



Cliquer ici

Synthèse de cours : Créer et analyser des couleurs

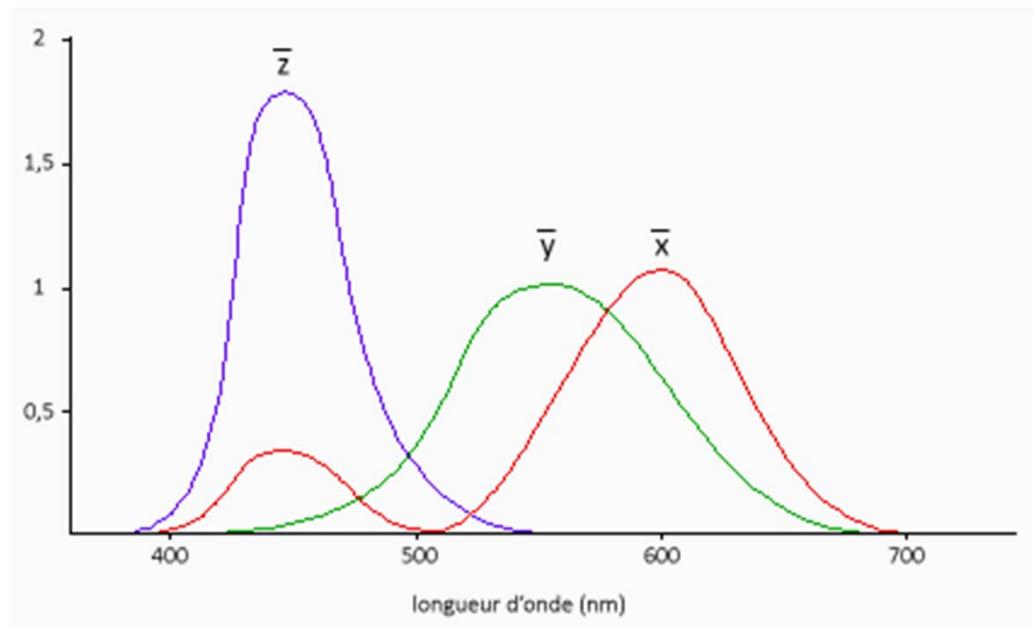
Notions et contenus	Capacités exigibles
Diagramme de chromaticité : œil humain standard, espace des couleurs, gamut	<ul style="list-style-type: none">- Déterminer la longueur d'onde et la saturation (ou facteur de pureté) d'une couleur en utilisant le diagramme de chromaticité.- Utiliser le gamut pour évaluer les performances d'un appareil de capture ou de reproduction d'images



Introduction

Comment définir et caractériser objectivement une couleur ?

- Œil humain standard => Sensibilité spectrale de l'œil humain pour un observateur "standard" caractérisé par trois fonctions d'équivalence de couleurs \bar{x} , \bar{y} et \bar{z}



Présentation

I. Les espaces de couleurs

- A. Espace RVB
- B. Espace TSV
- C. Espace TSL
- D. Espace $L^*a^*b^*$

II. Diagramme de chromaticité $CI_{Ex,y}$

- A. Principe de construction du diagramme
- B. Lecture du diagramme
- C. Utilisation pratique

III. Gamut et reproduction des couleurs

- A. Limite de la reproduction des couleurs
- B. Quelques gamuts usuels



I. Les espaces de couleurs

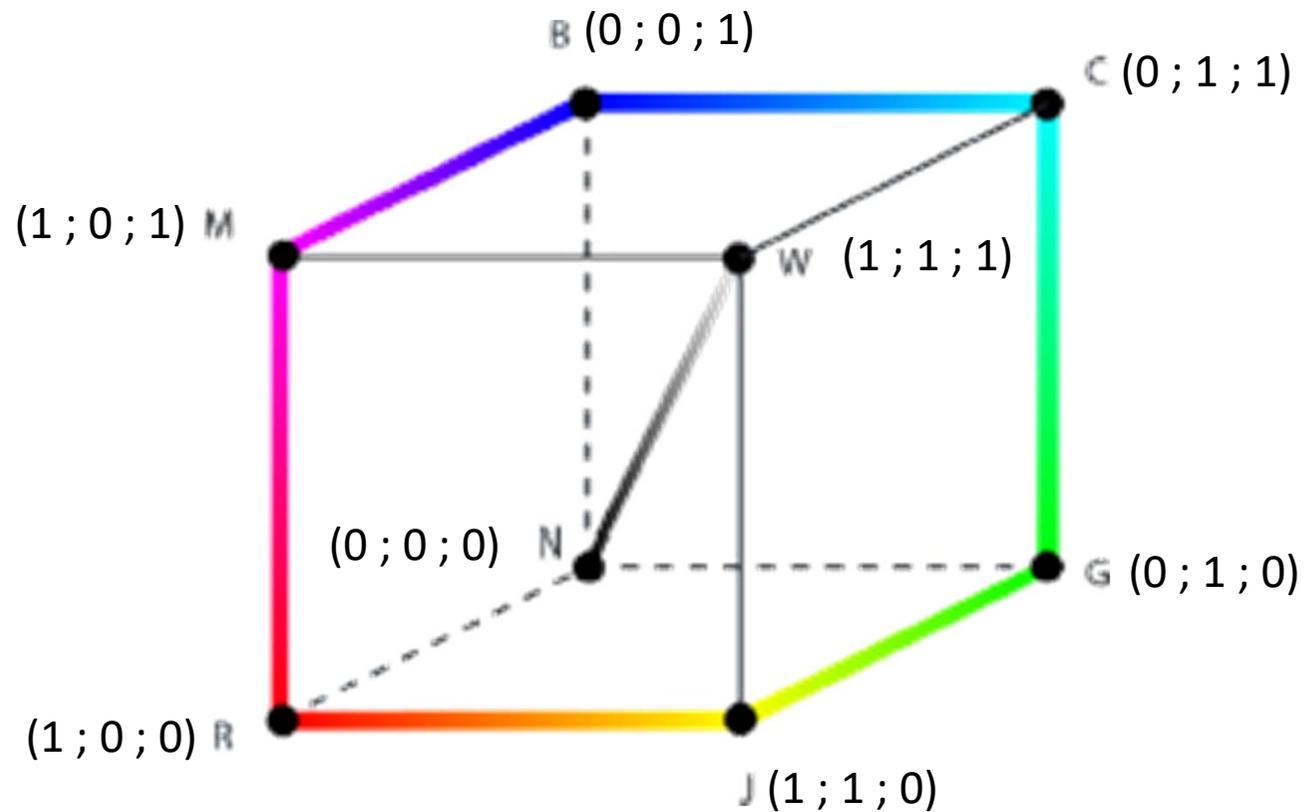
A. Espace RVB



I. A. Espace RVB



Couleur = (R ; V ; B)



=> Hexagone RJGCBM = « roue des couleurs » ; axe NW = axe des gris

I. Les espaces de couleurs

A. Espace RVB

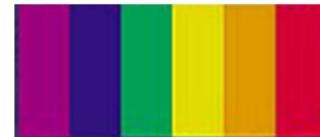
B. Espace TSV



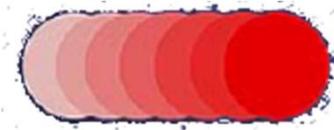
I. B. Espace TSV

- Ajouter à l'espace RVB la notion de luminosité => **Espace TSV** => Très adapté à la **synthèse additive**
- Couleur = 3 caractéristiques :

