

# I - Détermination de la sensibilité spectrale d'un photorécepteur (cellule de Moll, photodiode ou photomultiplicateur)

Les photorécepteurs (comme l'œil) sont sensibles dans une certaine gamme spectrale. A à l'intérieur de cette gamme, ils ne sont pas sensibles de la même façon à toutes les longueurs d'onde. C'est ce que représente la sensibilité spectrale. On va voir ici comment on peut la mesurer, en utilisant un photorécepteur de référence, dont la sensibilité est supposée connue :



- **Matériel et réglages :**

- **Lampe à incandescence** pour avoir accès à toutes les longueurs d'onde du spectre visible.
- **Verre anti-calorique** pour protéger de la chaleur le matériel fragile (filtres interférentiels en particulier).
- **Condenseur** pour faire converger la lumière de la lampe vers le photorécepteur ; on prendra soin de réaliser un faisceau bien homogène sur une surface un peu plus large que celle du photorécepteur utilisé
- **Filtres colorés.** Se méfier des filtres colorés simples : ne les utiliser qu'après avoir vérifié leur spectre de transmission, car ils ont parfois des

bandes passantes très larges, ou plusieurs bandes de transmission (en particulier dans le proche infrarouge). On utilisera donc de préférence des **filtres interférentiels**, que l'on choisira à **large bande passante** ( $\Delta\lambda \approx 40$  nm) pour avoir une puissance transmise mesurable.

- **Puissance-mètre Melles Griot** à sonde thermique (donc insensible à la longueur d'onde) et étalonné (affichage en mW). Sert de photorécepteur de référence pour déterminer la puissance transmise par chaque filtre.

- **Photorécepteurs à étudier :**

- **Cellule de Moll** (détecteur thermique). Pensez à retirer le verre protecteur à l'entrée du capteur. Utilisez un voltmètre précis car ce capteur est peut sensible, donc le signal est faible ( $\approx$  mV).

- **Photodiode avec ampli intégré** : montage tout fait délivrant une tension proportionnelle au courant inverse dans la photodiode. Choisir une amplification adaptée au signal (positions 0 à 4 du potentiomètre - gain  $\times 10$  à chaque fois - saturation du signal à 9 V).

- **Photomultiplicateur débitant dans une résistance de 100 k $\Omega$** . Attention, appareil fragile. Réglez l'alimentation (potentiomètre) de façon à amplifier suffisamment le signal pour approcher - sans le dépasser ! - le courant max ( $\approx 10$   $\mu$ A, soit une tension de 1 V pour cette résistance). La sensibilité de cet appareil varie exponentiellement avec l'alimentation, donc allez doucement ...

- **Multimètre** pour mesurer le signal délivré par ces photorécepteurs.

- **Principe de la détermination expérimentale de la sensibilité spectrale d'un photorécepteur :**

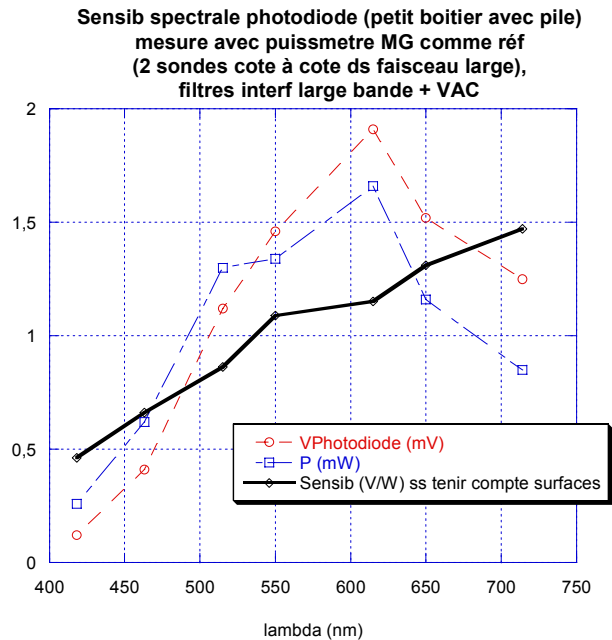
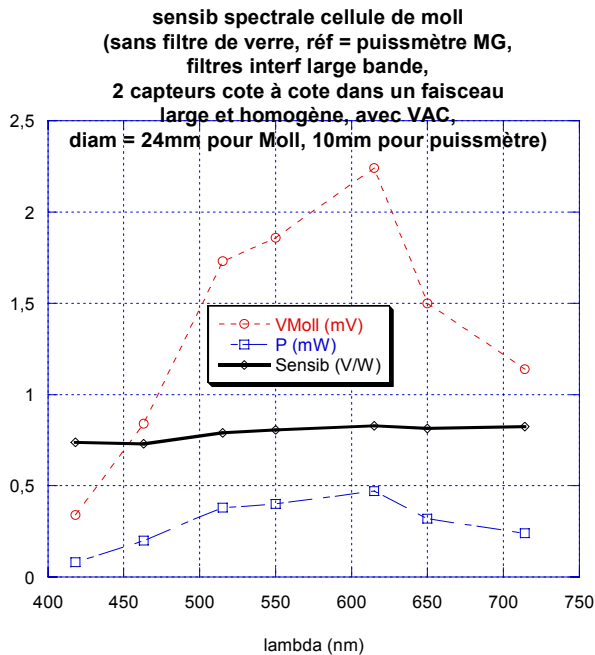
**Etalonnage avec le puissance-mètre** : Placez les différents filtres un à un en veillant bien à ne pas diaphragmer le faisceau et à ne pas modifier le montage optique. Notez pour chaque filtre la puissance  $P(\lambda)$ .

