorrow	inclusion de fichier seulement ;
pctexhp	PCTeX	inclusion de fichier ;
pctexps	PCTeX	inclusion de fichier, couleur, rotation ;
pctexwin	PCTeX	inclusion de fichier, couleur, rotation ;
textures	Blue Sky	toutes

Bibliographie

- [1] Adobe Systems Incorporated, *Manuel de référence du langage PostScript (deuxième édition)*, Addison-Wesley France SA, Paris, 1992.
- [2] Maurice DÉRIBÉRÉ, *La couleur*, Collection *Que sais-je ?* N° 220, Presses Universitaires de France, Paris, 1964-1993.
- [3] Pierre DUPLAN et Roger JAUNEAU, *Maquette et mise en page*, Éditions du Moniteur, Paris, 1986.
- [4] James D. FOLEY, Andries VAN DAM, Steven K. FEINER et John F. HUGHES, *Computer Graphics, Principles and Practice*, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, second edition, 1990.
- [5] Frans GERRITSEN, *Evolution in Color*, Schiffer Publishing Ltd, West Chester, PA, USA, 1988.
- [6] Denis GIROU, «Présentation de PSTricks », *Cahiers GUTenberg* N° 16, pp. 21–70, 1994.
- [7] Michel GOOSSENS et Sebastian RAHTZ, « Composition en couleur avec L^AT_EX », *Cahiers GUTenberg* N° 16, pp. 5–20, 1994.
- [8] Michel GOOSSENS et Sebastian RAHTZ, « Préparer des transparents avec Seminar », *Cahiers GUTenberg* N° 16, pp. 71–82, 1994.
- [9] Timothy G. GREENWOOD, « International Cultural Differences in Software », *Digital Technical Journal* Vol.5 No.16, pp. 8–20, 1993.
- [10] Johannes ITTEN, *Art de la Couleur*, Dessain et Tolra, Paris, 1986.
- [11] Deane B. JUDD et Günter WYSZECKI, *Color in Business, Science, and Industry*, John Wiley and Sons, New York, second edition, 1963.
- [12] Gerard KUNKEL, *Graphic Design with PostScript*, Scott, Foresman and Company, 1990.
- [13] Deke MCCLELLAND, « The Color You Expect », *Macworld* 12(5), pp. 94–100, mai 1995.
- [14] Henry MCGILTON et Mary CAMPIONE, *PostScript by Example*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1992.

- [15] Robert MONTCHAUD, *La couleur et ses accords*, Éditions Fleurus, Paris, 1994.
- [16] Antal NEMCSICS, *Colour Dynamics*, Ellis Horwood, Londres, 1993.
- [17] Henri PFEIRRE, *L'harmonie des couleurs*, Maisons-Lafitte, 1984.
- [18] Christian RICHARDIÈRE, *Harmonie des couleurs*, Dessain et Tolra, Paris, 1988.
- [19] Tomas ROKICKI, *DVIPS: A T_EX Driver*, 1994, distribution électronique avec le logiciel, version 5.55.
- [20] Timothy VAN ZANDT, *Documentation for color tab . tex / color tab . sty: Shading and coloring T_EX tables. Version 0.9*, 1993. (Document distribué électroniquement avec le logiciel.)
- [21] Timothy VAN ZANDT, *PSTricks: PostScript macros for Generic T_EX. User's Guide. Version 0.93*, 1993. (Document distribué électroniquement avec le logiciel.)
- [22] Timothy VAN ZANDT, *seminar.sty: A L^AT_EX style for slides and notes. User's Guide. Version 1.0*, 1993. (Document distribué électroniquement avec le logiciel.)
- [23] Michael SUGIHARA, « Consistent Color », *Byte* 20(1), pp. 93–100, janvier 1995.
- [24] Jan V. WHITE, *Color for the Electronic Age*. Watson-Guptil Publications, 1990.