- **Teinte, T :**



- **Saturation (ou pureté), S :**

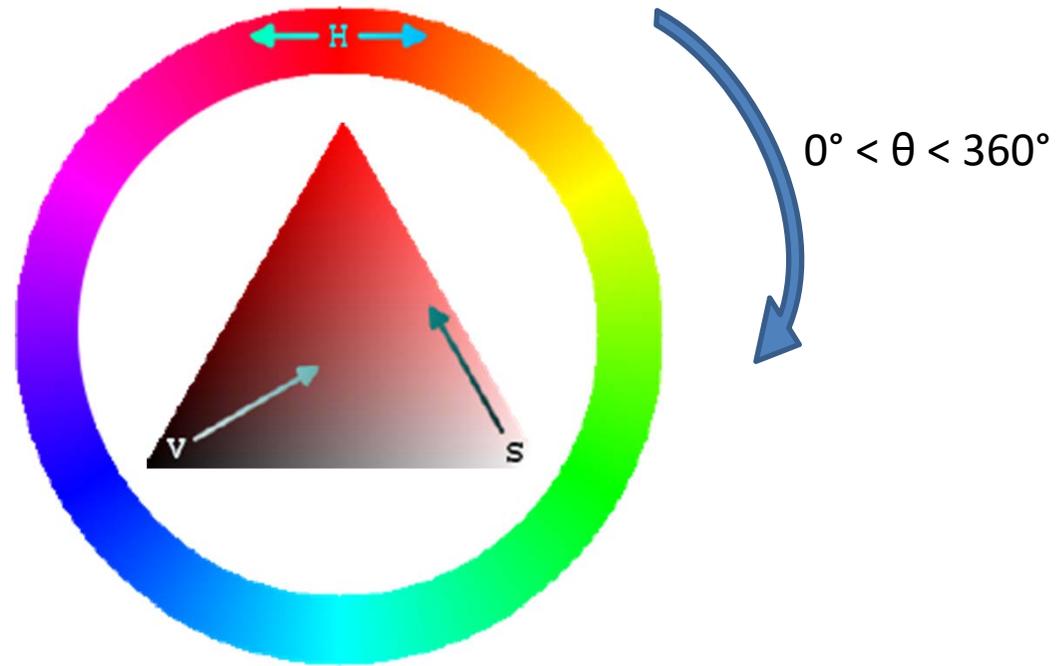


- **Valeur (ou brillance), V :**





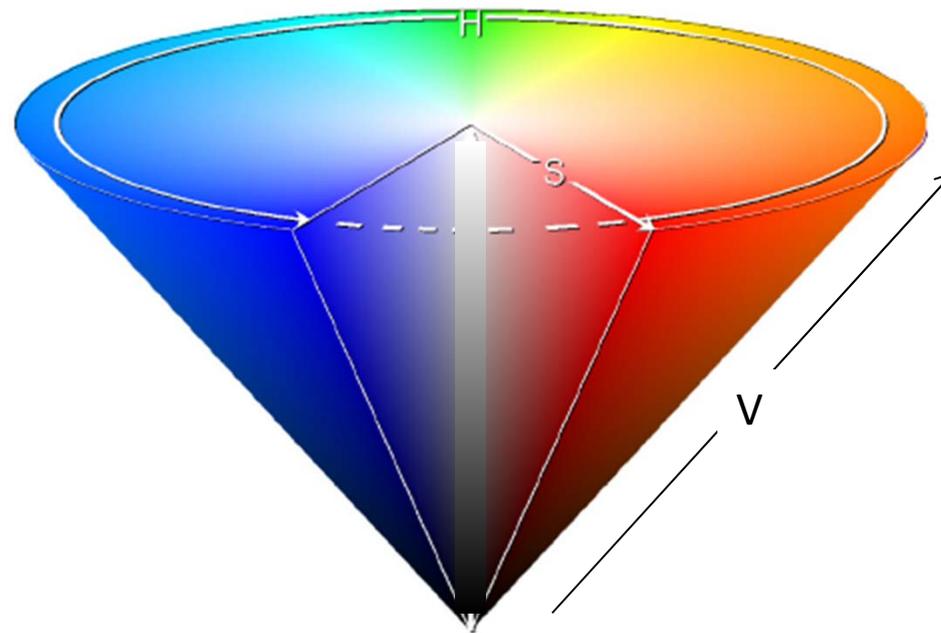
I. B. Espace TSV



Roue TSV



I. B. Espace TSV



- Couleurs complémentaires : le mélange des deux donne du blanc
- Roue des couleurs à la base du cône (ie., pour une valeur maximale)
- Teinte indépendante de S et V qui évoluent ensemble

I. Les espaces de couleurs

- A. Espace RVB
- B. Espace TSV
- C. Espace TSL

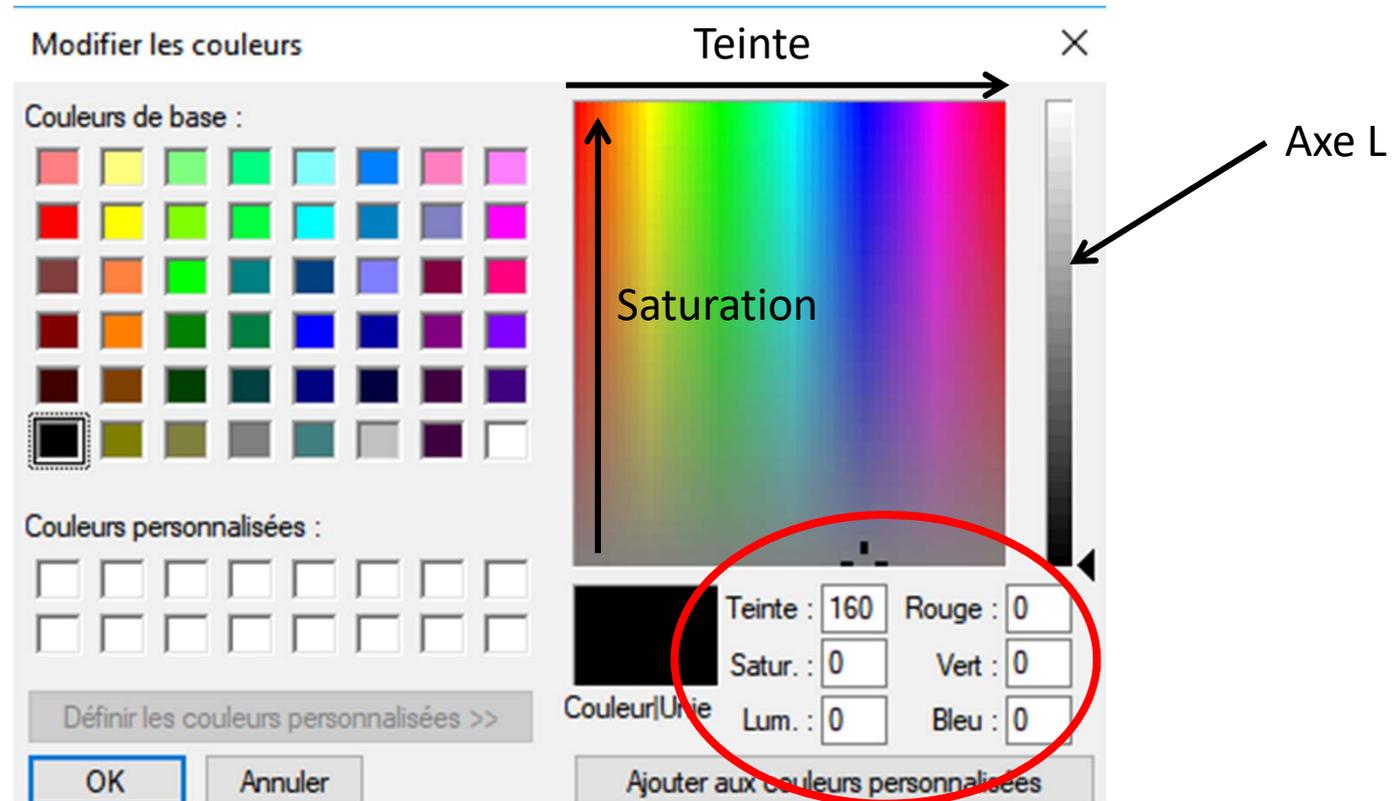


I. B. Espace TSL

- **Espace TSL** : la valeur du TSV devient la luminance, grandeur dépendant de l'éclairement => plus adapté en **synthèse soustractive**
 - Couleur = 3 caractéristiques :
 - **Teinte, T** :
 - **Saturation (ou pureté), S** :
 - **Luminance, L** :
 - $0 \leq L \leq 1$
 - $L = 0 \rightarrow$ noir
 - $L = 1 \rightarrow$ blanc
- Indépendantes de L
➤ Appartiennent au même plan
➤ Définissent la chrominance



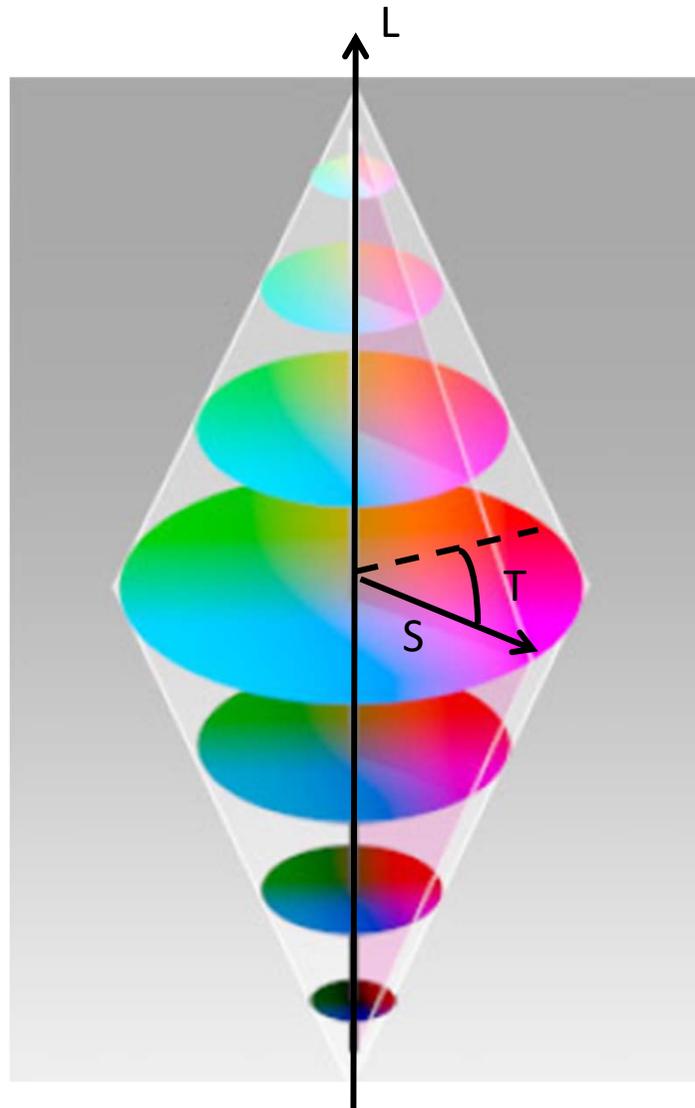
I. B. Espace TSL



=> T et S indépendantes de L



I. B. Espace TSL



=> Roue chromatique
au milieu du double
cône, pour $L = 0,5$

=> 2 couleurs
complémentaires sur
la roue chromatique
donne du gris...

