

Manip 083.2 : Photodiode : Caractéristique courant-tension

Bibliographie :

☞ *Physique expérimentale-optique, mécanique des fluides, ondes et thermodynamique*, M. Fruchart, P. Lidon, E. Thibierge, M. Champion, A. Le Diffon. [1]

Introduction

Cette fiche complète les photos du cahier de manips. Elle sert notamment à intégrer les **photos** prises pendant la préparation.

Cette fiche est utile pour :

- Apprendre à

Matériel

Matériel
Oscilloscope
GBF
Boite à décade de résistance
Sonde différentielle
Photodiode PIN10
Une LED
2 pieds
Prises BNC-Banane

1 Vue globale du montage

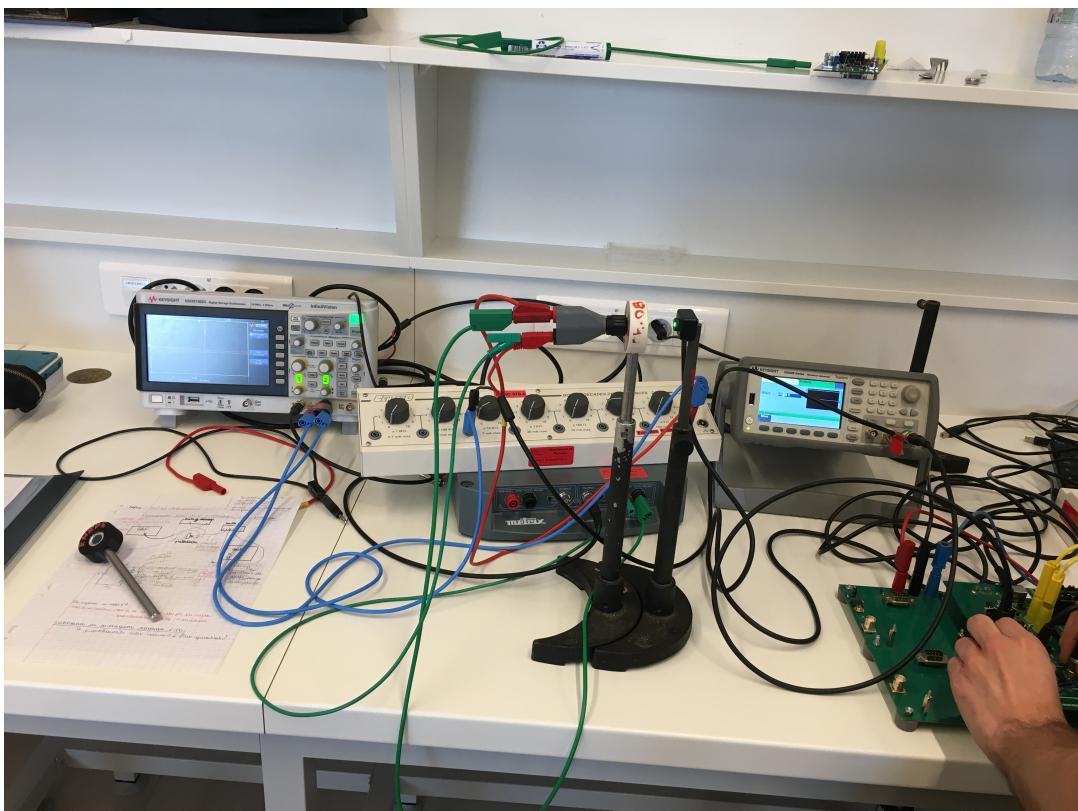


FIGURE 1 – *Vue globale du montage et les branchements*

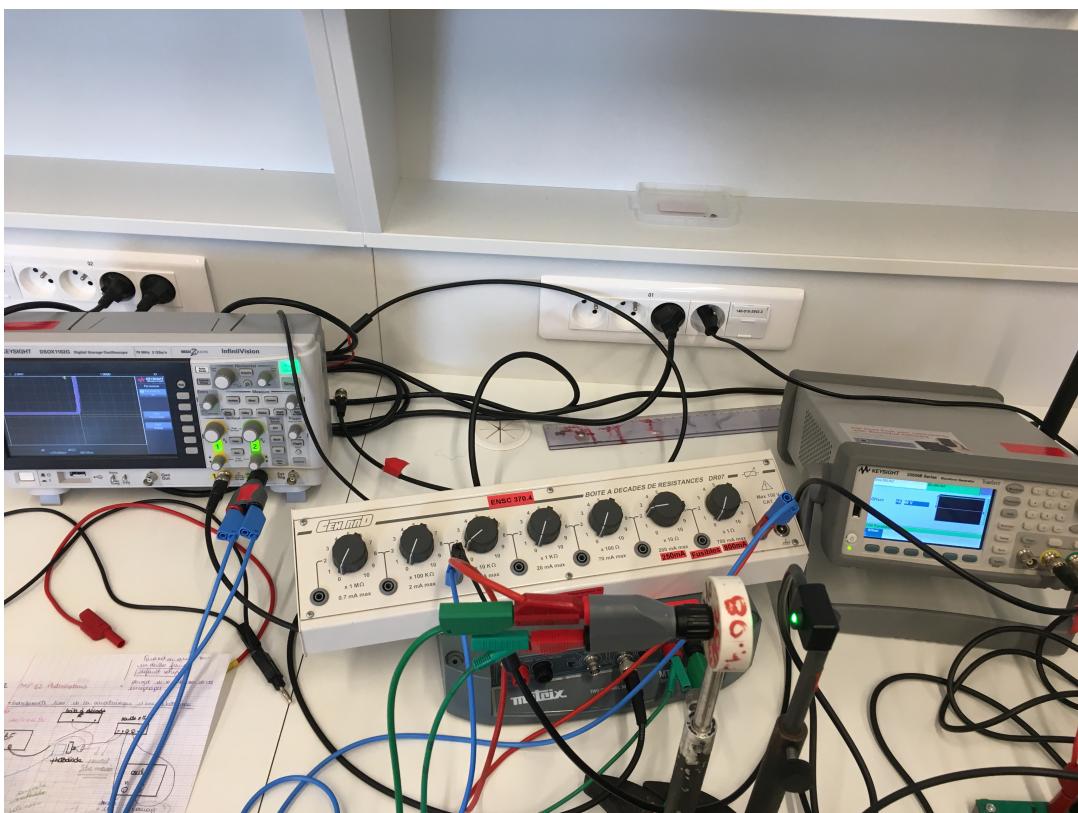


FIGURE 2 – *Vue globale du montage et les branchements*

2 Éléments du montage

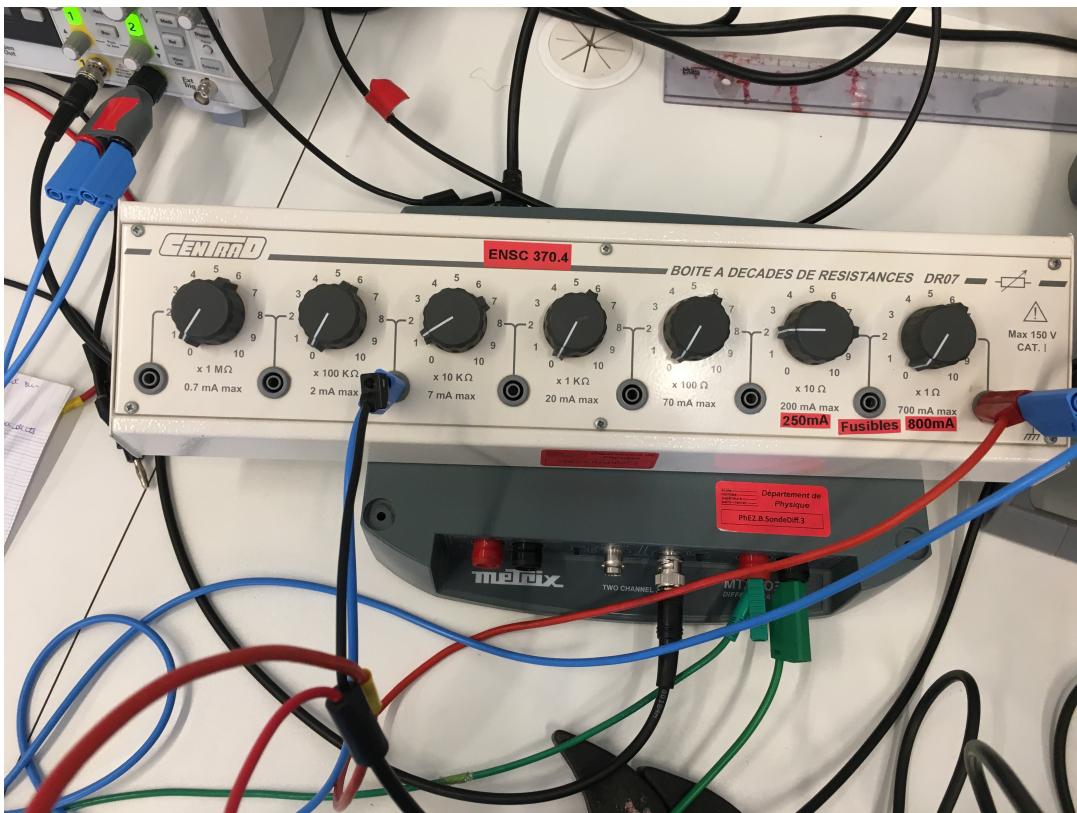


FIGURE 3 – La boite de résistance utilisé, penser à mettre une résistance assez grande pour que ça fonctionne.

