MP5 complément d'optique

complément sur l'émission et la réception de la lumière

I. SOURCES DE LUMIÈRE USUELLES :

1 Lampe à filament :

Un filament conducteur parcouru par un courant électrique est le siège d'un effet Joule. Le conducteur, porté alors à une température élevée, émet un rayonnement dont le spectre est continu.
Le rayonnement solaire est aussi un rayonnement continu, le maximum du spectre étant situé dans le jaune

2. Lampe spectrale :

Une vapeur atomique placée dans une ampoule est excitée électriquement. Les atomes se désexcitent alors en émettant une raie lumineuse. L'excitation et la désexcitation pouvant être quelconques, le spectre peut contenir plusieurs raies. Ce sont les lampes utilisées au laboratoire.

3. Laser :

Un laser est constituée d'une cavité dans laquelle existe un gaz pour lequel on réalise une "inversion de population", c'est-à-dire pour lequel on maintient en permanence un nombre d'électrons plus élevé sur une couche d'énergie plus élevée, ce qui fait que les atomes de la cavité sont en déséquilibre et vont émettre des photons qui vont tous être "cohérents entre eux", ce qui va produire une onde lumineuse très monochromatique

4. Quelques ordres de grandeur :

Source	λ_{0moyen}	$\Delta\lambda_0$	$\lambda_{0moyen}/\ \Delta\lambda_0$
Lumière blanche	600 nm	400 nm	1,5
Lampe spectrale haute pression	600 nm	1 nm	6.10^2
Lampe spectrale	600 nm	10^{-2} nm	6.10^4
Laser	600 nm	10^{-3} nm	6.10^5

II. RÉCEPTEURS DE LUMIÈRE USUELS :

1. Principes de détection :

- détection thermique :
  ici, le capteur absorbe le rayonnement reçu et utilise son énergie pour augmenter sa température, cette élévation de température étant convertie en signal électrique

- détection photonique :
  cette détection est basée sur l'effet photoélectrique : un électron du matériau constituant le capteur absorbe un photon du rayonnement et passe dans un état excité, cet électron excité pouvant créer un courant dans le détecteur (effet photoélectrique interne)ou bien être éjecté lui-même (effet photoélectrique externe)

2. Détecteurs thermiques :

a) Thermopile :

Une thermopile est constituée d'un élément noirci absorbant le rayonnement auquel il est soumis et couplé avec un thermocouple transformant la différence de température entre cet élément noirci et un élément de température constante connue en une tension, qui est donc relié au flux reçu par l'élément noirci

b) Détecteur pyroélectrique :

Un détecteur pyroélectrique est constitué d'un matériau diélectrique (ferroélectrique) ; lorsque ce matériau est soumis à un rayonnement électromagnétique, il absorbe celui-ci et sa polarisation décroît :on peut donc détecter un courant électrique lié à la variation du flux énergétique reçu par le détecteur

3. Détecteurs photoniques :

a) Œil :

L'œil a un temps de réponse de 0,1 s environ (les informations envoyées par le nerf optique au cerveau se renouvellent toutes les 0,1 s environ)

b) Photodiode :

Une photodiode est une diode qui, lorsqu'elle est "bloquée", c'est-à-dire polarisée en inverse, fournit un courant (très faible) proportionnel à l'éclairement qu'elle reçoit

c) Photorésistance :

Une photorésistance est un semi-conducteur dont la résistance électrique diminue lorsque l'éclairement de la photodiode augmente. On peut donc relier cette résistance à l'éclairement reçu

d) Capteur CCD :

Un capteur CCD ("couple charge device") est une succession de photodiodes voisines, formant une barrette, sensible, "point par point" à l'éclairement reçu

e) Photomultiplicateur :

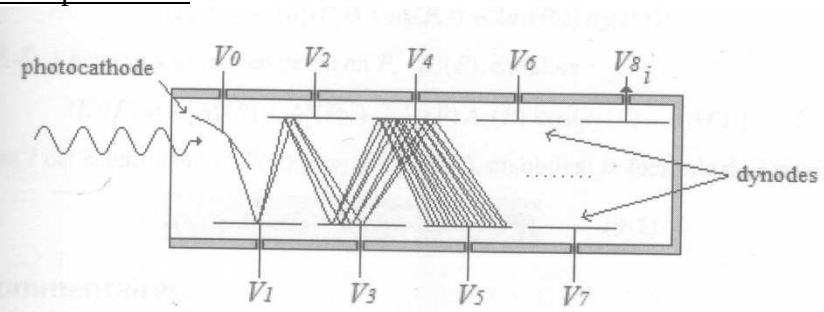

FIGURE 17 – Schéma de principe du photomultiplicateur

Un photomultiplicateur est un appareil basé sur l'effet photoélectrique externe. Il est constitué d'un ensemble d'électrodes (anodes, appelées dynodes) : un photon arrivant sur une cathode ; il arrache un électron de cette cathode ; cet électron, accéléré par le champ électrique situé entre la cathode et la première dynode, arrive sur la première dynode et y arrache un ou plusieurs électrons. Puis ces électrons, accélérés vers les synodes suivantes, vont eux-mêmes arracher un ou plusieurs électrons à chaque dynode. Finalement l'arrivée d'un seul photon sur la cathode pourra provoquer l'arrachage d'un grand nombre d'électrons de l'ensemble des dynodes, donc la création d'un courant assez important.

4. Quelques ordres de grandeur :

Détecteur	Thermopile	Œil	Photodiode	Photorésistance	Photomultiplicateur
Temps de réponse	1 s	0,1 s	10^{-5} s	10^{-4} s	Quelques 10^{-9} s