

## Enseignes et afficheurs à LED

# LED, lumière et couleur



Prof. Alain Tiedeu

# LED, lumière et couleur



**Prof. Alain Tiedeu**

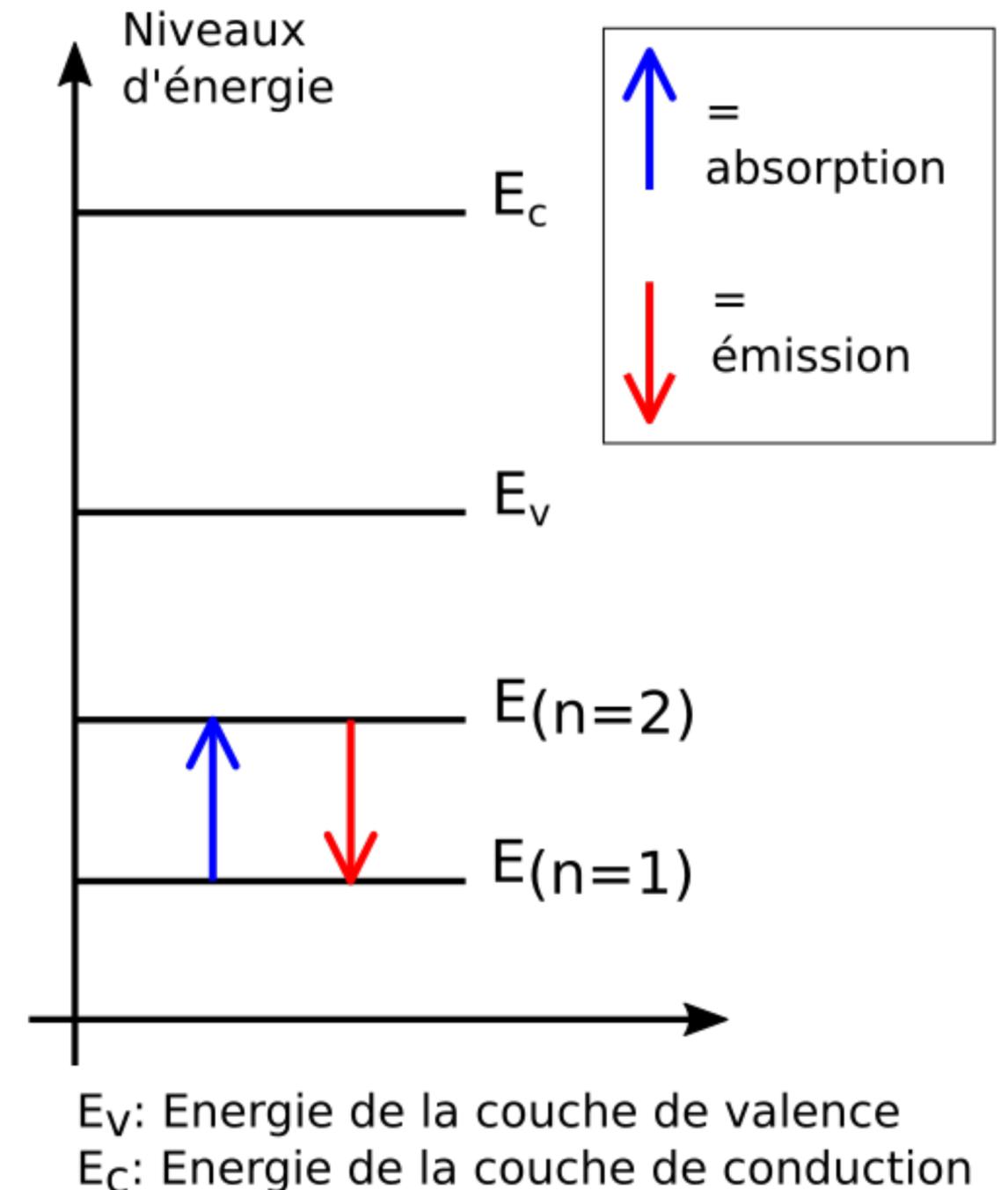
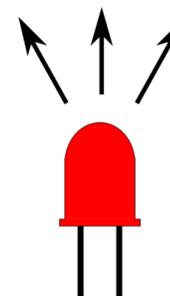
# LED, lumière et couleur