Annexes

A. Analyser les composantes des systèmes de couleur

Dans ce qui suit, nous voulons montrer quelques subtilités de la manipulation des paramètres de la couleur. Nous pouvons, par exemple, étudier la variation des composantes cyan, magenta, jaune et noir entre 0 et 90%. Le résultat est montré dans la figure 8 (partie supérieure).

```
\newcounter{Col}
\setlength{\fboxsep}{2mm}
\newcommand{\CBox}[1]{\colorbox[cmymk]{.#1,0.,0.}{.#1}}
\begin{flushleft}
  \makebox[30mm][l]{cyan (C):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}\
  \renewcommand{\CBox}[1]{\colorbox[cmymk]{0.,.#1,0.}{.#1}}
  \setcounter{Col}{0}\makebox[30mm][l]{magenta (M):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}\
  \renewcommand{\CBox}[1]{\colorbox[cmymk]{0.,0.,.#1,0.}{.#1}}
  \setcounter{Col}{0}\makebox[30mm][l]{jaune (Y):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}\
  \renewcommand{\CBox}[1]{\colorbox[cmymk]{0.,0.,0.,.#1}{.#1}}
  \setcounter{Col}{0}\makebox[30mm][l]{noir (K):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}
\end{flushleft}
```

B. Autres systèmes de couleurs

Comme L^AT_EX ne connaît pas lui-même la couleur et les systèmes de couleur, nous devons utiliser les systèmes qui sont intégrés dans le pilote en question. Sinon on doit introduire le code nécessaire dans le fichier de configuration. Dans le cas de `dvips` qui génère des fichiers PostScript, le système HSB (Hue, Saturation, Brightness, voir la section 3) a été introduit récemment. Cet espace est plus commode pour les applications en arts graphiques parce qu'il sépare mieux la partie teinte des effets de saturation et luminosité. L'exemple ci-dessous montre l'effet des variations de chacune de ces composantes.

```
\begin{flushleft}
  \setlength{\fboxsep}{2mm}
  \renewcommand{\CBox}[1]{\colorbox[hsb]{.#1,1.,1.}{.#1}}%
  \setcounter{Col}{0}\makebox[30mm][l]{teinte~(H):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}\
  \renewcommand{\CBox}[1]{% saturation component
  \colorbox[hsb]{.1,.#1,1.}{.#1}}%
  \setcounter{Col}{0}\makebox[30mm][l]{saturation~(S):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}\
  \renewcommand{\CBox}[1]{% brightness component
  \colorbox[hsb]{1.,1.,.#1}{.#1}}%
  \setcounter{Col}{0}\makebox[30mm][l]{luminosité~(B):}%
  \whiledo{\value{Col}<10}{\CBox{\theCol}\stepcounter{Col}}\
\end{flushleft}
```

La figure 8 (partie inférieure) montre le résultat de ce code L^AT_EX, alors que la figure 9 montre une autre représentation des paramètres teinte, saturation, et luminosité.

Notons que pour exécuter les exemples donnés dans les annexes (qui utilisent l'instruction de contrôle `\whiledo`) on doit inclure l'extension standard `ifthen`.