I. Les espaces de couleurs

- A. Espace RVB
- B. Espace TSV
- C. Espace TSL
- D. Espace $L^*a^*b^*$

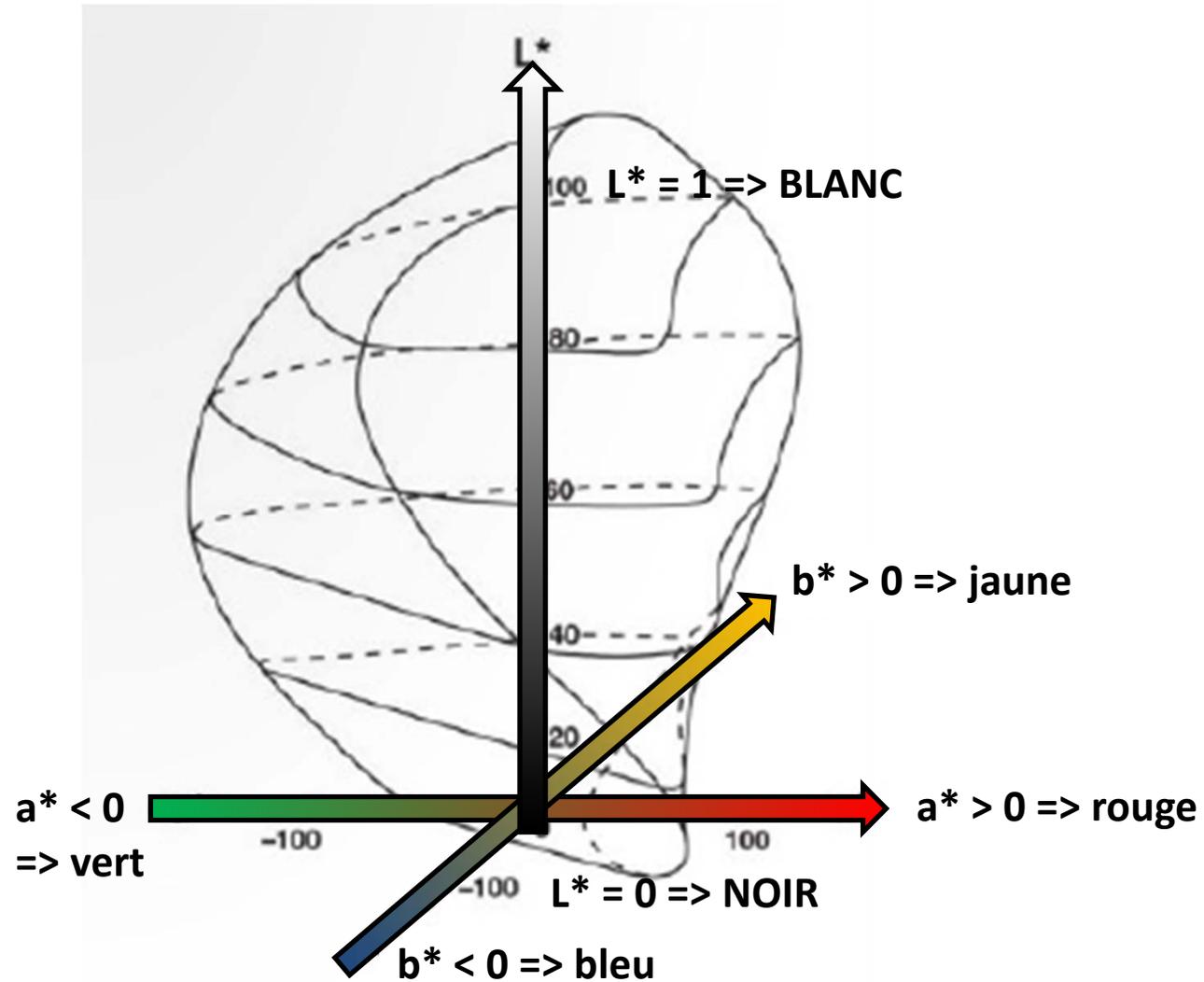


I. D. Espace $L^*a^*b^*$

- Espace $L^*a^*b^*$: modélise bien la vision humaine avec la **clarté** L^* et 2 paramètres de chrominance, a^* et b^* \Rightarrow 3 axes orthogonaux
- Fondé sur le principe de fonctionnement du cerveau qui oppose :
 - Noir vs blanc \rightarrow **Clarté L^***
 - Rouge vs vert \rightarrow **axe a^***
 - Bleu vs jaune \rightarrow **axe b^***

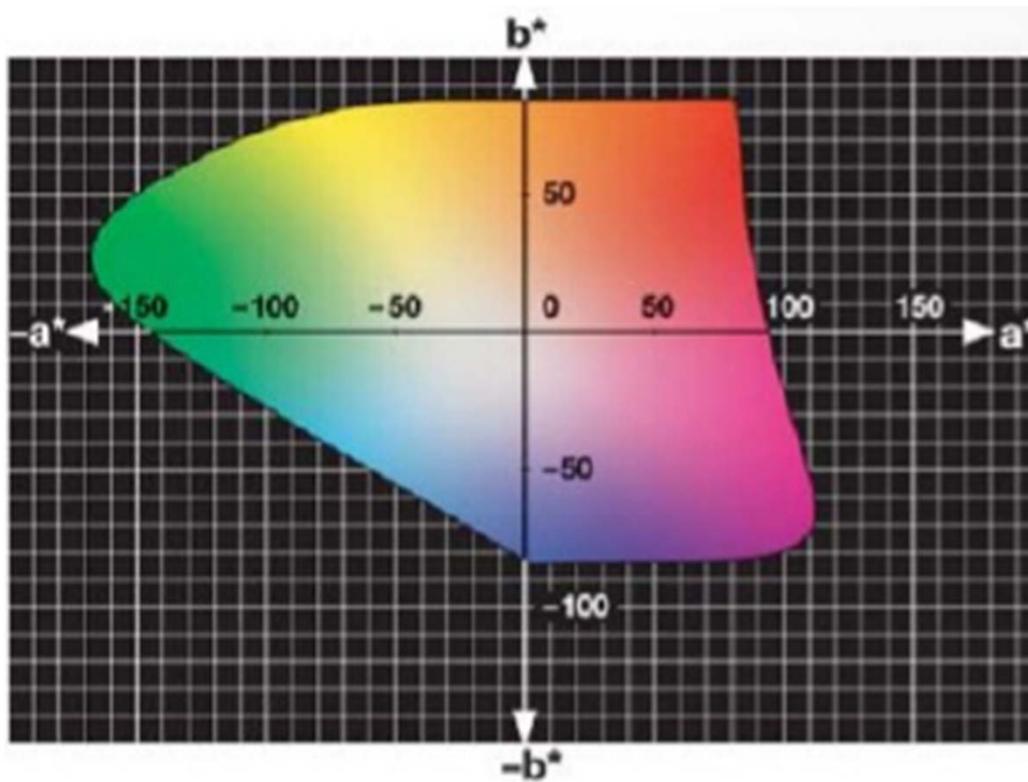


I. D. Espace $L^*a^*b^*$





I. D. Espace L*a*b*

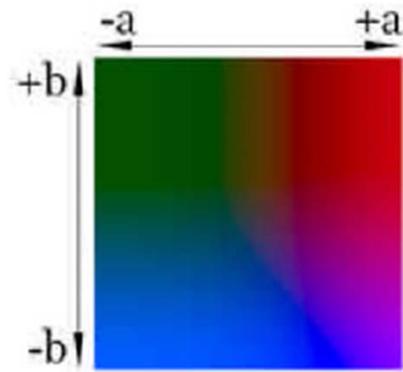


- Chroma :
$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$
- Teinte :
$$\theta = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

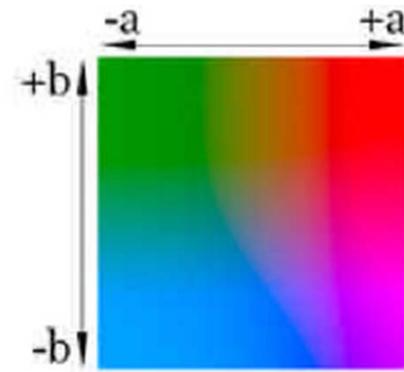


Axe L* = axe neutre (axe des gris)
Plans définis par rapport aux axes a* et b* => à clarté constante

