

Enseignes et afficheurs à LED

LED, lumière et couleur



Prof. Alain Tiedeu

LED, lumière et couleur



Prof. Alain Tiedeu

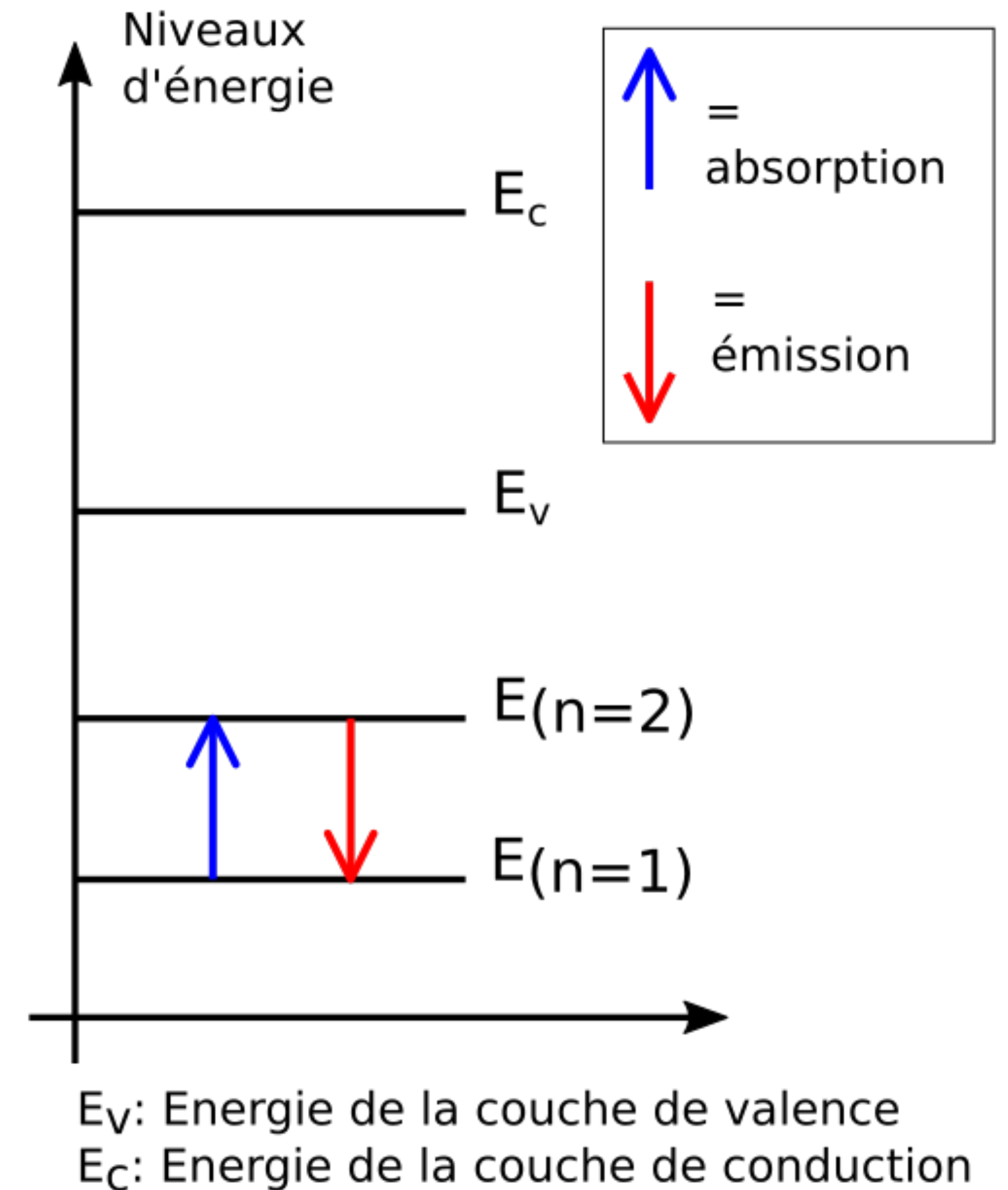
LED, lumière et couleur



- Energie et radiations
- Couleur des radiations
- Applications aux LED

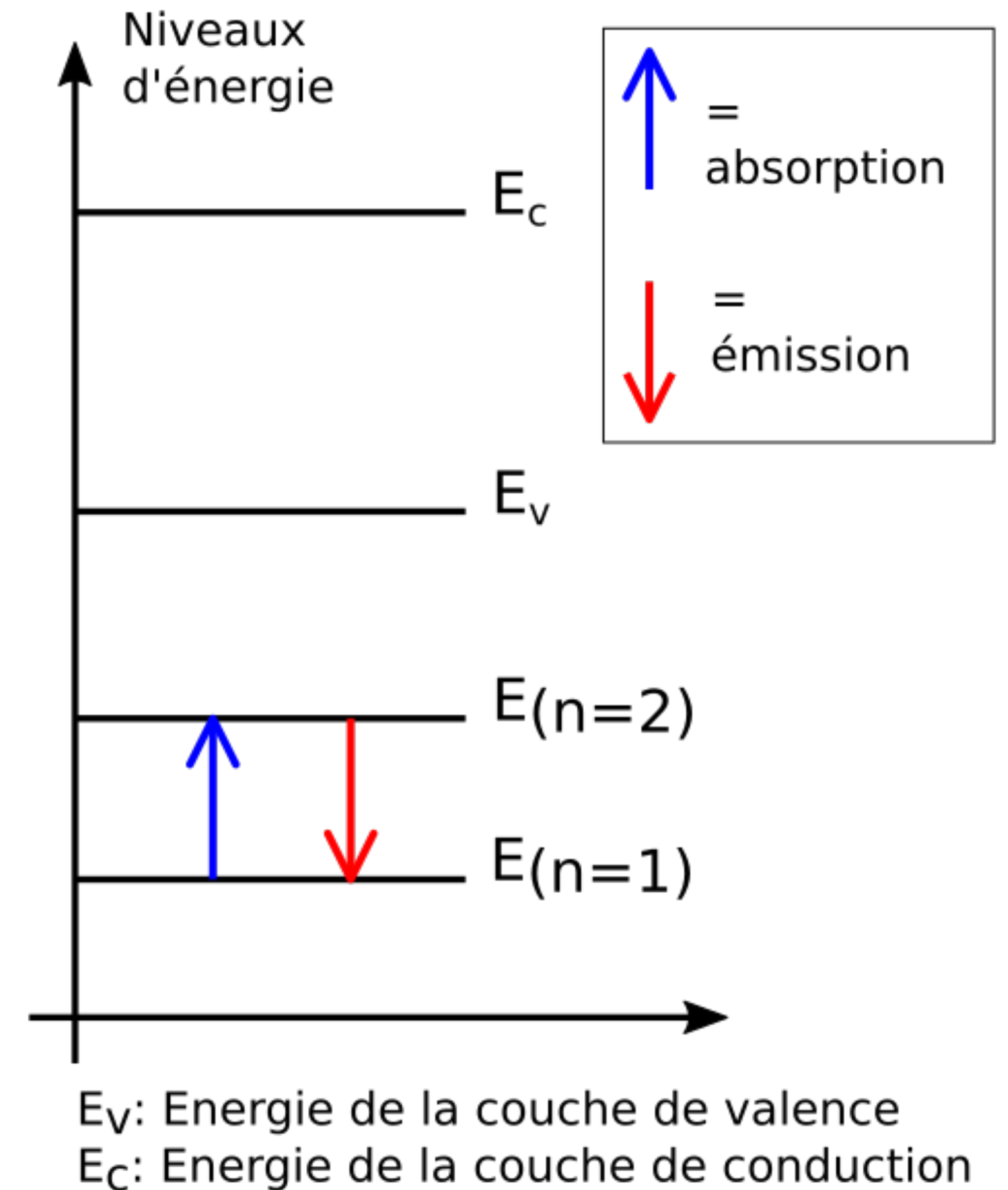
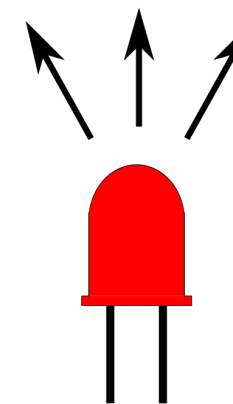
Transitions énergétiques

- Rappel des éléments du modèle de Bohr
- Électron qui reçoit de l'énergie et passe à une couche supérieure : **absorption**
- Électron qui émet de l'énergie et passe à une couche inférieure: **émission**
- Naturellement, électron a tendance à re-émettre de l'énergie et passer à la couche inférieure: **émission spontanée**
- Émission peut être **stimulé**
- Émission d'énergie se fait **sous forme de lumière**



