

# Optique: comment caractériser et exploiter un signal lumineux?

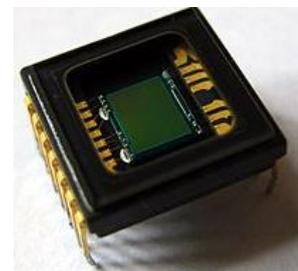
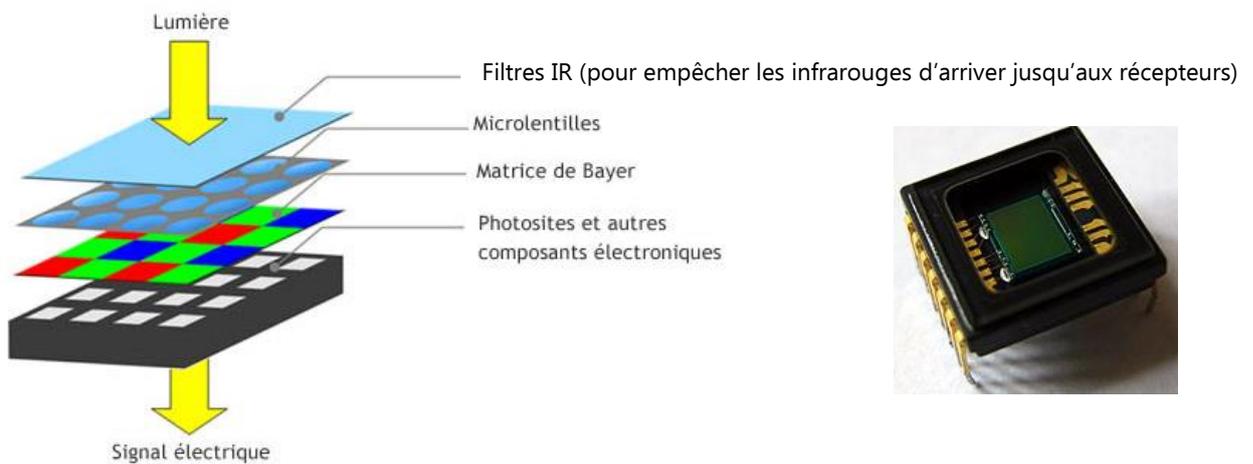
## Problématique n°3 : Comment un appareil photo numérique analyse-t-il les couleurs ? Photodiode



Capacités	Connaissances
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Construire expérimentalement la caractéristique d'un photocomposant (photorésistance, photodiode, phototransistor, photopile) :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- en fonction de l'éclairement ;</li> <li>- en fonction de la longueur d'onde.</li> </ul> </li> <li>➤ Mettre en œuvre un photodétecteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Connaitre les différentes grandeurs caractéristiques d'un rayonnement lumineux (flux, intensité, efficacité, éclairement, longueur d'onde ...)</li> <li>➤ Savoir que les variations de ces différentes grandeurs caractéristiques d'un rayonnement lumineux influencent le signal électrique produit par un photocomposant</li> </ul>

### Document d'approche :

▶ Un capteur photographique est un composant électronique photosensible servant à convertir la lumière en un signal électrique.

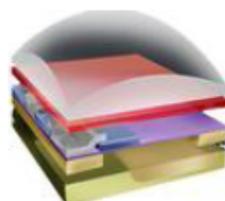
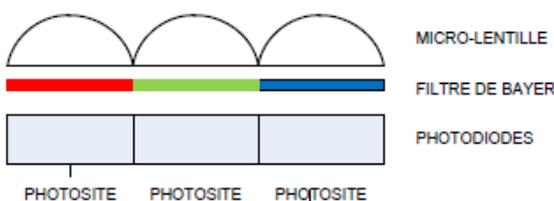


Les différentes couches d'un capteur photo

- ▶ Ce capteur est un assemblage de photosites composés des couches suivantes:
- des microlentilles qui permettent de guider correctement la lumière jusqu'aux récepteurs ;
  - un filtre de Bayer qui décompose la lumière ;
  - des photodiodes qui transforment le signal reçu en signal électrique.

### ▶ Les photosites :

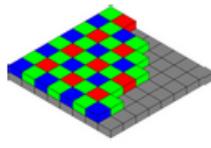
Une photodiode recouverte d'une couleur primaire de la grille est appelée photosite. La combinaison de 3 photosites RVB forme un pixel



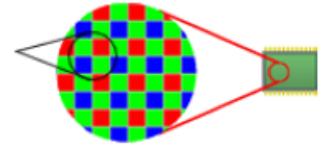
Le pixel a donc une couleur définie par l'association des composantes RVB transmises par les photosites.

## ▸ Le filtre de BAYER

Le filtre de Bayer, est constitué d'une multitude de filtres rouges, verts et bleus.  
Pour reconstituer une image couleur, le capteur doit réagir en fonction des 3 couleurs de base.



Ensemble  
qui  
détermine  
le pixel



L'œil ayant une sensibilité plus grande à la couleur verte, le capteur en tient compte en doublant le nombre de photosites réagissant à cette couleur.