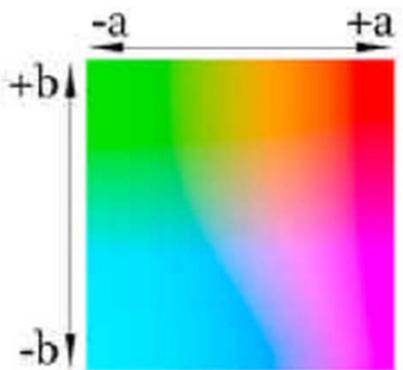
I. D. Espace $L^*a^*b^*$



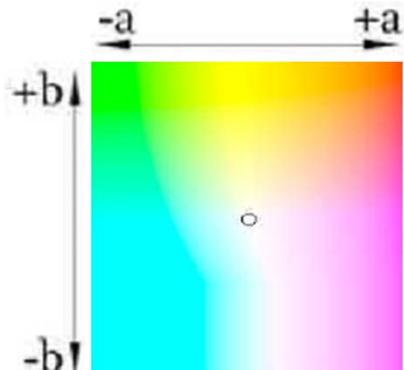
Plan a^*b^* pour $L^* = 25\%$



Plan a^*b^* pour $L^* = 55\%$



Plan a^*b^* pour $L^* = 75\%$



Plan a^*b^* pour $L^* = 100\%$

I. Les espaces de couleurs

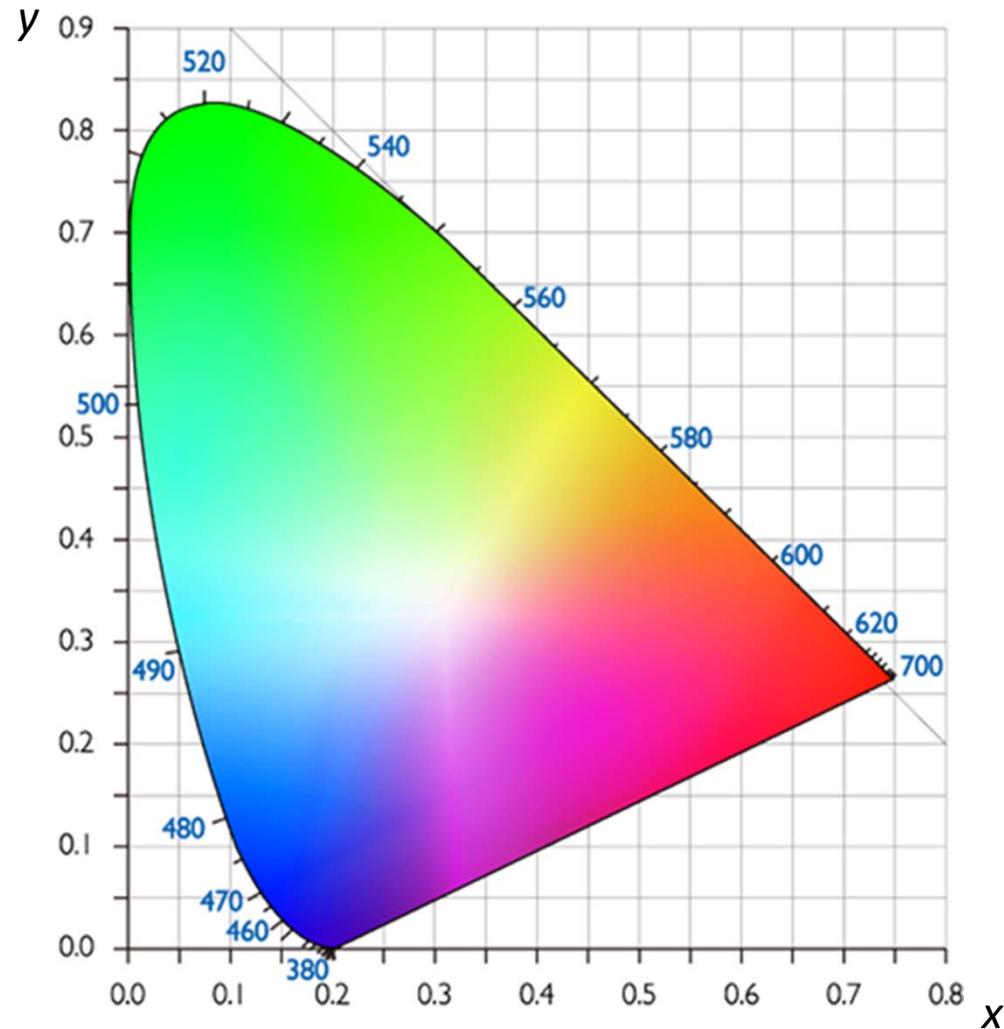
- A. Espace RVB
- B. Espace TSV
- C. Espace TSL
- D. Espace $L^*a^*b^*$

II. Diagramme de chromaticité CIE_{x,y}

- A. Principe de construction du diagramme



II. A. Principe de construction du diagramme

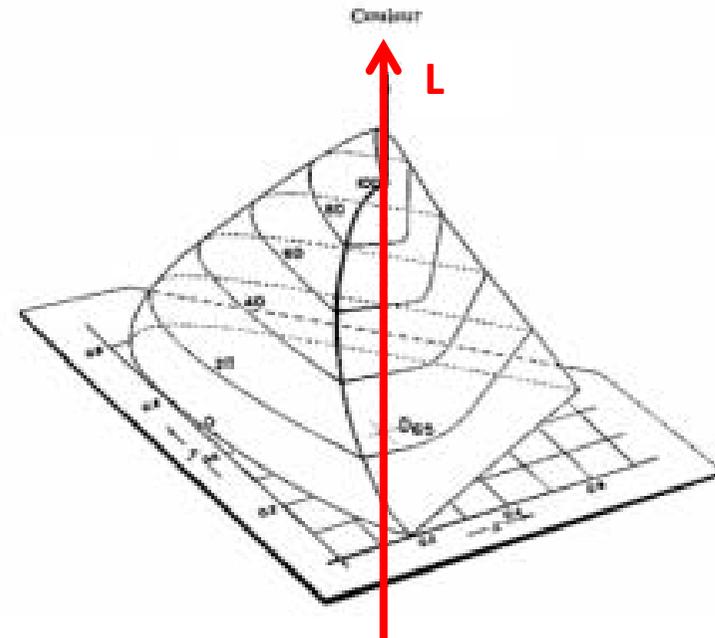
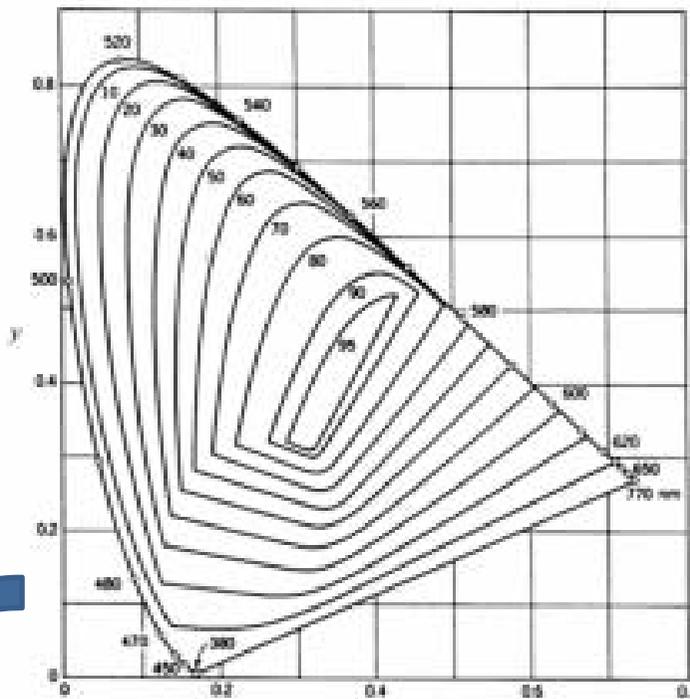




II. A. Principe de construction du diagramme

Luminance, L (cd.m^{-2}) :

Paramètre lié à la quantité de lumière



Le diagramme de chromaticité est représenté pour une luminance donnée

I. Les espaces de couleurs

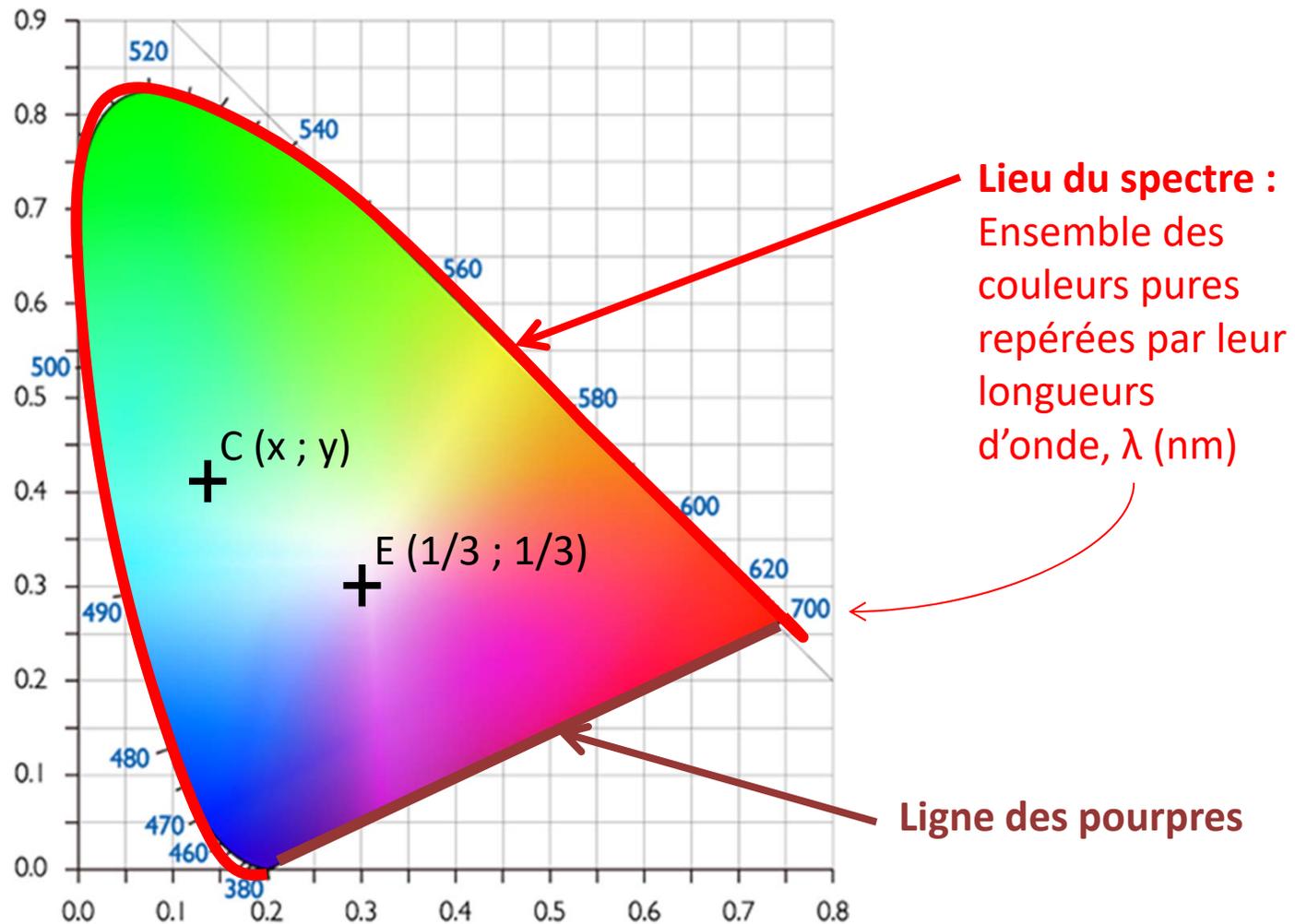
II. Diagramme de chromaticité CIE_{x,y}

A. Principe de construction du diagramme

B. Lecture du diagramme



II. B. Lecture du diagramme



I. Les espaces de couleurs

II. Diagramme de chromaticité CIE_{x,y}

- A. Principe de construction du diagramme
- B. Lecture du diagramme
- C. Utilisation pratique