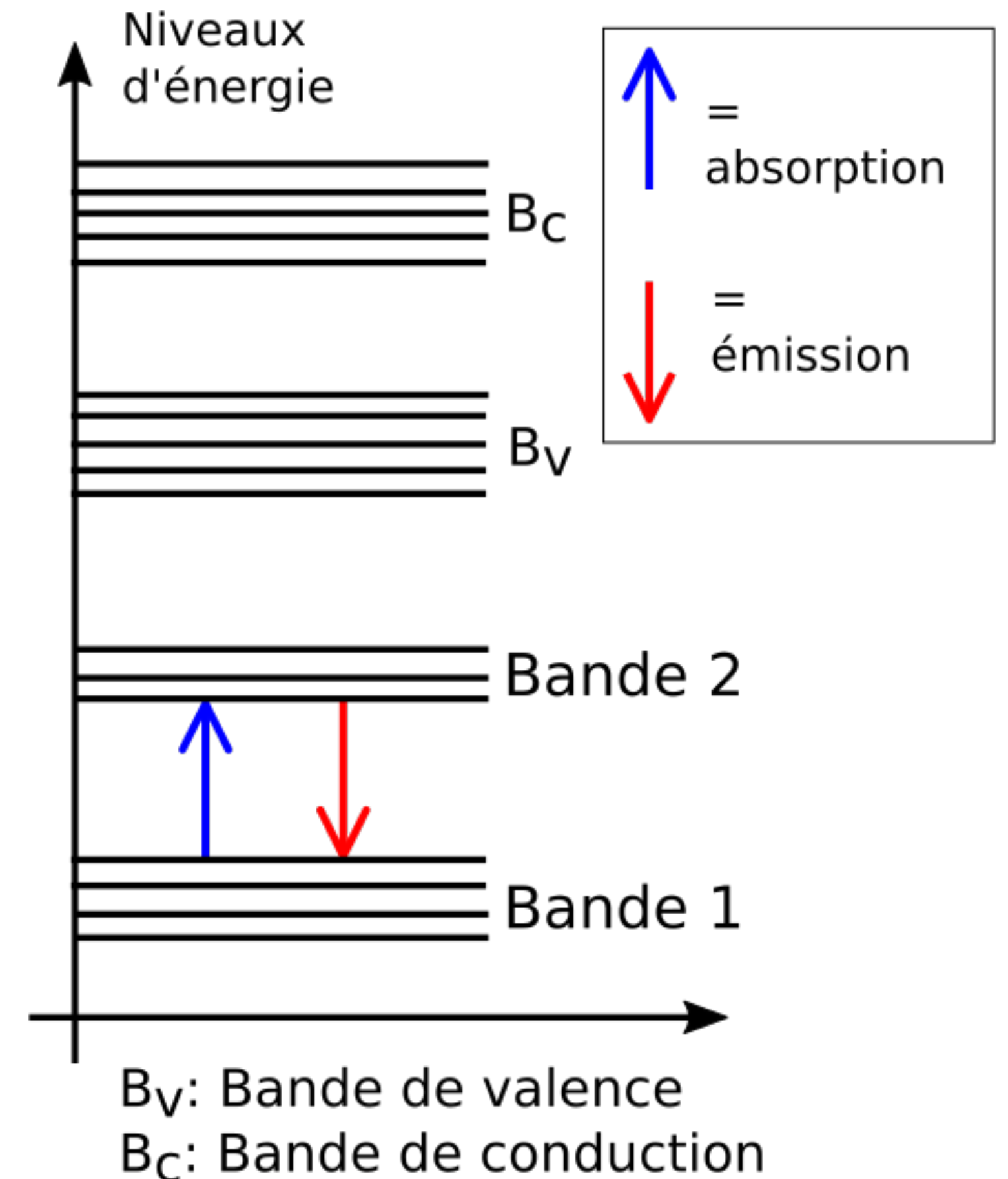
Transitions énergétiques

- Rappel des éléments du modèle de Bohr
- Électron qui reçoit de l'énergie et passe à une couche supérieure : **absorption**
- Électron qui émet de l'énergie et passe à une couche inférieure: **émission**
- Naturellement, électron a tendance à re-émettre de l'énergie et passer à la couche inférieure: **émission spontanée**
- Émission peut être **stimulé**
- Émission d'énergie se fait **sous forme de lumière**



Bandes d'énergie

- (1 couche => 1 valeur d'énergie) est **approximative** et correspond à atome isolé
- Pour N (grand) atomes, ils dépendent les uns des autres
=> Niveaux d'énergie **entrelacés**
- On passe des niveaux à des **bandes d'énergie**
- Les transitions ont lieu entre les **sous-niveaux** des bandes d'énergie



Relation énergie-lumière



- Relation de Planck-Einstein lie l'énergie à la longueur d'onde de la lumière manière suivante :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

h est la constante de Planck , c la vitesse de la lumière
et λ la longueur d'onde

Relation énergie-lumière

- Relation de Planck-Einstein lie l'énergie à la longueur d'onde de la lumière manière suivante :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

h est la constante de Planck , c la vitesse de la lumière et λ la longueur d'onde

- Pour une transition entre 2 sous-niveaux 1 et 2, on a :

$$E_1 - E_2 = \Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

λ est la longueur d'onde de la lumière émise/reçue

Relation énergie-lumière

- Relation de Planck-Einstein lie l'énergie à la longueur d'onde de la lumière manière suivante :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

h est la constante de Planck , c la vitesse de la lumière et λ la longueur d'onde

- Pour une transition entre 2 sous-niveaux 1 et 2, on a :

$$E_1 - E_2 = \Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

λ est la longueur d'onde de la lumière émise/reçue

- Chaque valeur de λ correspond à une couleur de lumière

Exemples de triplets (E, λ , C)

Énergie (eV)	λ (nm)	Couleur
1.72	720	Rouge
2.17	570	Vert
2.53	490	Bleu

Application à la LED



- LED alimentée
- **Courant** passe dans la LED
- **Transitions énergétiques** des électrons dans le matériau de la LED
(l'intensité du courant influence les transitions)
- => **Lumière** de longueur d'onde λ
- Chaque valeur de λ correspond à une **couleur** de lumière

Couleur de la radiation émise



Examinons **trois façons** de déterminer la couleur de la radiation émise :

- **Alliages spéciaux** issus de la recherche,
- **Astuces**
- **Synthèse de couleurs**

Alliages et couleur de radiation



- Depuis les années 1960, la recherche a permis de découvrir des **alliages d'éléments chimiques** qui, utilisés dans la fabrication des LED permettent d'émettre des radiations de couleurs différentes

Alliages et couleur de radiation



- Depuis les années 1960, la recherche a permis de découvrir des **alliages d'éléments chimiques** qui, utilisés dans la fabrication des LED permettent d'émettre des radiations de couleurs différentes
- Quelques exemples sont donnés dans ce tableau :

Exemples de couleurs en fonction de l'alliage

Matériau	λ (nm)	Couleur
GaAs Arséniure de Gallium	850	Rouge
GaP Arséniure-Phosphure de Galium	635	Rouge
PGa Phosphure de Gallium	565	Verte
InGaN Nitrure de Gallium-Indium	490	Bleue

- Etaler plusieurs couches de phosphore de couleurs différentes sur une jonction PN qui aurait produit de la lumière bleue (Nitrure de Gallium-Indium).

Une fraction de la lumière bleue initiale subit l'effet dit « Stokes shift » et est transformée en longueur d'onde plus longue. C'est le principe utilisé dans les ampoules fluorescentes.