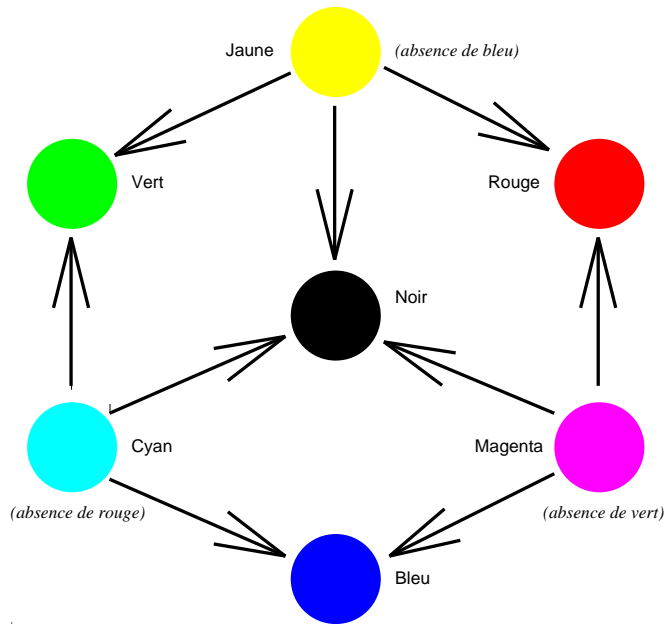


FIGURE 1 - Les systèmes de couleur RGB et CMYK

	rouge	bleu	vert	jaune	blanc
Chine	bonheur	ciel nuages	dynastie Ming ciel nuages	naissance richesse pouvoir	mort pureté
Égypte	mort	vertu croyance vérité	fertilité force	bonheur prospérité	joie
France	aristocratie	liberté paix	criminalité	temporel	neutralité
Inde	vie créativité		prospérité fertilité	succès	mort pureté
Japon	colère danger	infamie	futur jeunesse énergie	grâce noblesse	mort
U.S.A.	danger	masculinité	sécurité	lâcheté	pureté

FIGURE 2 - Connotations symboliques des couleurs dans quelques pays (voir [9]).
Ceci est un exemple d'un tableau colorié à l'aide de l'extension colortab.

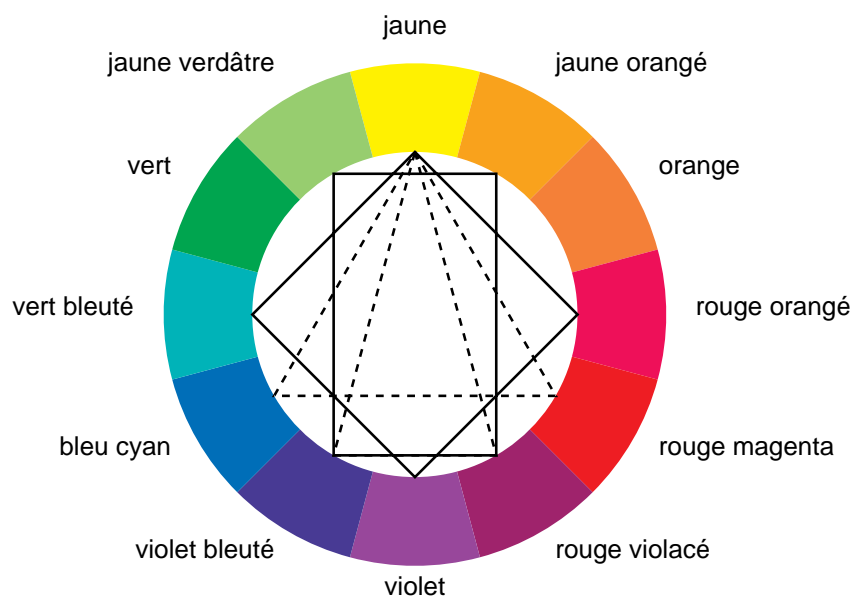


FIGURE 3 - Les harmonies de la couleur et le cercle chromatique (d'après ITTEN [10])