II. C. Utilisation pratique

- **Teinte d'une couleur (ou longueur d'onde dominante) :**

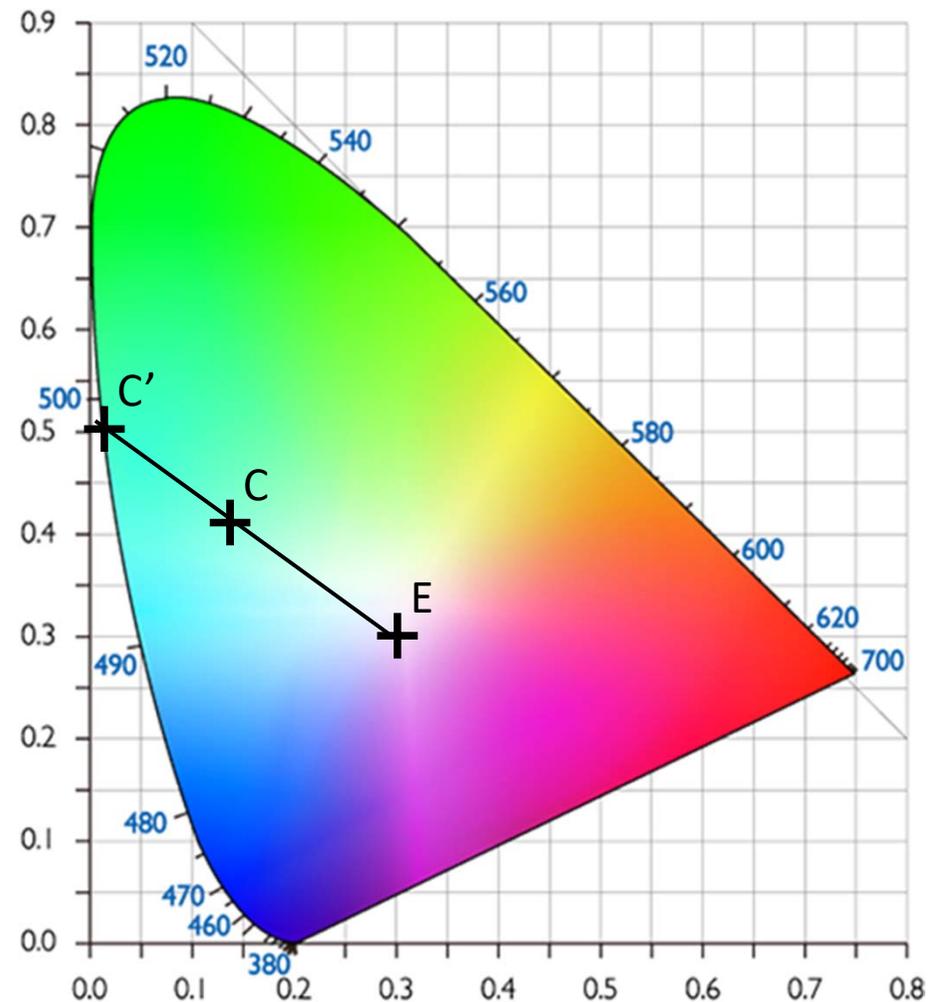
Exemple :

Teinte de C :

$$\lambda_c = \lambda_{C'} = 499 \text{ nm}$$



Toutes les couleurs appartenant à [C'E] possèdent la même teinte

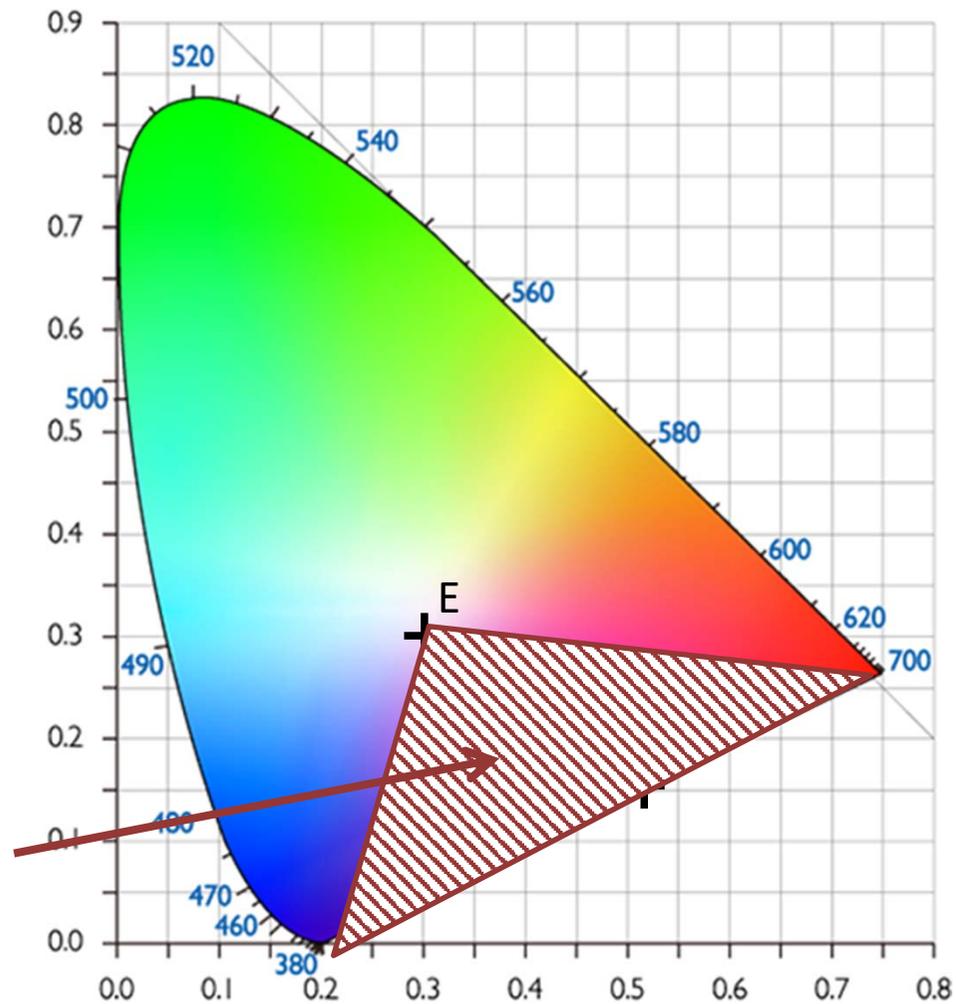




II. C. Utilisation pratique

- **Teinte d'une couleur non spectrale :**

Domaine des couleurs non spectrales





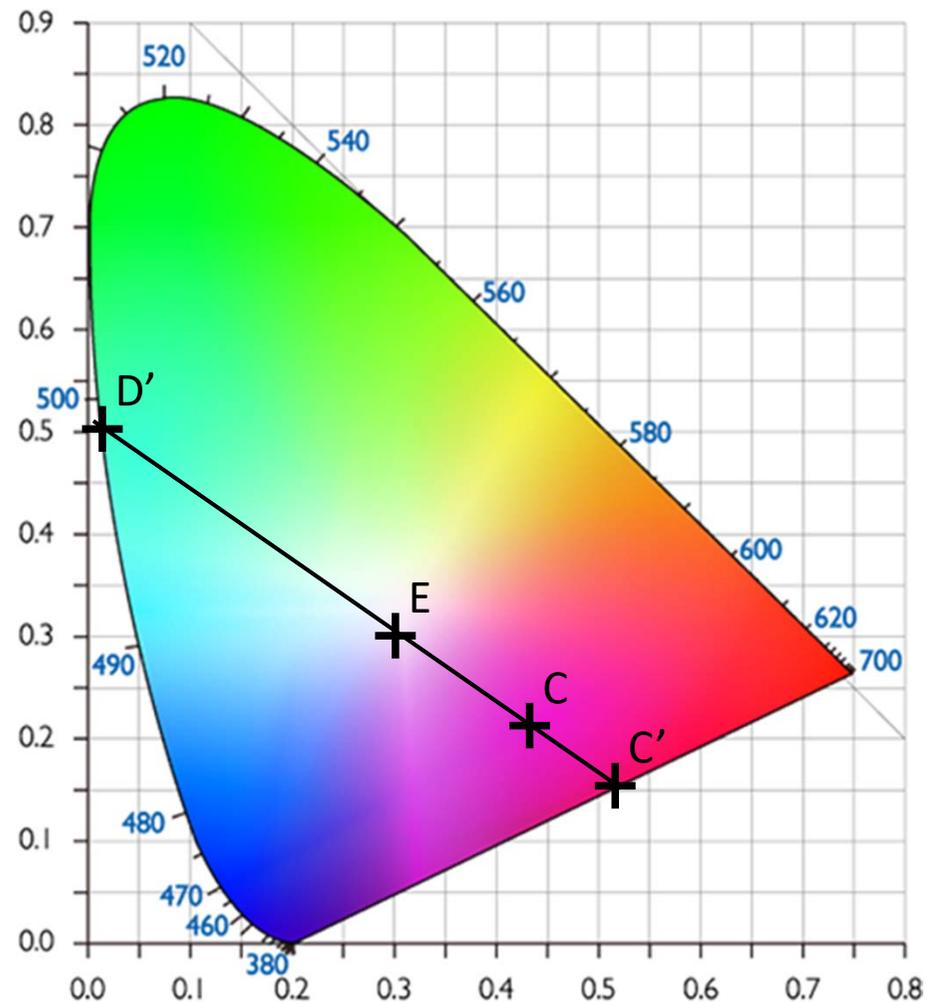
II. C. Utilisation pratique

- Teinte d'une couleur non spectrale :

Exemple :

Teinte de C :

$$\lambda_c = \lambda_{C'} = -\lambda_{D'} = -499 \text{ nm}$$





II. C. Utilisation pratique

- Saturation S d'une couleur :

$$S = \frac{CE}{C'E}$$

Exemple :

Saturation de C :