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

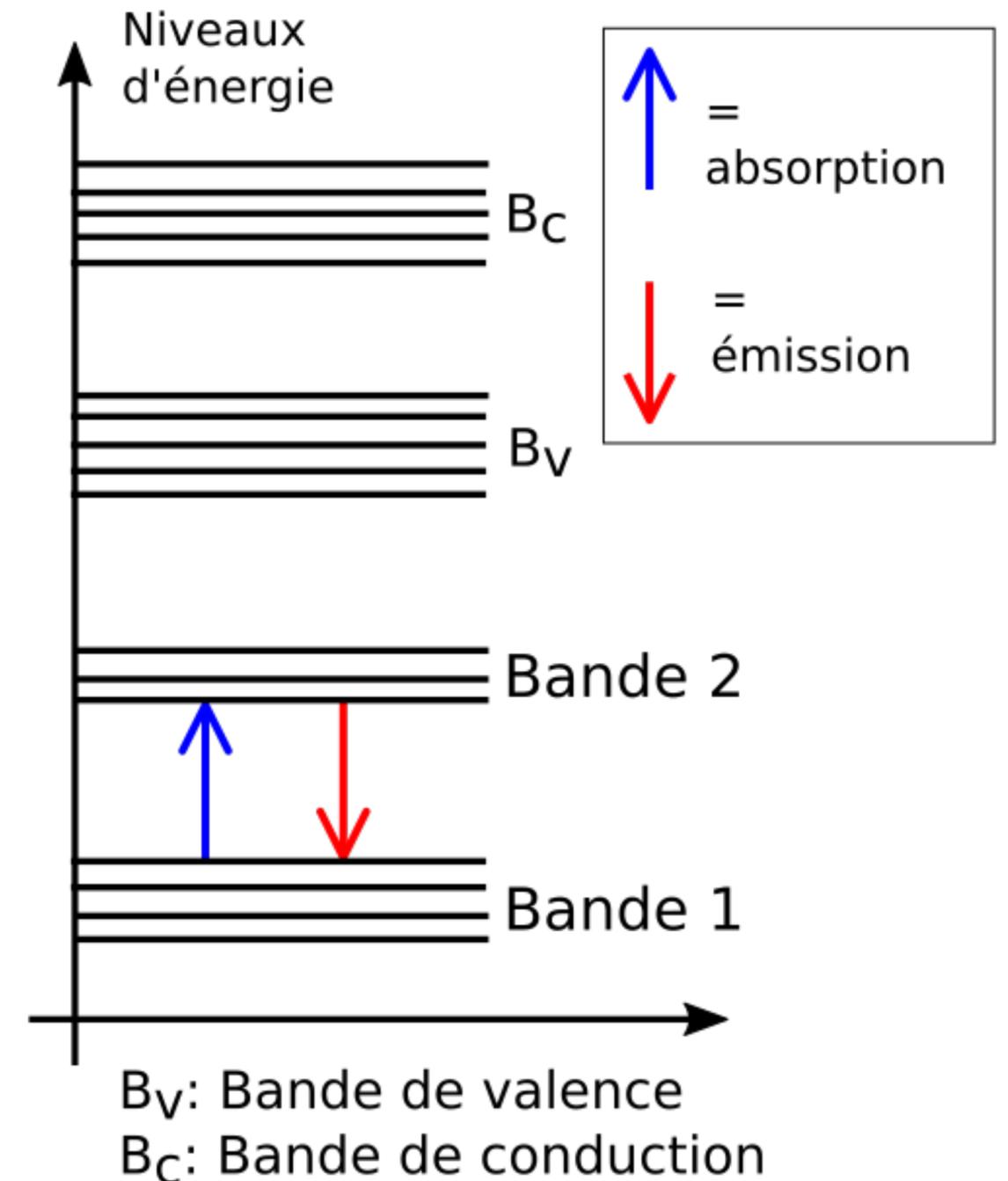
# Transitions énergétiques

- 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**



# 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  $\lambda$  la longueur d'onde

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

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

$\lambda$  est la longueur d'onde de la lumière émise/reçue

- Chaque valeur de  $\lambda$  correspond à une couleur de lumière

## Exemples de triplets (E, $\lambda$ , C)

| Énergie (eV) | $\lambda$ (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  $\lambda$
- Chaque valeur de  $\lambda$  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 radiation de couleurs différentes
- Quelques exemples sont donnés dans ce tableau :

## Exemples de couleurs en fonction de l'alliage

| Matériau                                | $\lambda$<br>(nm) | Couleur |
|---|-------------------|---------|
| GaAs<br>Arséniure de Gallium            | 850               | Rouge   |
| GaP<br>Arséniure-Phosphore<br>de Galium | 635               | Rouge   |
| PGa<br>Phosphure de Gallium             | 565               | Verte   |
| InGaN<br>Nitrure de<br>Gallium-Indium   | 490               | Bleue   |

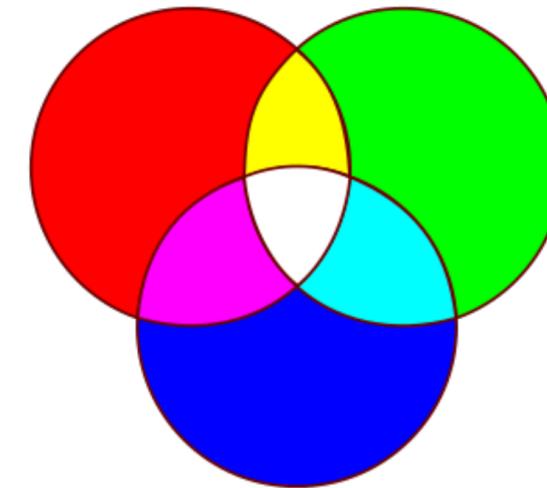
- Etaler plusieurs couches de phosphore de couleurs différentes sur une jonction PN qui aurait produit de la lumière bleue (Nitrure de Gallium-Indium).