- Ajouter Arséniure-Phosphure de Gallium (Rouge) sur Phosphure de Gallium (Vert).
On obtient du Jaune (cf. synthèse des couleurs)

Synthèse de couleurs

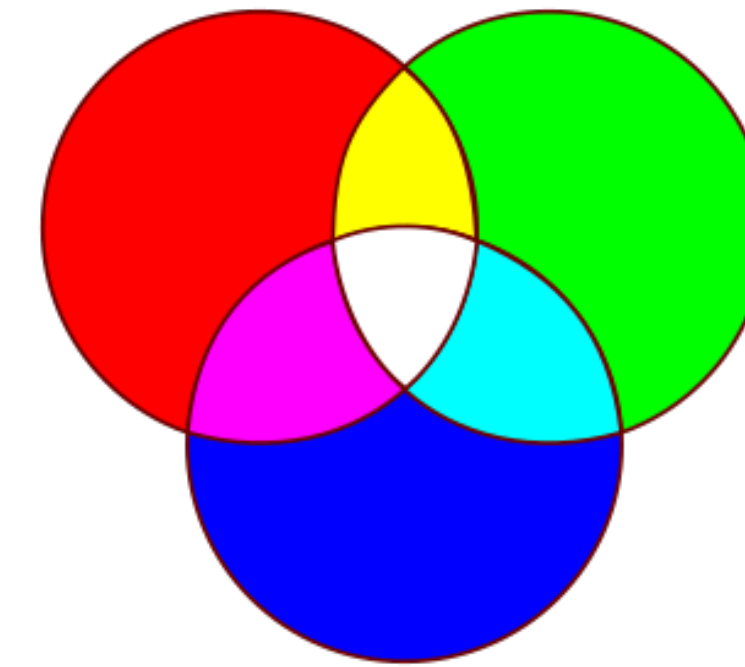


- Synthèse de couleurs
- = obtention d'autres couleurs à partir des couleurs de base dites **primaires**

Synthèse de couleurs



- Synthèse de couleurs
- = obtention d'autres couleurs à partir des couleurs de base dites **primaires**
- Synthèse **additive** utilise Rouge, Vert, Bleu

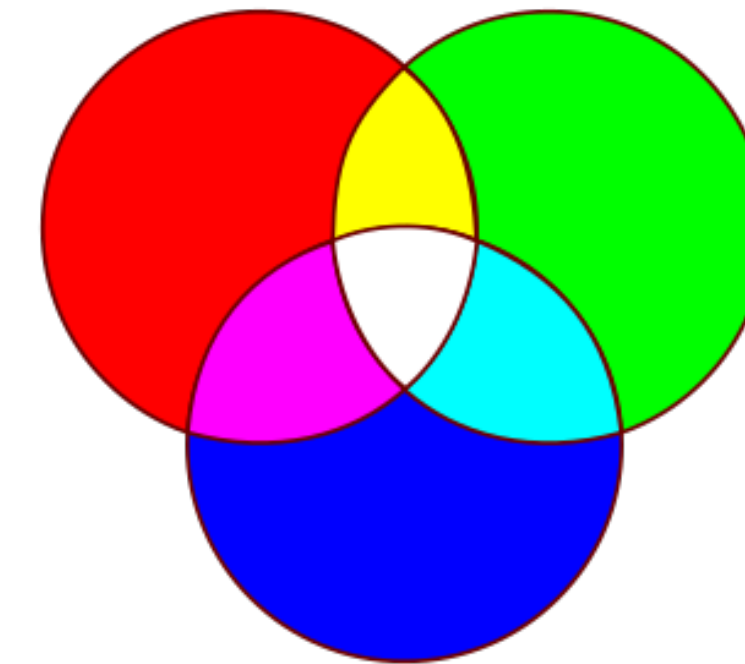


Synthèse additive

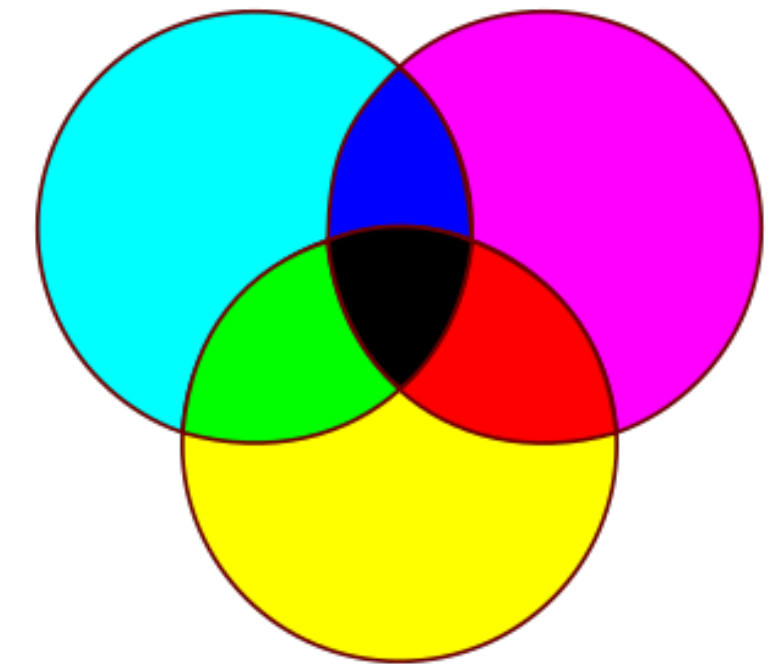
Synthèse de couleurs



- Synthèse de couleurs
- = obtention d'autres couleurs à partir des couleurs de base dites **primaires**
- Synthèse **additive** utilise Rouge, Vert, Bleu
- Synthèse **soustractive** utilise Cyan, Magenta, Jaune