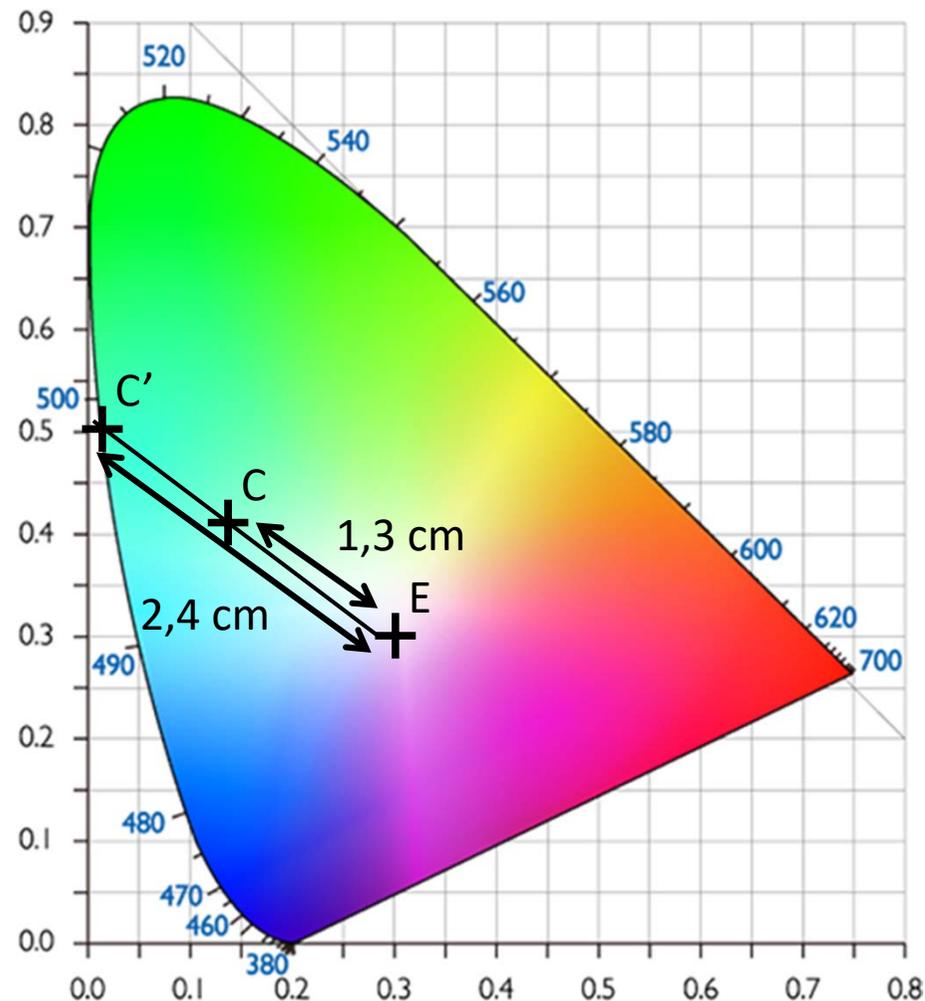
$$S = \frac{1,3}{2,4} = 54\%$$

Ou facteur de pureté :

$$p = 0,54$$



Couleur **pure** = couleur appartenant au lieu du spectre => $S = 100\%$





II. C. Utilisation pratique

- Saturation S d'une couleur non spectrale :

$$S = \frac{CE}{C'E}$$

Exemple :

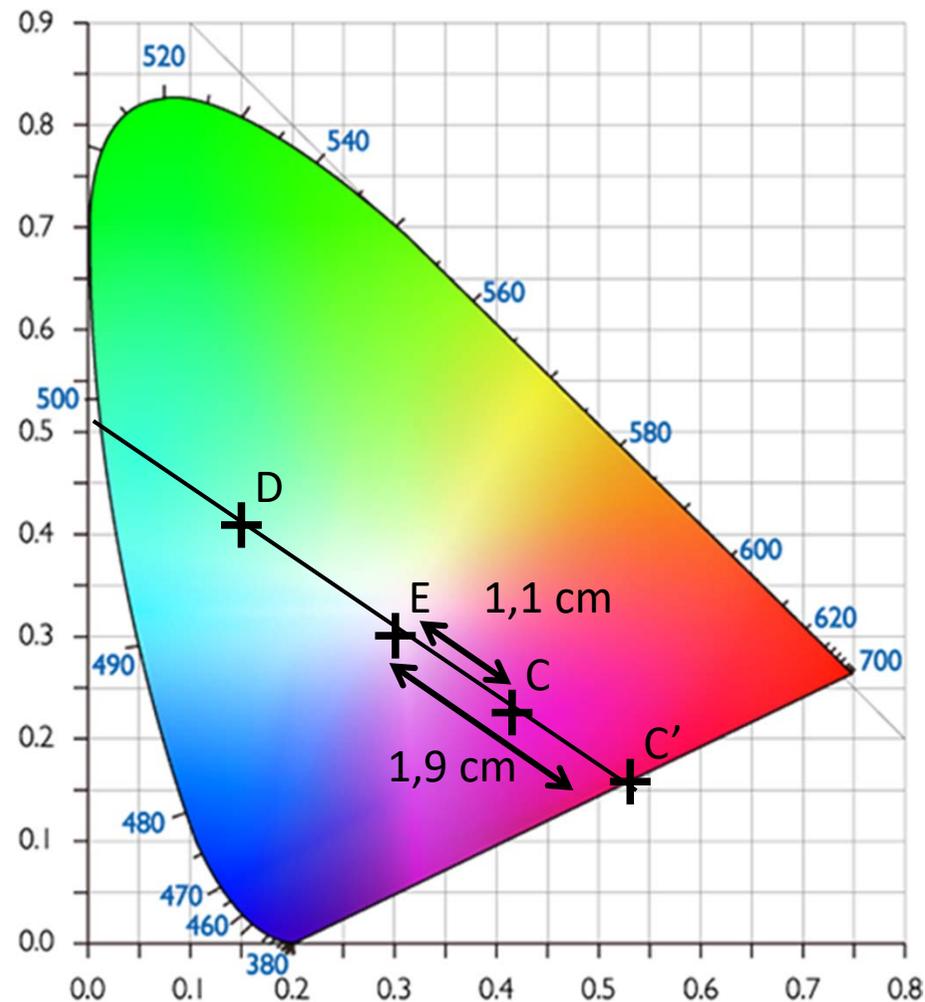
$$S = \frac{1,1}{1,9} = 58\%$$



Couleur non spectrale avec $S = 100\%$ n'est pas qualifiée de « pure »



C et D sont complémentaires (S égales mais de part et d'autre de E sur (CE))



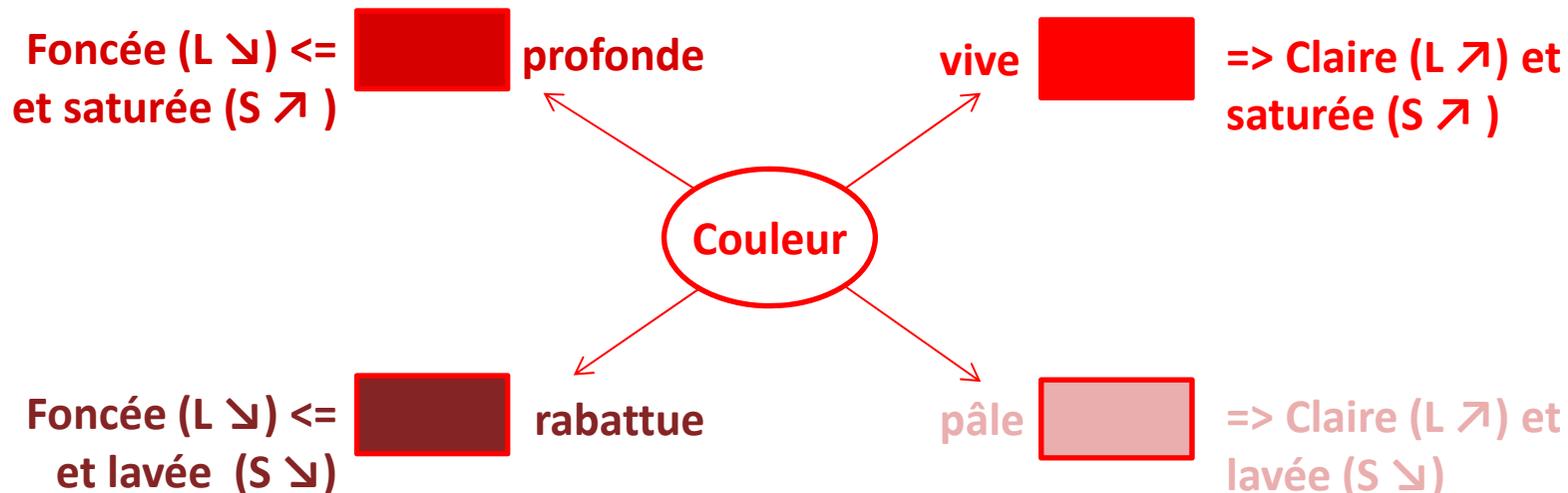


II. C. Utilisation pratique

- **Conclusion :**

1 couleur \Leftrightarrow trois caractéristiques :

- **teinte** : évaluée par sa longueur d'onde dominante
- **saturation** : évaluée par le rapport entre la distance de la couleur au blanc d'égale énergie et la distance du lieu du spectre (ou ligne des pourpre, le cas échéant) au blanc d'égale énergie.
- **luminance** : évaluée sur l'axe orthogonal au plan du diagramme de chromaticité