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.

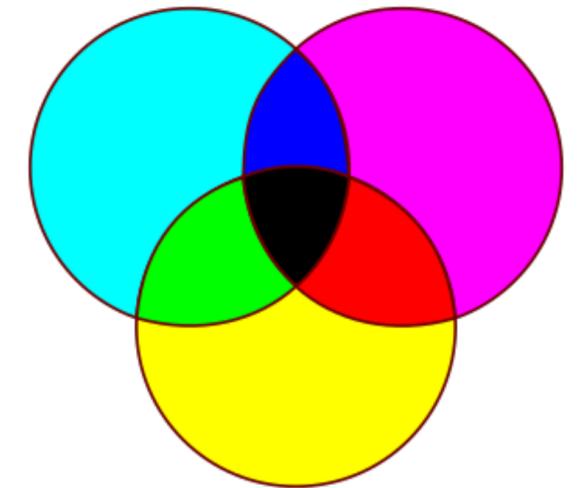
- Ajouter Arséniure-Phosphure de Gallium (Rouge) sur Phosphure de Gallium (Vert). On obtient du Jaune (cf. synthèse des couleurs)

# Synthèse de couleurs

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

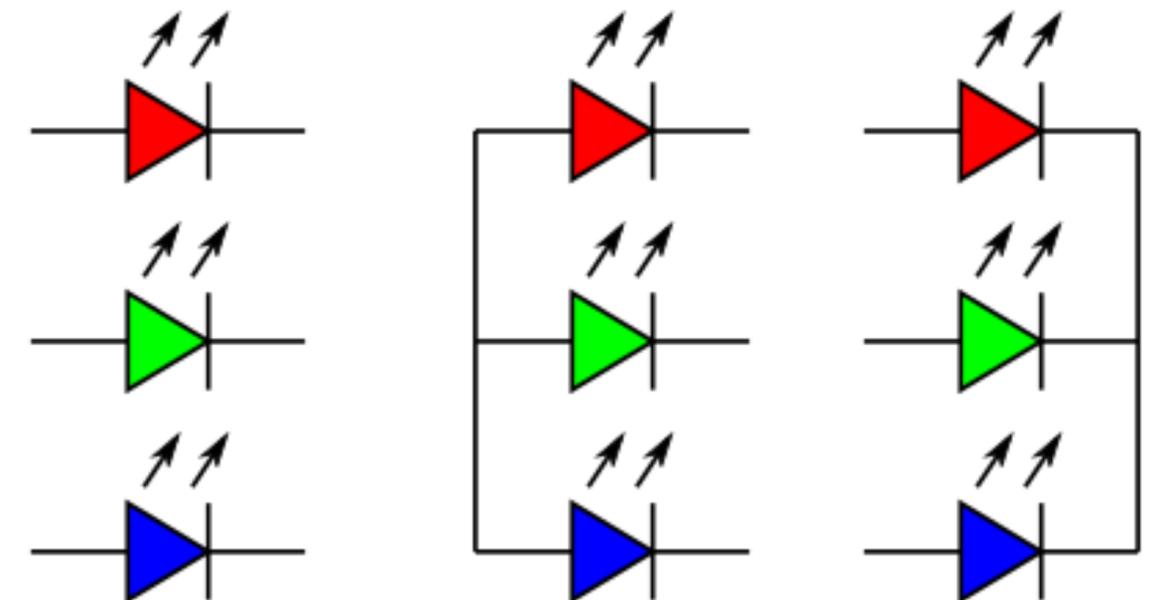


Synthèse additive



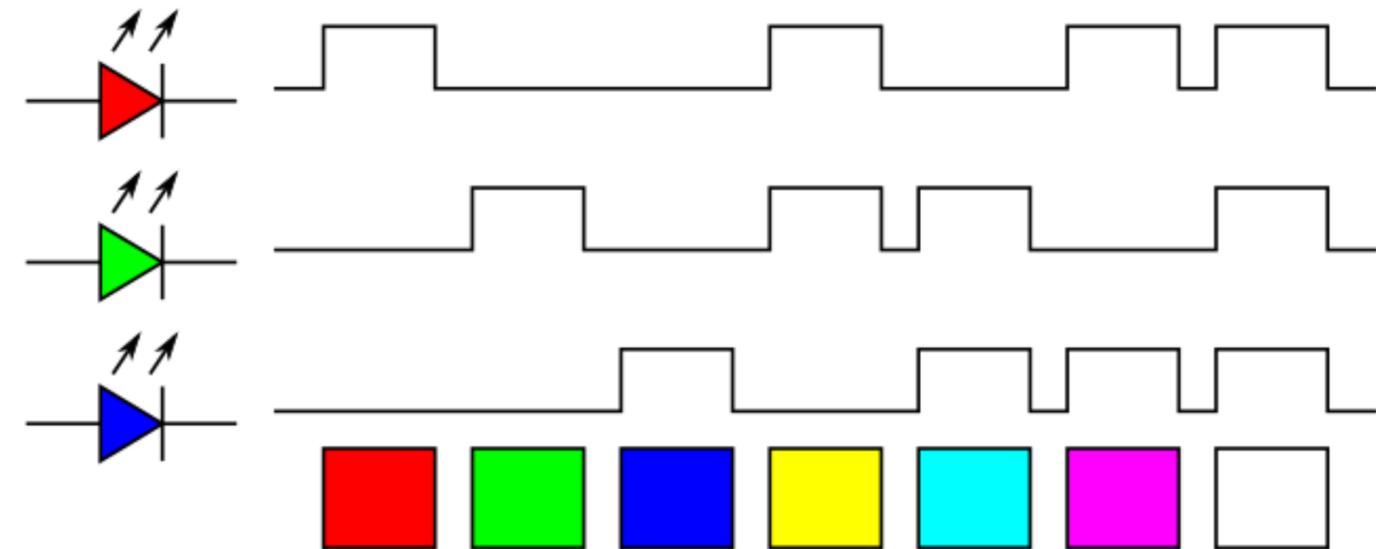