**Mesure avec le photorécepteur** : Faites de même en remplaçant le puissance-mètre par le photorécepteur étudié : relevez pour chaque filtre le signal  $V(\lambda)$ .

**Calcul de la sensibilité** :  $S(\lambda) = \text{cte} \times V(\lambda) / P(\lambda)$ . La constante contient le rapport des surfaces des deux capteurs et éventuellement un autre facteur inconnu si vous avez dû modifier le montage optique (position du photorécepteur, convergence du condenseur) entre les deux séries de mesures. Ce n'est pas gênant si on veut juste connaître l'allure de  $S(\lambda)$  en valeur relative (on notera donc sur le graphique : U.A. = unités arbitraires). Par contre, on a besoin de connaître ce facteur si on veut déterminer  $S(\lambda)$  de façon absolue (en V/W ou A/W).

- **Cellule de Moll.**

On voit sur le graphique suivant (à gauche) que, alors que le signal  $V(\lambda)$  mesuré par ce photorécepteur varie d'un filtre à l'autre, le rapport  $S(\lambda) = V(\lambda) / P(\lambda)$  est quasi-constant : la sensibilité de ce photorécepteur est quasiment indépendante de la longueur d'onde, comme on l'attend bien pour un capteur thermique. La variation de  $V(\lambda)$  mesurée est due au fait que la puissance  $P(\lambda)$  transmise par chacun des filtres varie.

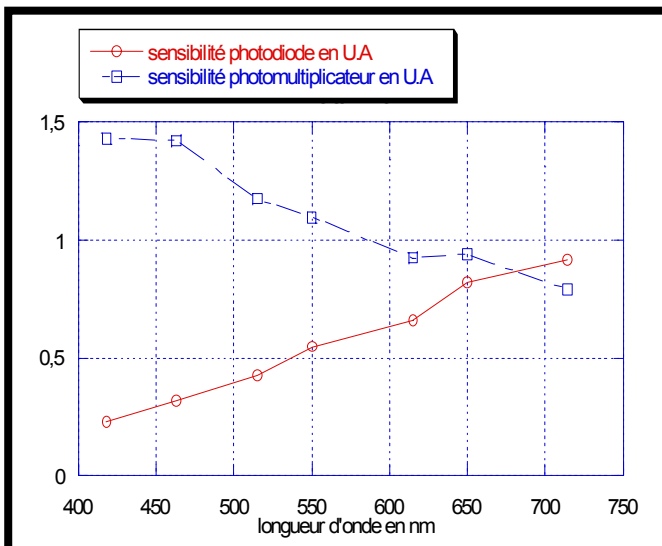


- **Photodiode.**

On voit sur le graphique ci-dessus (à droite) que la sensibilité spectrale de la photodiode dépend nettement de la longueur d'onde : elle croit vers l'infrarouge. Le maximum de signal  $V(\lambda)$  observé vers 620 nm ne vient pas de la sensibilité du photorécepteur, car il disparaît quand on calcule le rapport  $S = V/P$ . La sensibilité d'une photodiode de ce type est en fait maximale vers 1000 nm (elle s'écroule après le « gap » du semi-conducteur), mais on ne peut le montrer ici car on n'a pas de filtre permettant de faire des mesures dans le proche infrarouge.

Remarque : Si on veut observer une courbe de sensibilité « classique » de photodiode (max dans le proche infrarouge), attention à bien utiliser une photodiode « classique », du type BPW34. En effet, certaines photodiodes sont équipées d'un filtre intégré qui rend leur sensibilité proche de celle de l'œil, donc maximale vers 550 nm (c'est le cas de la BPW21 – cf notice).

- **Photomultiplicateur.**



On voit sur ce graphique que la sensibilité du photomultiplicateur n'est pas indépendante de la longueur d'onde, mais elle diffère de celle de la photodiode : alors que la photodiode est plutôt sensible dans le proche infrarouge, le photomultiplicateur est plutôt sensible dans le proche UV, ce que l'on comprend bien (voir principe physique de ces deux photorécepteurs).

**Références :** Sextant chapitre.II, notices des différents photorécepteurs.