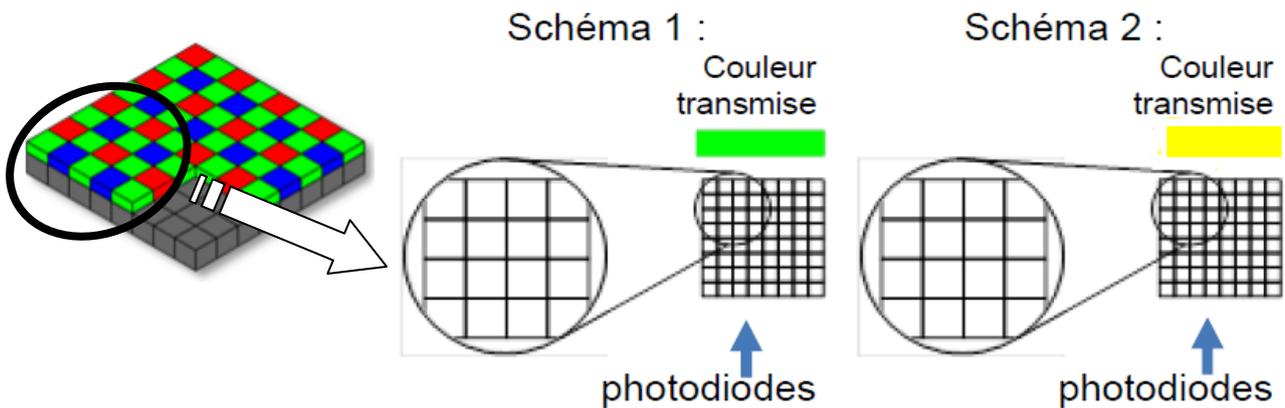
### I- S'approprier :



1- Colorier, dans chacun des 3 cas suivants, la couleur transmise par le filtre.



2- Colorier dans chaque schéma représentant les photodiodes, celles qui réagissent à la couleur transmise par le filtre de Bayer pour la zone sélectionnée.



3- Quelle grandeur physique **transmet** chaque photodiode ?

.....

Cette grandeur physique est-elle la même selon les couleurs reçues ? Justifier.

.....

.....

.....

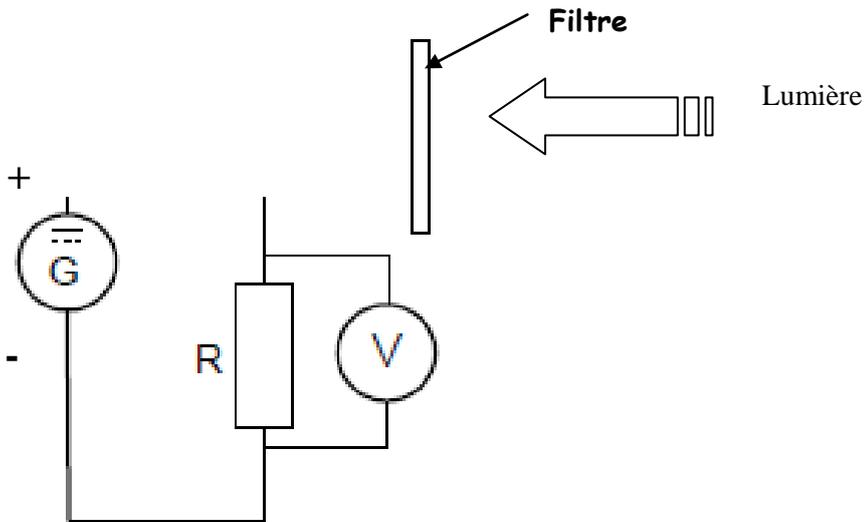
4- Parmi les composants ci-dessous, entourer celui qui symbolise la **photodiode** :





## II- Analyser : quelles sont les valeurs de tensions pour les lumières RVB reçues ?

Compléter le schéma ci-dessous (photodiode en polarisation inverse) et décrire le protocole



Protocole :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## III-Réaliser l'expérience et préparer le système d'acquisition



- Mesures :
- avec le filtre rouge :  $U_{\text{rouge}} = \dots\dots\dots$
  - avec le filtre vert :  $U_{\text{vert}} = \dots\dots\dots$
  - avec le filtre bleu :  $U_{\text{bleu}} = \dots\dots\dots$

## IV- Valider

A partir des résultats précédents, expliquer comment le capteur numérique analyse les couleurs :



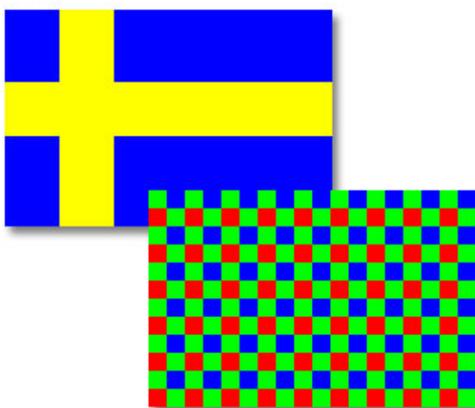
.....

.....

.....

