

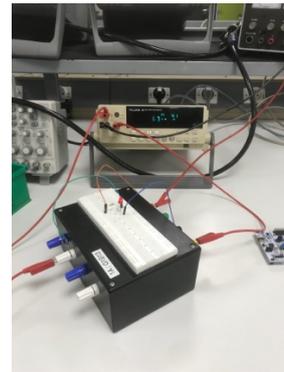
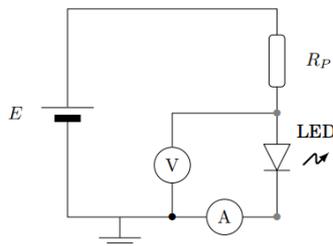
Synthèse : Procédure de développement d'un système de photodétection fiable

Étude de cas : Photodiode BPX65

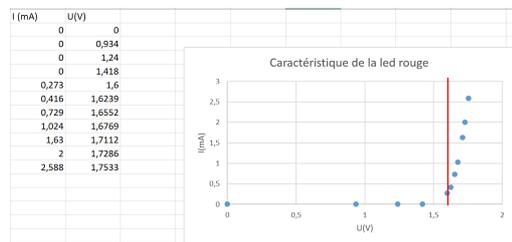
L'objectif de cette étude est alors de comprendre le fonctionnement de cette photodiode et par suite de remonter à la qualité de la source par photodétection

- Afin de s'assurer de la qualité de votre système de photodétection il est nécessaire de s'assurer de la fiabilité de vos photodiodes en vérifiant les caractéristiques de la data sheet par l'expérience :

Il est conseillé d'utiliser dans un premier temps une Led rouge dont vous connaissez les caractéristiques à l'aide du circuit suivant :

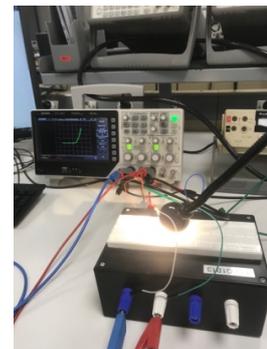
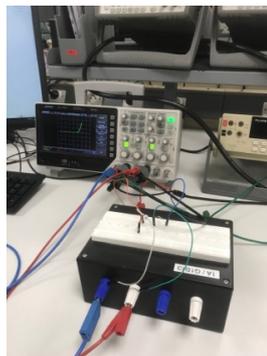
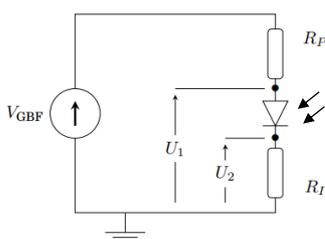


L'idée est donc de mesurer pour différentes tensions modulées par l'alimentation stabilisée les courants et tensions affichées par l'ampèremètre et voltmètre respectivement. Vous devrez alors obtenir la caractéristique courant-tension suivante :



Vous avez donc créé de cette manière une source dont vous maîtrisez les émissions de photons. Ensuite, en remplaçant l'alimentation stabilisée par un GBF vous obtiendrez une variation sinusoïdale du flux lumineux à condition d'avoir pris un offset (1.7V d'après la caractéristique précédente) et avec une amplitude assez faible (de l'ordre de 0,2V).

Cette source vous permet alors de caractériser la photodiode en réalisant le circuit suivant :



Vous remarquerez que la caractéristique est semblable à celle d'une diode, mais cette caractéristique varie en fonction du flux lumineux entrant (dans les U négatifs, I diminue quand le flux lumineux augmente). Elle peut donc servir de capteur de lumière dans la zone $U < 0$:

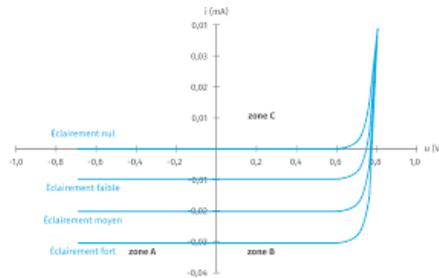
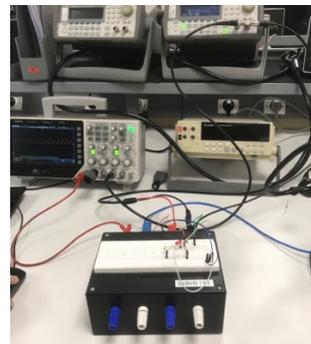
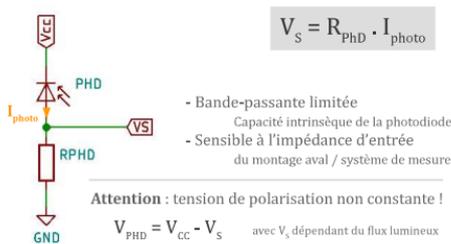


Figure 1

➤ Pour ce qui est de la photodétection nous vous proposons deux montages :
- 1^{er} Montage : le Montage simple.

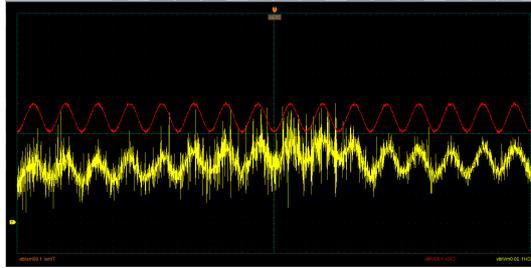


La mesure de V_S à l'oscilloscope se fait avec un signal sinusoïdal en entrée V_{CC} .
 V_{CC} : tension de polarisation $\cong 5-10V$

Valeur de R_{phD} (kOhm)	10	100
Oscillogramme lampe éteinte		
Oscillogramme lampe allumée		

En changeant R_{phD} , vous devriez remarquer que la fréquence de coupure change. Ainsi, en diminuant la résistance, vous diminuez la fréquence de coupure, et donc vous augmentez la sensibilité du capteur. C'est pourquoi en associant le circuit « émetteur » constitué entre autres de la led rouge (connue) avec ce montage simple vous parviendrez à récupérer l'information principale de la source à l'aide de la photodétection :

➔ Signal émis (resp. reçu) en rouge (resp. en jaune)



- 2^{ème} Montage : le montage transimpédance

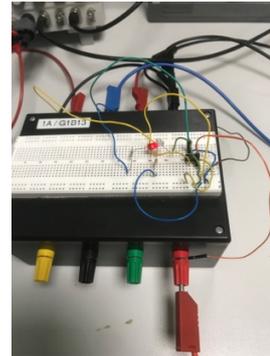
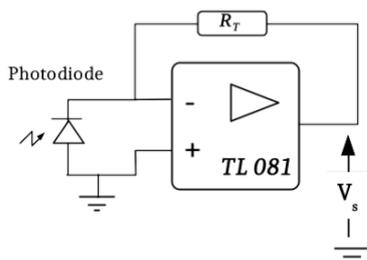