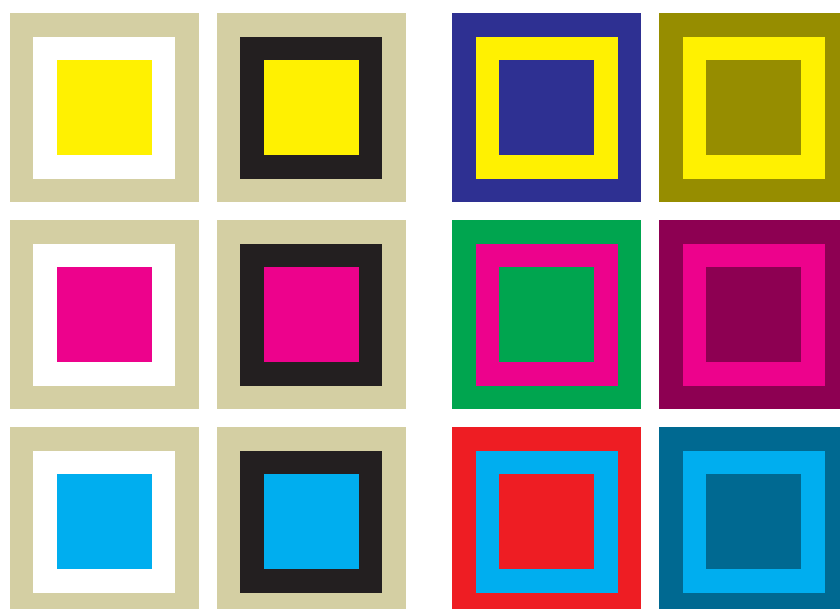


FIGURE 4 - L'harmonie colorée et les couleurs primaires

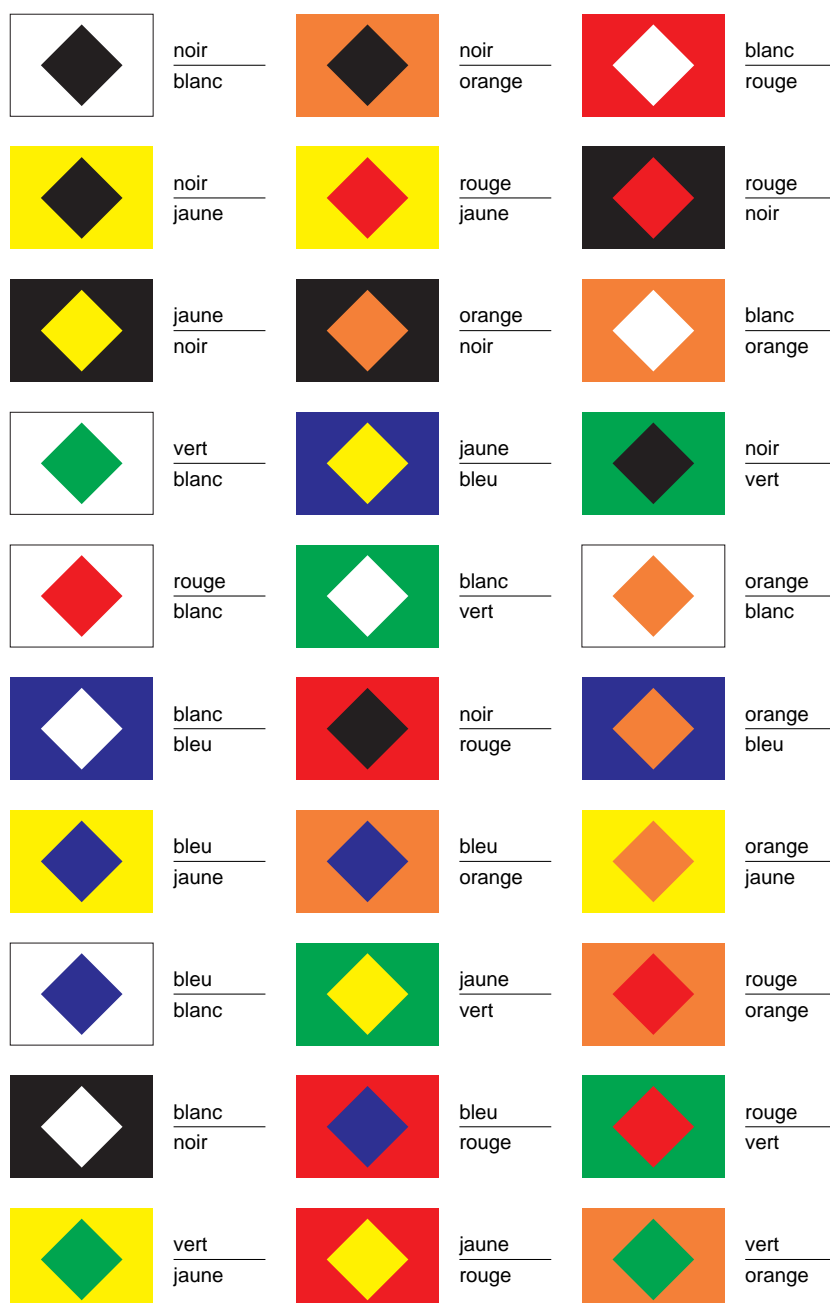


FIGURE 5 - Contrastes de couleurs optimisant la visibilité et la lisibilité ([3, p. 192])



FIGURE 6 - Les couleurs prédéfinies par l'option `name` de l'extension `color`

Le texte commence en vert un petit peu de rouge du bleu maintenant revenons au vert.