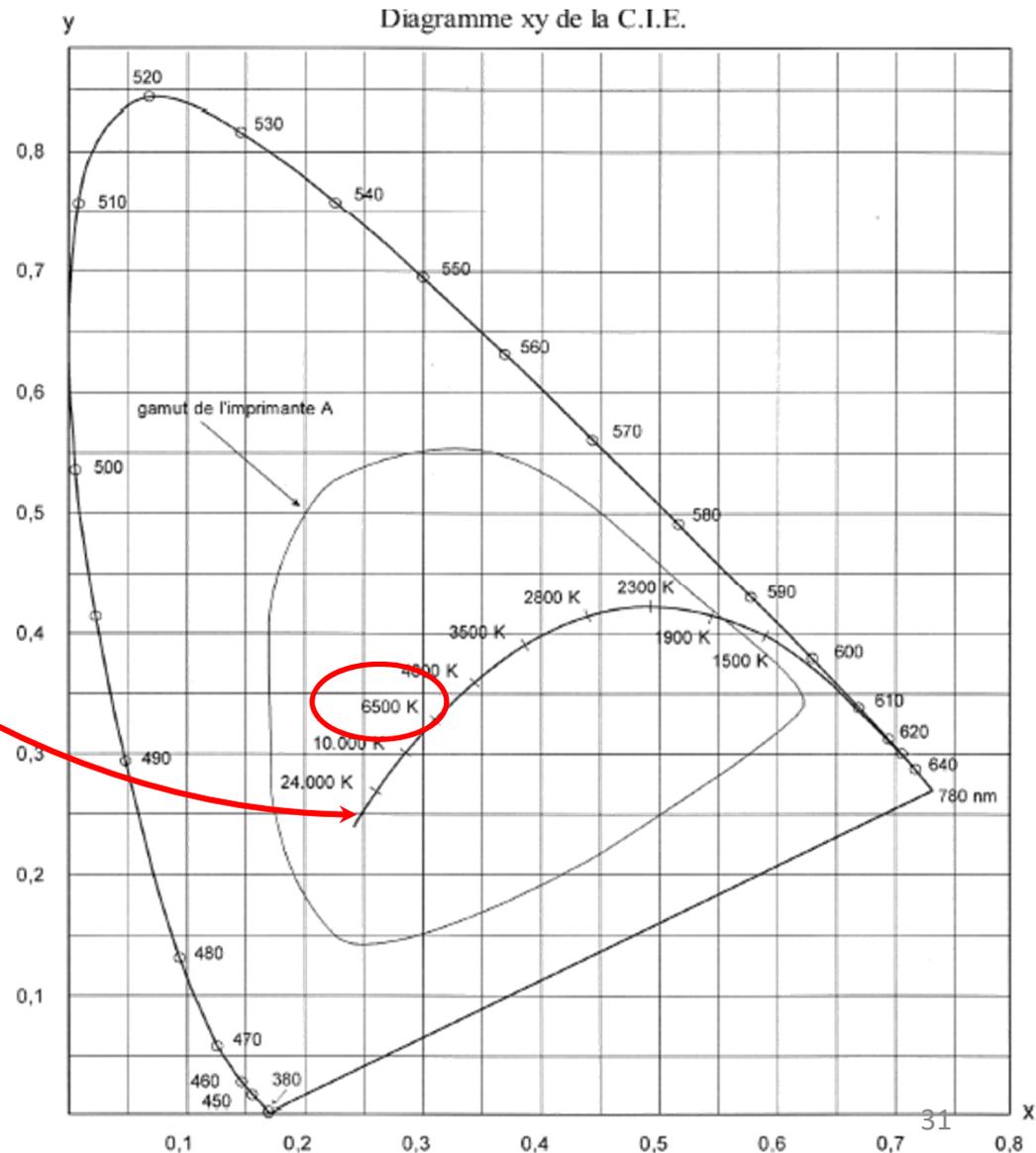


II. C. Utilisation pratique

- **Remarque :**
Courbe des illuminants :

Le point d'équi-énergie
E (1/3 ; 1/3)
est valable lorsque la couleur
est éclairée sous une lumière
de température de 6500K,
appelé l'illuminant D_{65} .

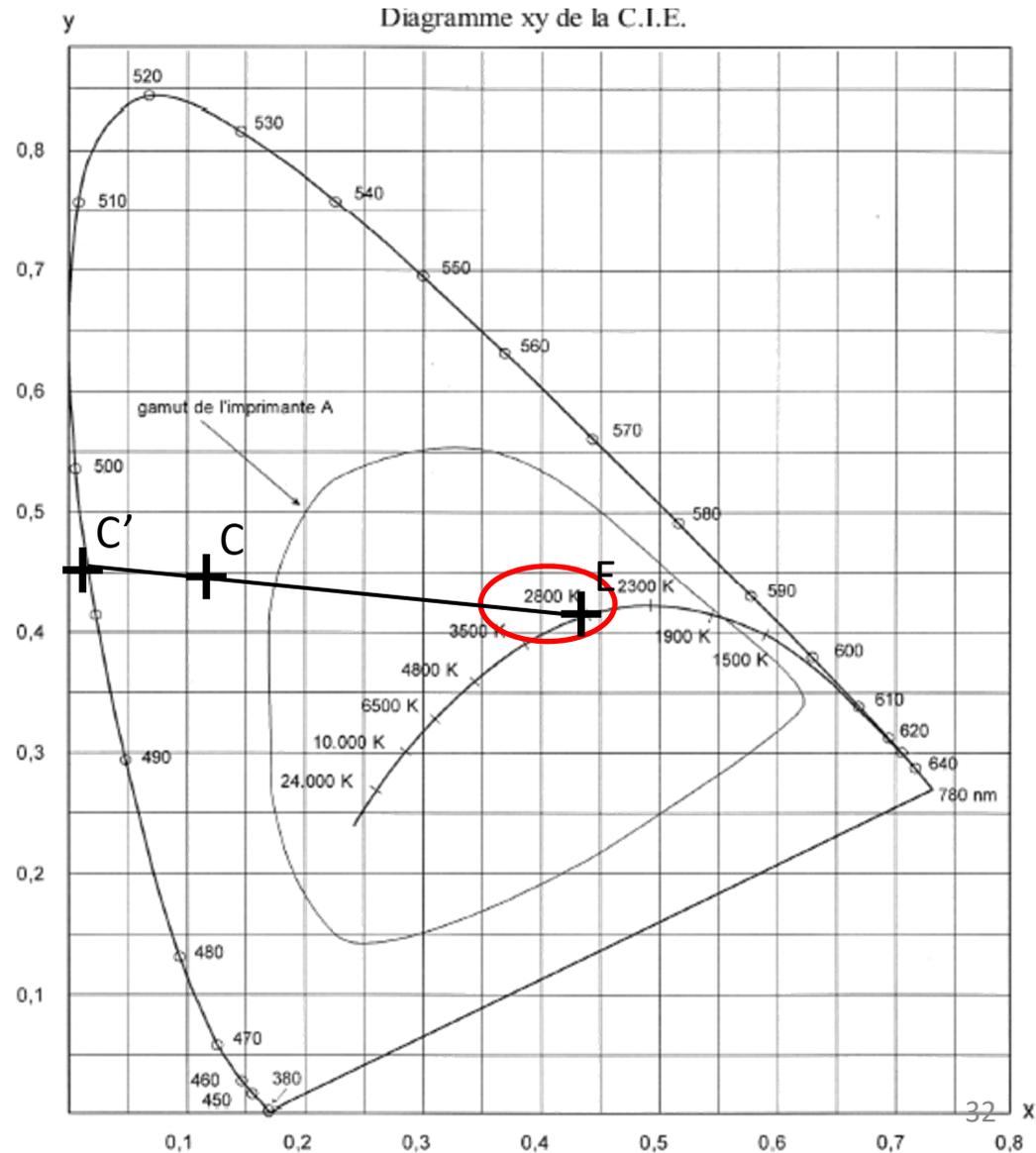
Si aucune indication particulière
n'est donnée, on se place par
convention sous l'illuminant D_{65}





II. C. Utilisation pratique

- Si illuminant à $T=2800\text{K}$, point d'équiénergie déplacé
- ⇒ mesure de teinte et de saturation différentes.
- ⇒ Une même couleur C peut être perçue de différentes manières si les illuminants sont différents



I. Les espaces de couleurs

II. Diagramme de chromaticité CIE_{x,y}

A. Principe de construction du diagramme

B. Lecture du diagramme

C. Utilisation pratique

III. Gamut et reproduction des couleurs

A. Limite de la reproduction des couleurs



III. A. Limite de la reproduction des couleurs

Toutes les couleurs perçues par l'œil humain standard ne sont pas reproductibles par un dispositif de capture ou de reproduction d'images

- ⇒ Les couleurs reproductibles par ces dispositifs sont celles appartenant à son gamut.
- ⇒ Les couleurs hors de ce gamut seront légèrement différentes de celles réellement perçue par l'œil humain standard