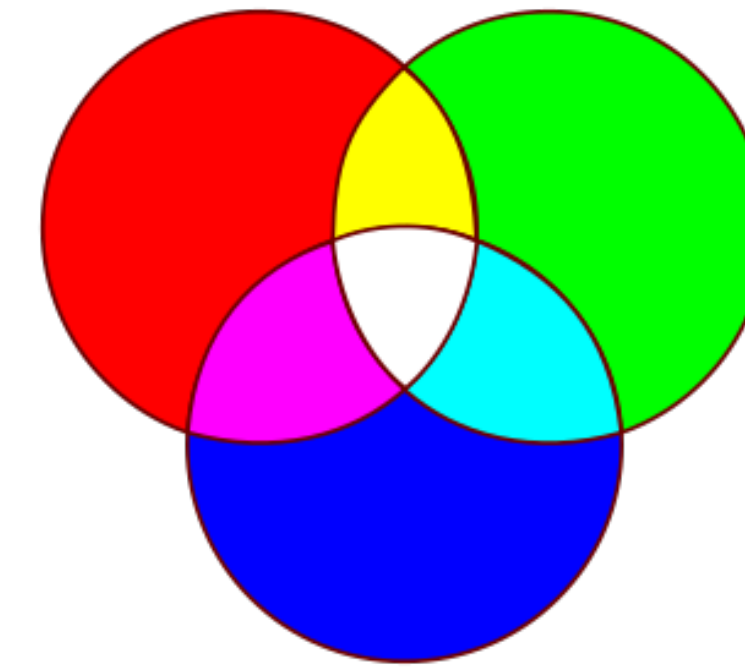
Synthèse additive



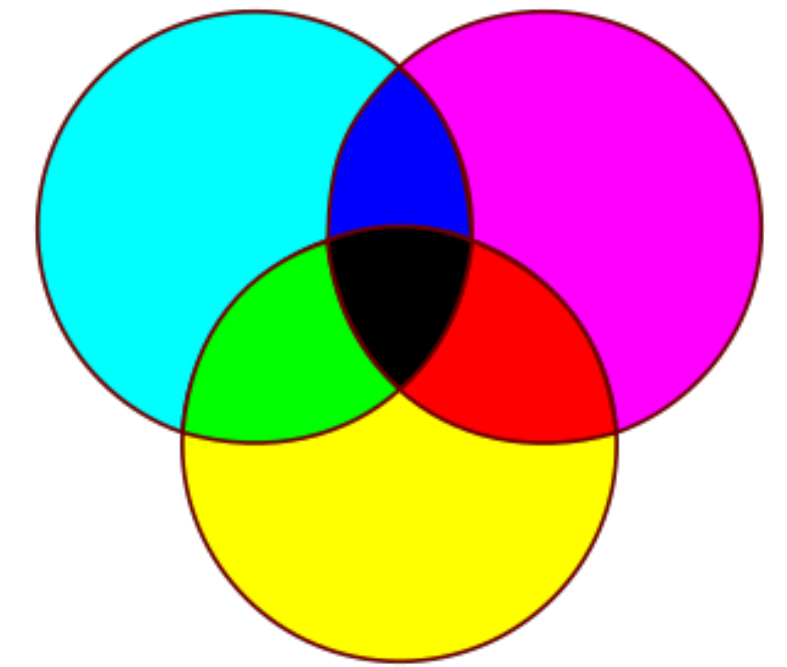
Synthèse soustractive

Synthèse de couleurs

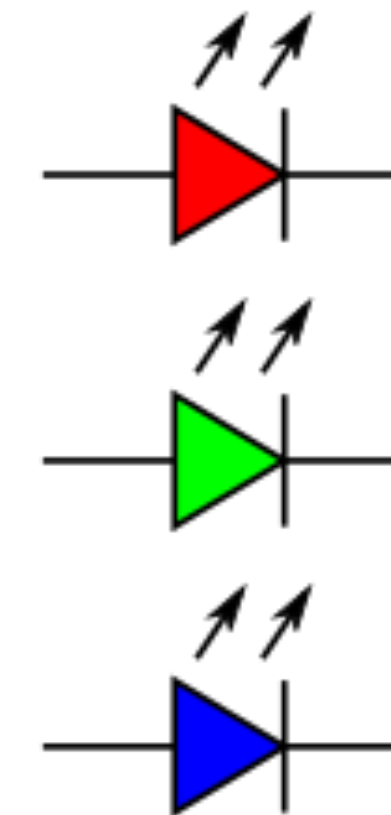
- Synthèse de couleurs
- = obtention d'autres couleurs à partir des couleurs de base dites **primaires**
- Synthèse **additive** utilise Rouge, Vert, Bleu
- Synthèse **soustractive** utilise Cyan, Magenta, Jaune
- Triplet de LED pour générer les couleurs voulues
- LED **RGB** = *Red Green Blue*