Synthèse soustractive

- Triplet de LED pour générer les couleurs voulues
- LED **RGB** = *Red Green Blue*
- LED souvent reliées par l'anode ou par la cathode

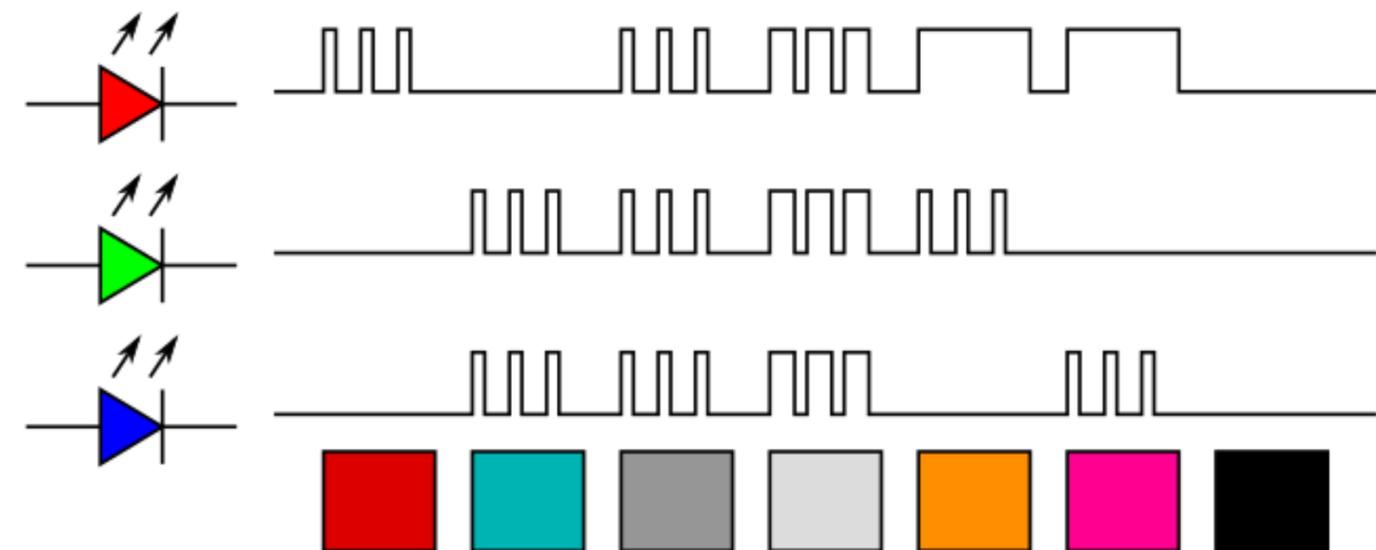


# Synthèse de couleurs avec une LED RGB

- 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 toute les couleurs avec du PWM



# LED, lumière et couleur



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