Couleur appartenant au gamut d'un ordinateur



La « même » couleur reproduite par une imprimante

I. Les espaces de couleurs

- A. Espace RVB
- B. Espace TSV
- C. Espace TSL
- D. Espace $L^*a^*b^*$

II. Diagramme de chromaticité CIE_{x,y}

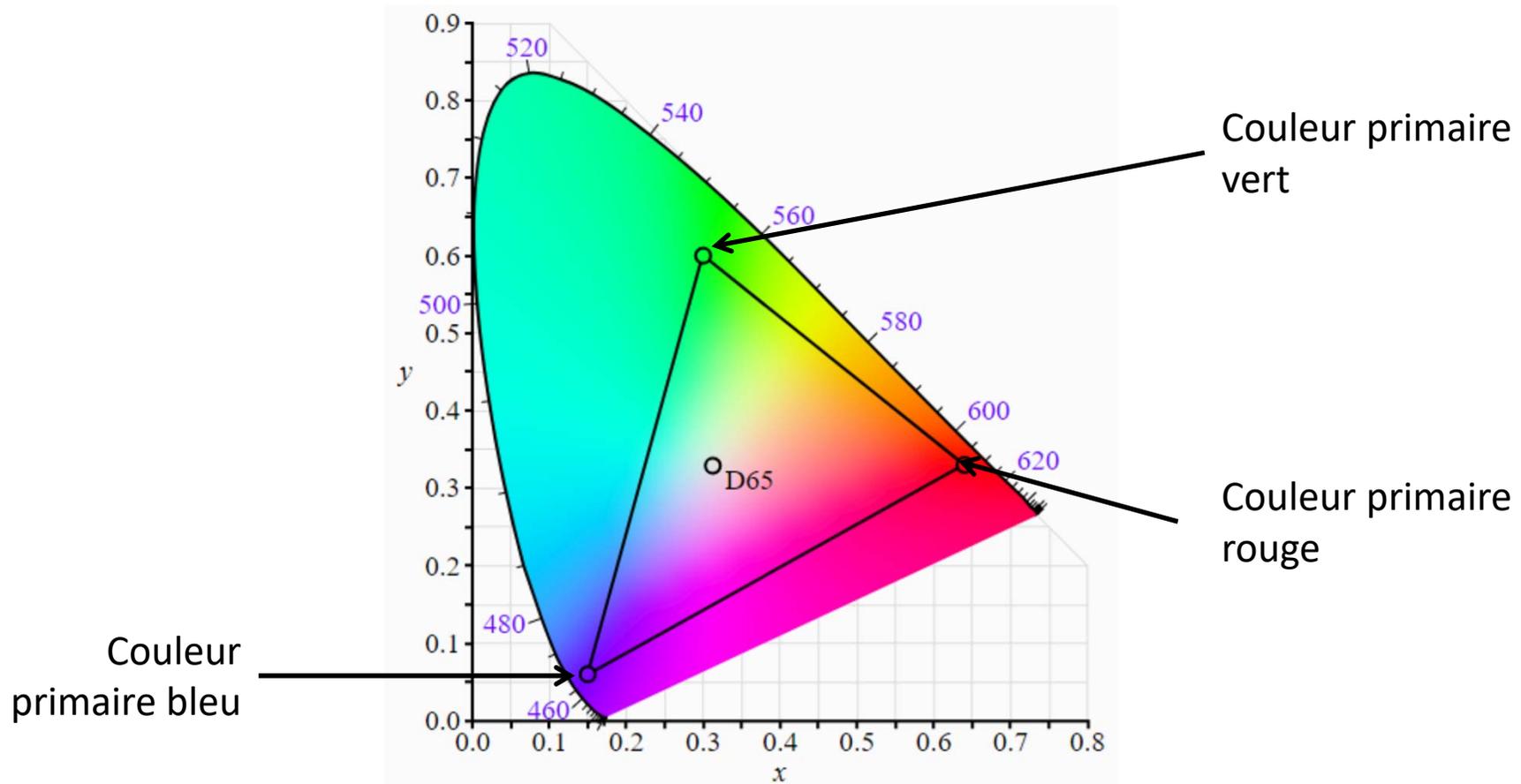
- A. Principe de construction du diagramme
- B. Lecture du diagramme
- C. Utilisation pratique

III. Gamut et reproduction des couleurs

- A. Limite de la reproduction des couleurs
- B. Quelques gamuts usuels



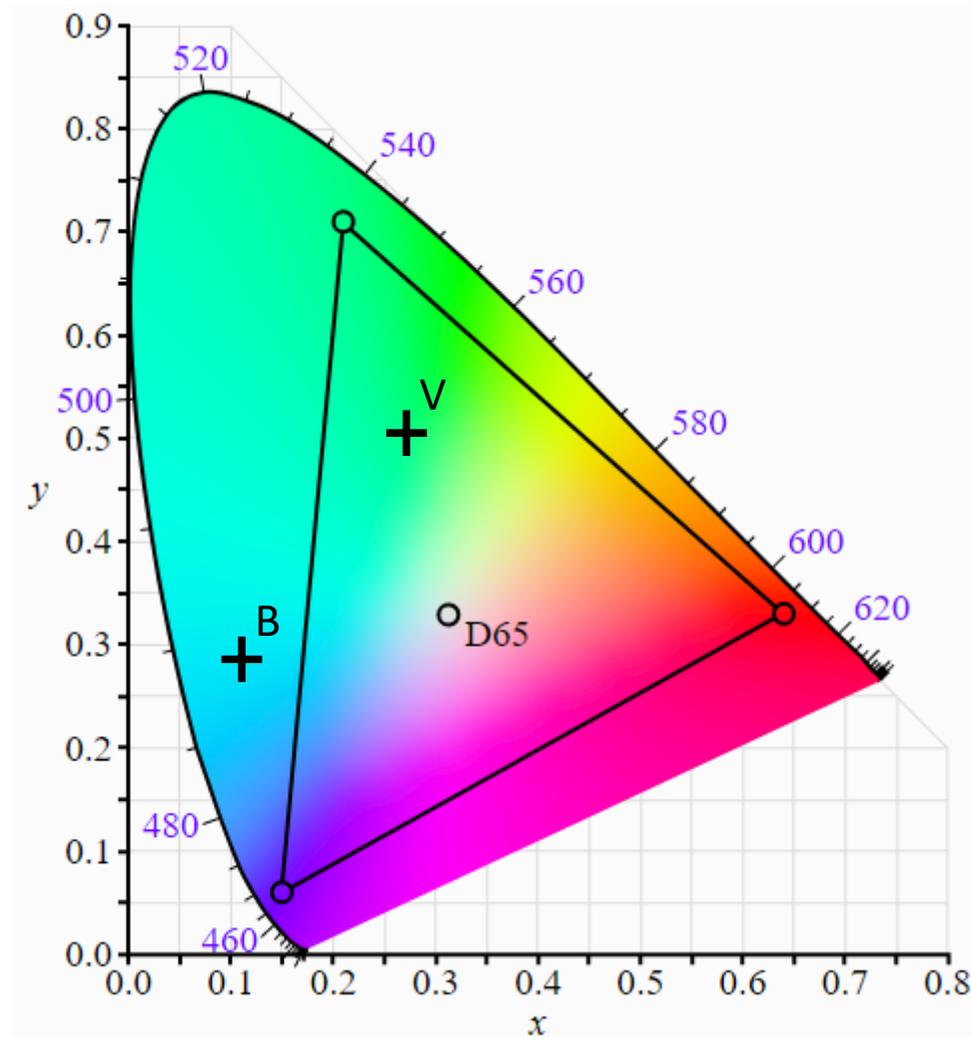
III. B. Quelques gamuts usuels



sRGB : le plus petit gamut contenant toutes les couleurs reproductibles par tous les dispositifs de capture et de reproduction d'images



III. B. Quelques gamuts usuels



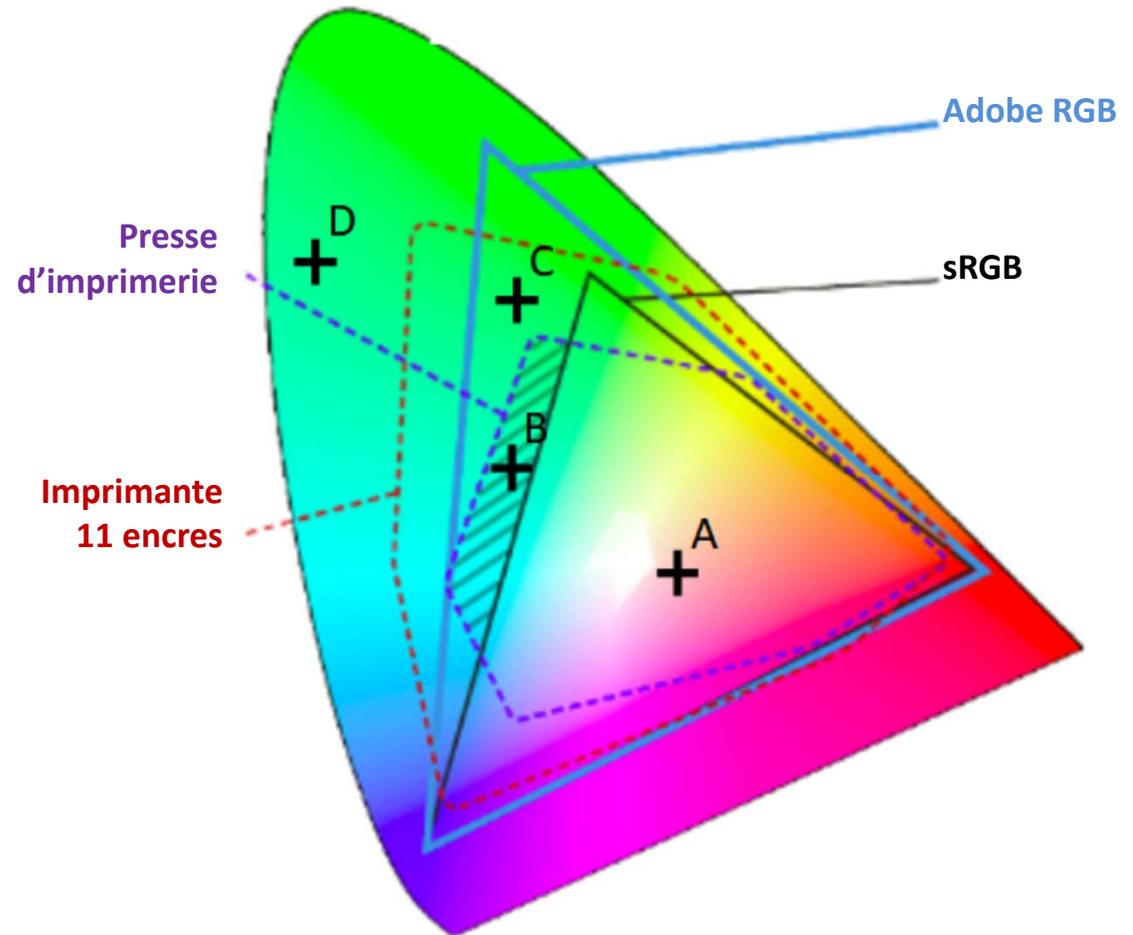
AdobeRGB : gamut très répandu pour les écrans et systèmes de reproduction d'images



III. B. Quelques gamuts usuels

⇒ A, B, C et D sont tous perçus différemment par l'œil
⇒ diagramme CIE_{x,y} = gamut de l'œil humain standard

	A	B	C	D
Reproductible par écran contenant un gamut sRGB	✓	✗	✗	✗
Reproductible par écran contenant un gamut Adobe RGB	✓	✓	✓	✗
Reproductible par une presse d'imprimerie	✓	✓	✗	✗
Reproductible par une imprimante 11 encres	✓	✓	✓	✗





III. B. Quelques gamuts usuels

Pourquoi un écran d'ordinateur pouvant faire apparaître 16 millions de couleurs différentes ne peut pas reproduire les 8 millions de couleurs perçues par l'œil humain standard ?