Synthèse additive

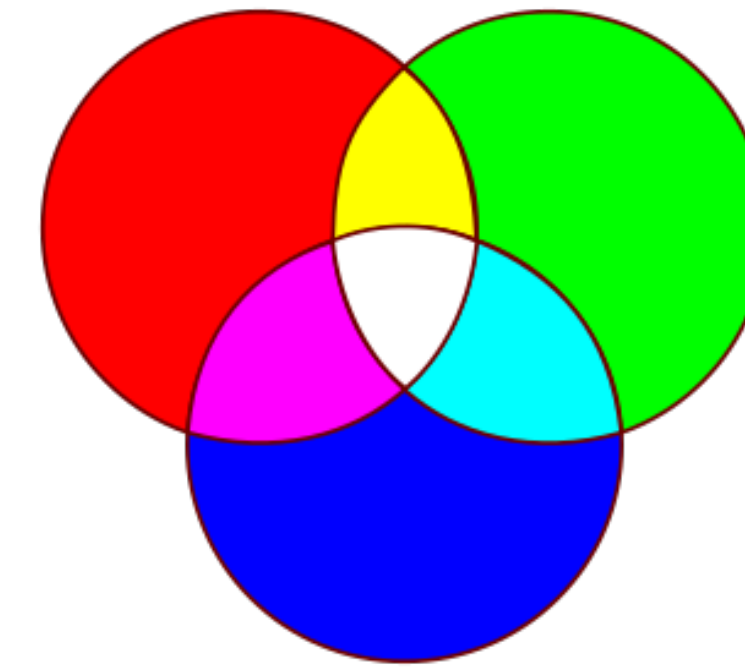


Synthèse soustractive

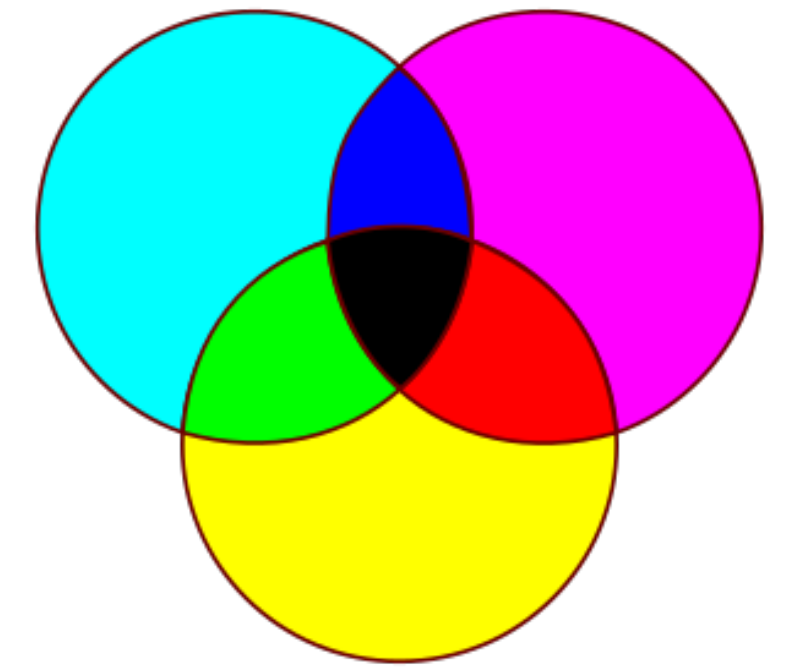


Synthèse de couleurs

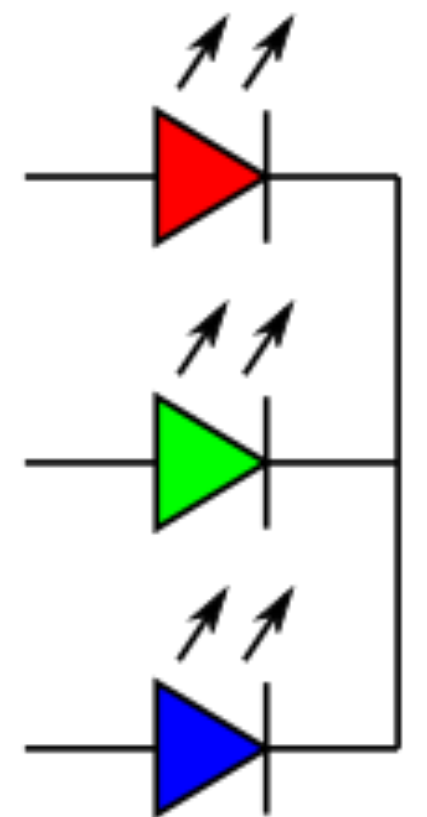
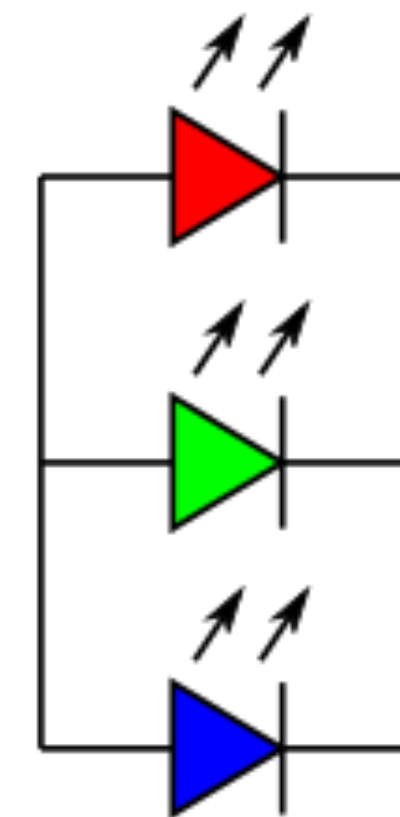
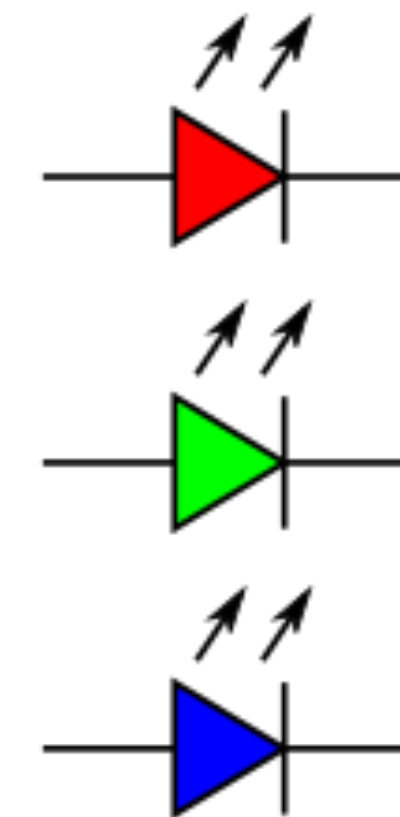
- Synthèse de couleurs
- = obtention d'autres couleurs à partir des couleurs de base dites **primaires**
- Synthèse **additive** utilise Rouge, Vert, Bleu
- Synthèse **soustractive** utilise Cyan, Magenta, Jaune
- Triplet de LED pour générer les couleurs voulues
- LED **RGB** = *Red Green Blue*
- LED souvent reliées par l'anode ou par la cathode