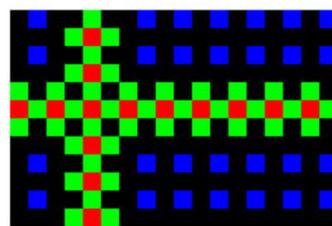
## Une application... Image du drapeau suédois vue par les photosites

Image réelle



Matrice de Bayer

Image vue par les photosites



Dematriçage

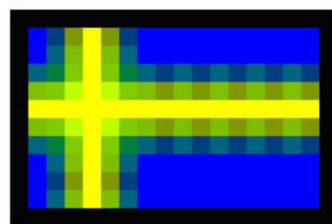
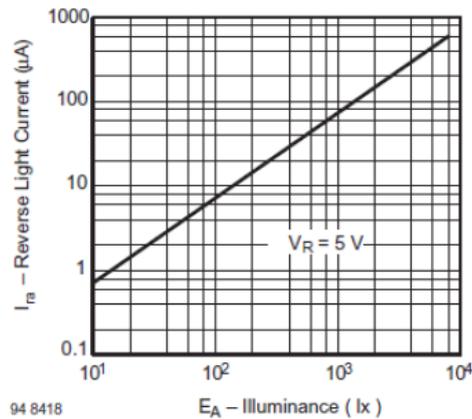


Image finale

## Documents complémentaires

### Document 1 : Caractéristique d'une photodiode



Courbe représentant le courant électrique traversant la photodiode en fonction de l'éclairement (« illuminance »), en lux (lx).

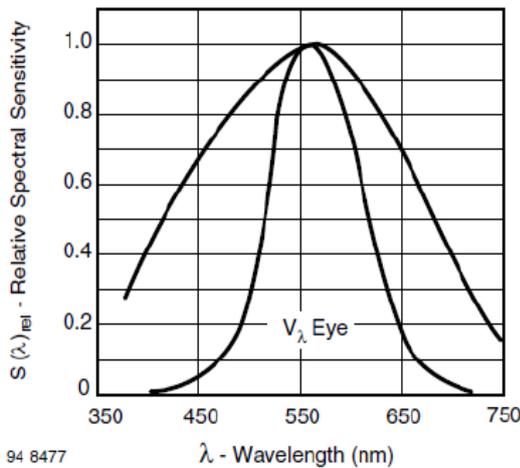
### Document 2 Sensibilité spectrale d'une photodiode

La sensibilité d'un capteur donne une indication sur l'évolution de la grandeur de sortie du capteur lorsque la grandeur de sortie varie.

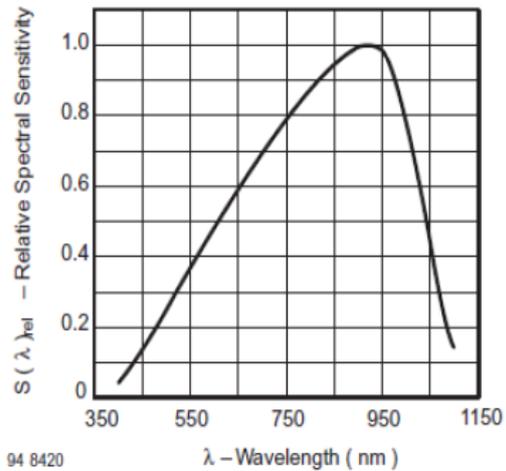
Par exemple, imaginons qu'on dispose de deux capteurs de températures dont la grandeur de sortie est une résistance. Si  $T$  varie de  $10^\circ\text{C}$ ,  $R$  varie de  $0,1 \Omega$  pour le capteur 1 et  $R$  varie de  $1 \Omega$  pour le capteur 2. Dans cet exemple, le capteur 2 est plus sensible.

Pour une photodiode, la sensibilité varie suivant la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique reçu.

Les courbes ci-dessous donnent la variation de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde (courbes de sensibilité spectrale) pour les deux modèles de photodiodes disponibles au lycée.



Photodiode BPW21

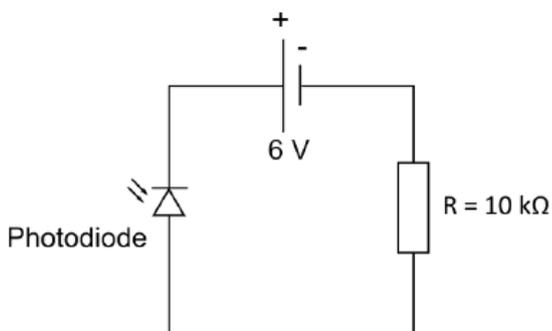


Photodiode BPW34

### Document 3 : Polarisation d'une photodiode

Une photodiode n'est pas un composant symétrique, c'est-à-dire qu'elle ne se comporte pas de la même manière suivant le sens dans lequel on la branche.

Une photodiode montée « en polarisation inverse » se comporte pratiquement comme un interrupteur ouvert : le courant électrique qui la traverse est très faible et ici, la tension à ses bornes sera voisine de la tension du générateur qui la polarise.



Une photodiode montée dans le sens dit « passant » (polarisation directe) se comporte pratiquement comme un fil. La tension à ses bornes est très faible et le courant qui la traverse est important.