1. vert rgb noir ;
2. bleu prédéfini texte gris.

1. Nous [Texte encadré noir.] [Texte encadré orange.] revenons au noir.
2. C'est du bleu maintenant [Texte encadré noir.] [Texte encadré orange.] et une fois encore du bleu.

Un texte noir sur un fond rouge

Un texte noir, un fond rouge, un encadrement bleu

Un texte blanc, un fond bleu, un encadrement rouge

Fond blanc

Fond rouge

Fond clair

Fond sombre

Drôle de couleur

Drôle de couleur

Drôle de couleur

Drôle de couleur

❑ De Farallon : [Replica](#)

- ☞ n'est utilisable que sous Windows ;
- ☞ transforme les fontes PostScript type 1 en mode points;
- ☞ bien intégré dans cet environnement.

❑ Le logiciel [Common Ground](#) de No Hands

- ☞ Pour Mac et Windows ;
- ☞ limité à quatre résolutions fixes ;
- ☞ bien intégré dans cet environnement.

❑ D'Adobe : [Acrobat](#)

- ☞ pour Mac, Windows et Unix(Sun) ;
- ☞ traite n'importe quel document PostScript avec Distiller ;
- ☞ n'inclut pas le logiciel Acrobat Reader.

FIGURE 7 - Représentation en couleur des textes colorés de l'article

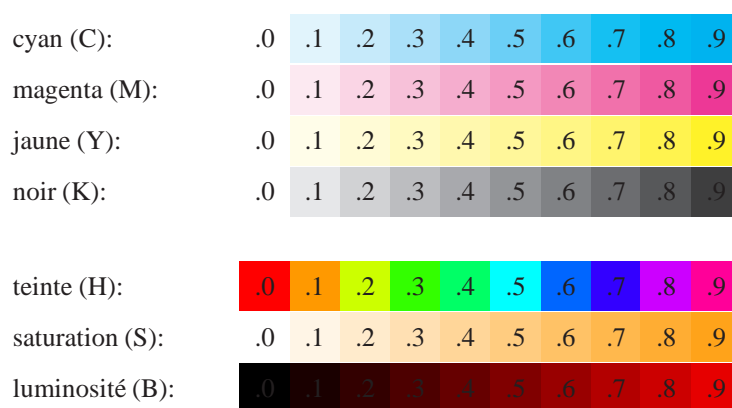


FIGURE 8 - Varier les composantes CMYK (partie supérieure) et HSB (partie inférieure)

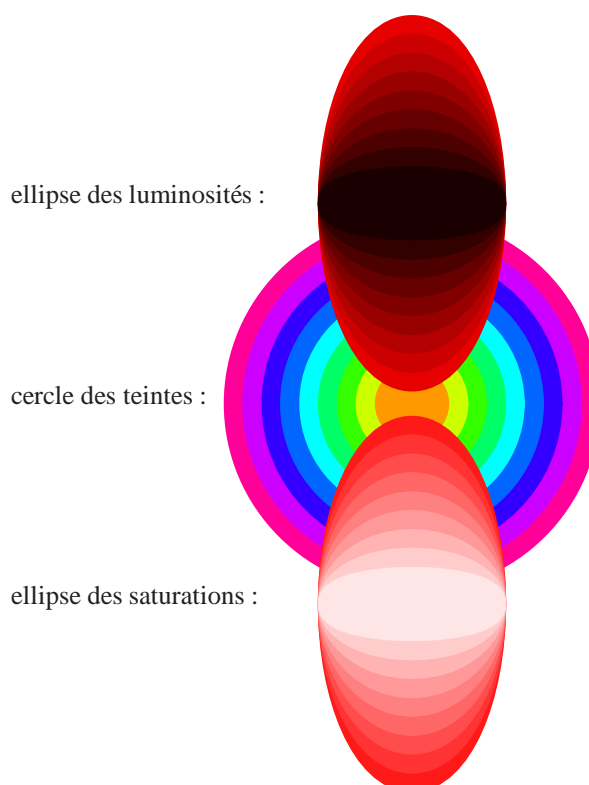


FIGURE 9 - Représentation du système HSB avec des ellipses et cercles de couleur