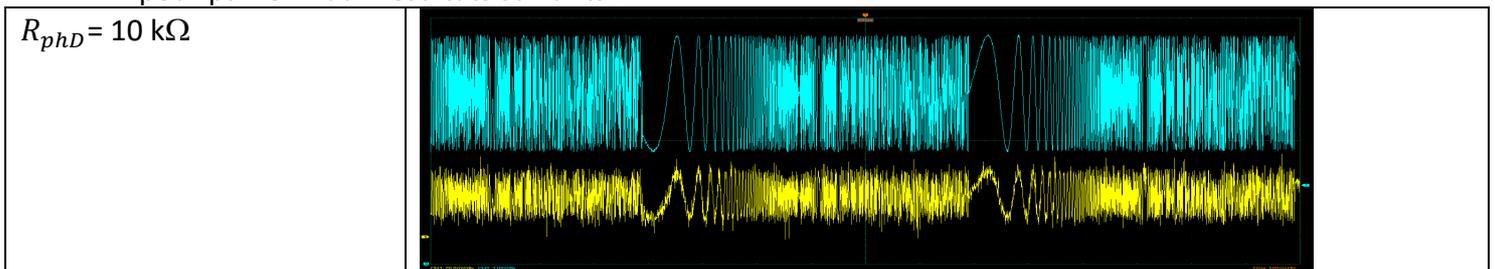
Schéma du circuit transimpédance

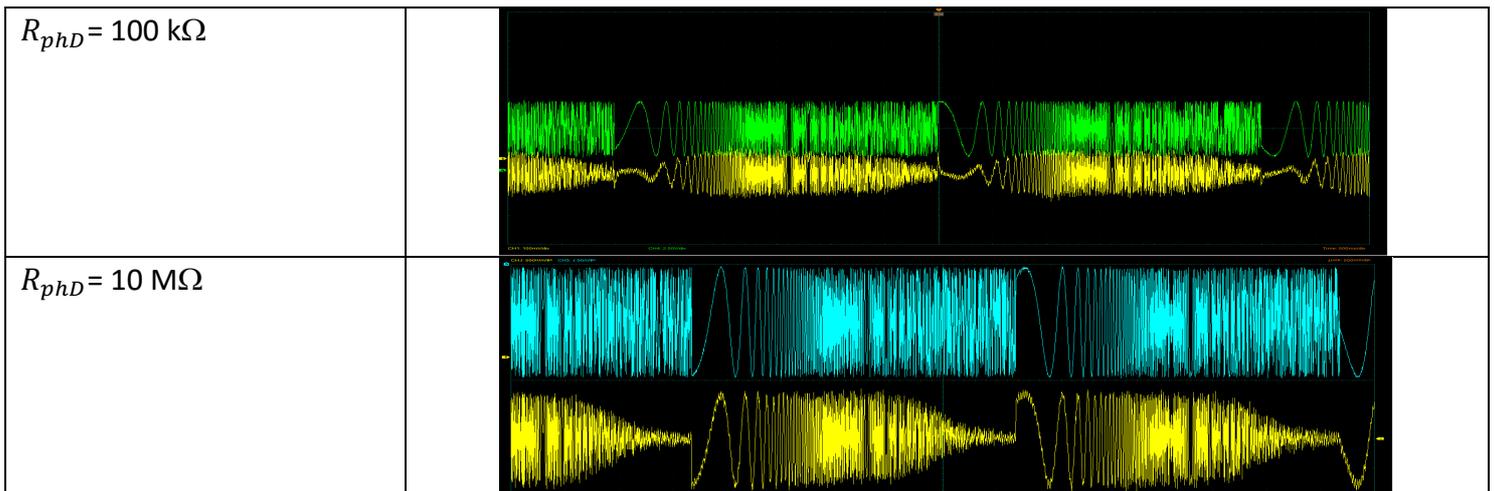
Il est alors possible de dresser un tableau de comparaisons :

	Montage simple	Montage transimpédance
Avantages	Le montage est simple à réaliser et fonctionne correctement.	Le montage permet d'avoir une tension de polarisation constante (impossible sans l'ALI). On observe aussi une atténuation plus forte des hautes fréquences (il s'agit d'un 2 nd ordre) + décalage de la fréquence de coupure et donc meilleure bande passante.
Inconvénients	La bande passante est quand même limitée donc les composants sont à choisir avec « précision ». Cela rend donc le circuit sensible à l'impédance d'entrée du système de mesure.	Le montage est certes plus complet mais plus complexe (ALI ie alimentation supplémentaire). Il y a donc besoin de plus de matériel et de connaissances et donc plus de risques d'erreurs de montage et d'apparitions de résonance non souhaitée.