Synthèse additive

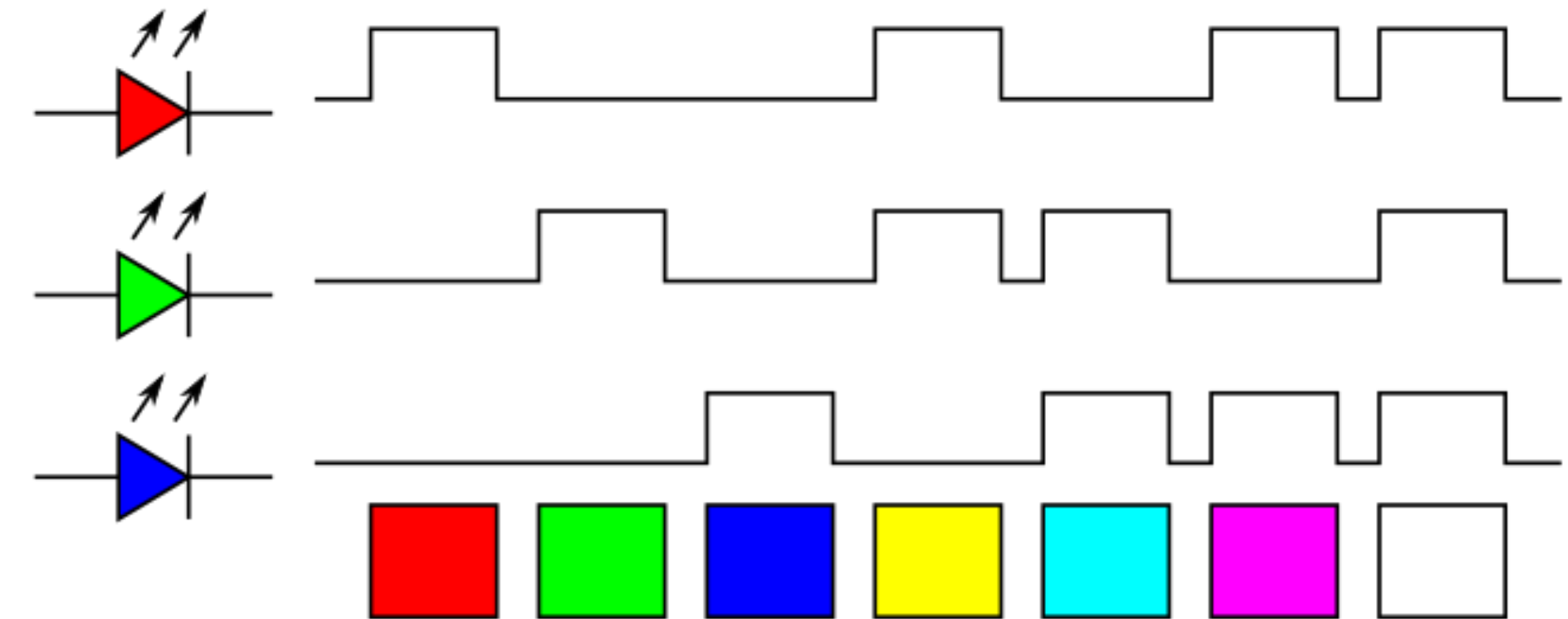


Synthèse soustractive



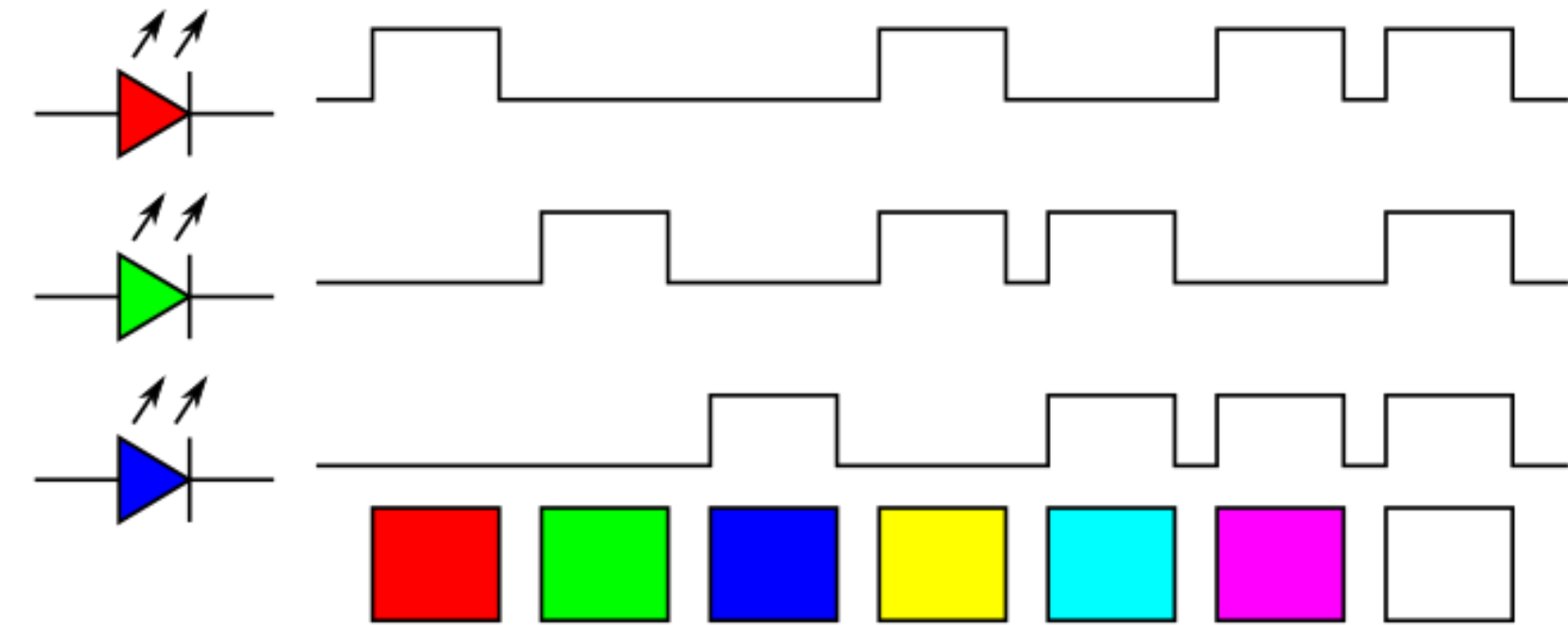
Synthèse de couleurs avec une LED RGB

- On peut générer 7 couleurs avec une LED RGB
- Les 3 couleurs de base rouge, vert et bleu
- Les 3 couleurs composées jaune, cyan et magenta
- Le blanc en allumant les 3 LED
- ... et le noir en les éteignant

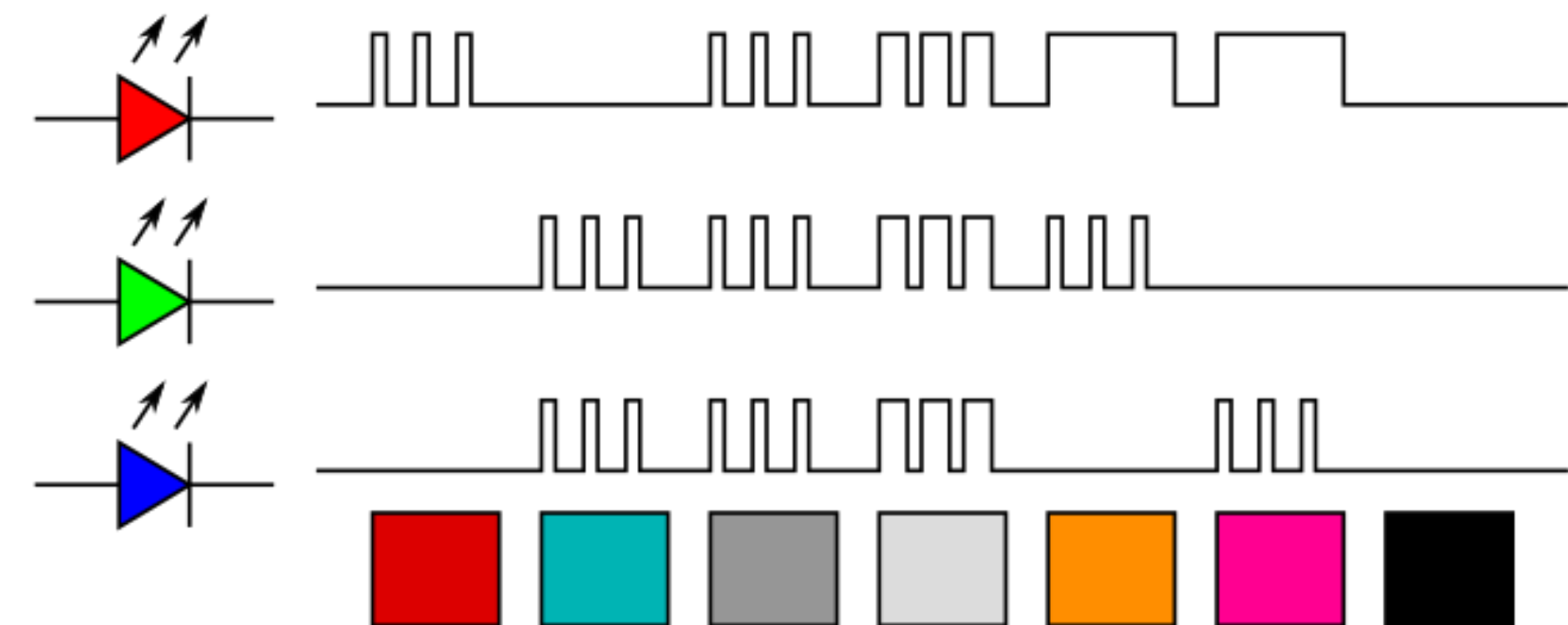


Synthèse de couleurs avec une LED RGB

- On peut générer 7 couleurs avec une LED RGB
- Les 3 couleurs de base rouge, vert et bleu
- Les 3 couleurs composées jaune, cyan et magenta
- Le blanc en allumant les 3 LED
- ... et le noir en les éteignant



- On peut générer toutes les couleurs avec du PWM



LED, lumière et couleur



- Energie et radiations
- Couleur des radiations
- Applications aux LED