- Cependant de telles comparaisons sont intéressantes mais on peut aller jusqu'à prédire la fréquence maximale de fonctionnement de ce circuit de photodétection et cela grâce à une technique de balayage fréquentielle.

Expérimentalement il est facile de programmer un balayage de 1Hz à 100kHz en 3 sec pour parvenir aux résultats suivants :



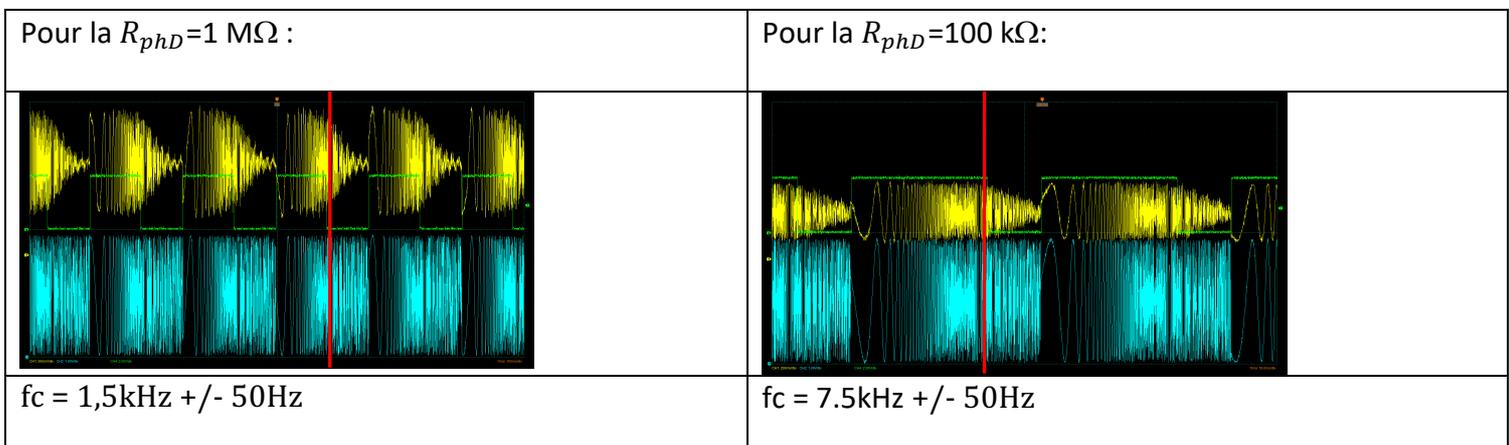


Malgré les différentes valeurs de R_{phD} , vous observerez une tendance générale notamment pour les deux plus hautes valeurs : en « basse fréquence », l'amplitude est assez constante, mais quand on se dirige vers les hautes fréquences, l'amplitude diminue. Un tel comportement est alors caractéristique d'un filtre passe bas.

NB : Le premier montage est alors un 1^{er} ordre. En revanche le deuxième montage présente un second ordre dont on peut montrer que la fréquence de coupure vaut : $f_c = \frac{1}{2\pi \cdot R_{phD} \cdot C_{phD}}$

Pour mesurer la fréquence de coupure, Vous pouvez finalement utiliser la « descente » du créneau : on choisit la fréquence à laquelle il descend avec le « marqueur freq », et on trouve un ordre de grandeur de la fréquence de coupure.

Exemple :



Conclusion :

Compte tenu de la capacité interne de votre photodiode (de l'ordre de 10 pF) qui devient non négligeable devant les autres composants du circuit (résistance et capacité internes de l'oscilloscope), R_{phD} ne devra pas être inférieure à 400 Ω afin de pouvoir étudier correctement la source autour de 40 kHz (je pour minimiser les pertes d'informations).

Sources : Figure 1 : <https://www.lelivrescolaire.fr> ;
Différents schémas : <http://lense.institutoptique.fr> ;