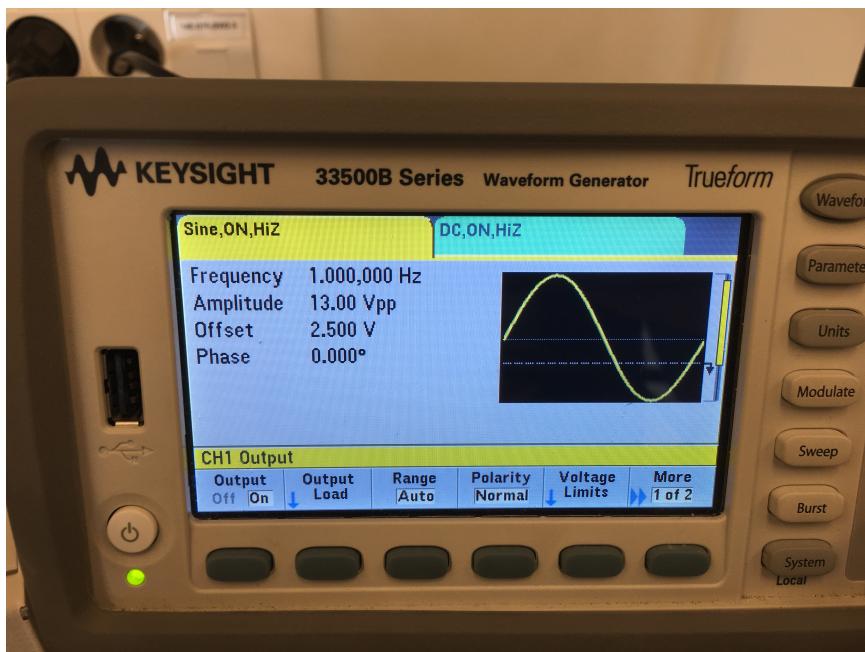


FIGURE 4 – Ce qu'on envoie avec le GBF.

3 Résultats

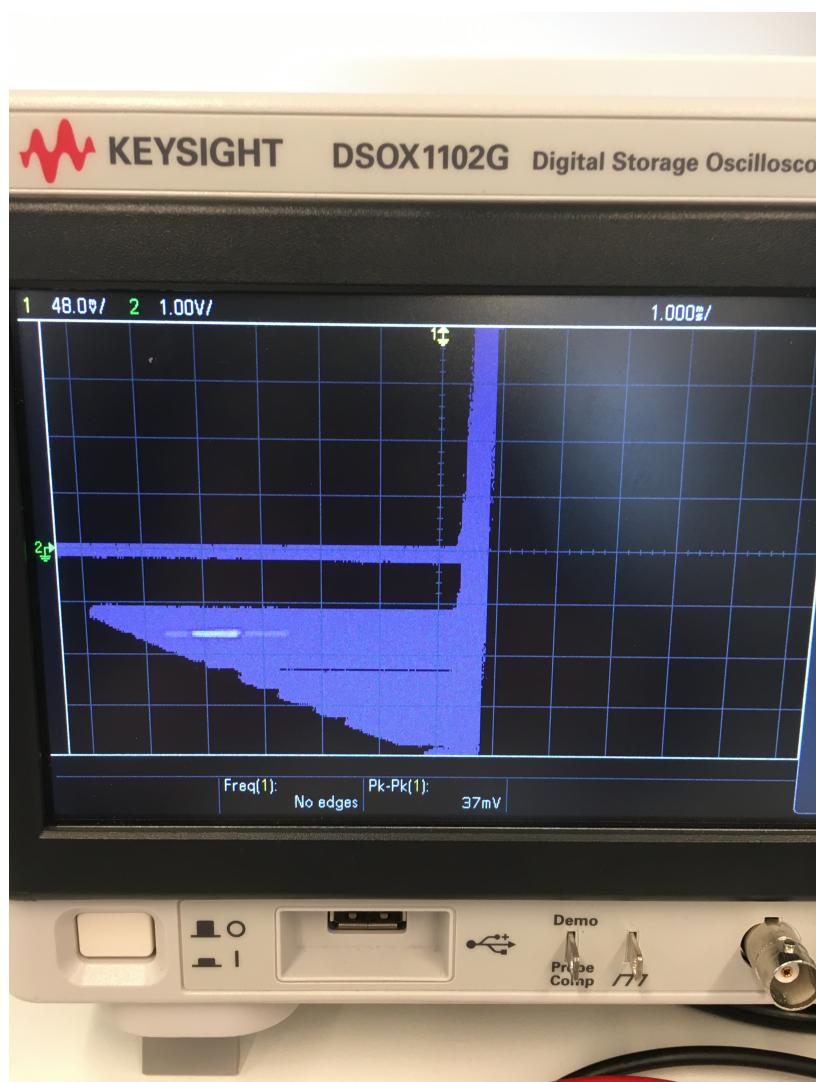


FIGURE 5 – Sur l'oscillo on obtient la caractéristique courant-tension de la photodiode.

Notes des TP :

de réponse en fréquence est disponible dans l'annexe "Systèmes bouclés simples : les circuits à amplificateurs opérationnels. Exemple du transimpédance."

La réponse en fréquence obtenue en boucle fermée correspond à un celle d'un filtre du second ordre, avec une fréquence de résonance (Gain-peaking frequency) que l'on peut approcher par

$$\sqrt{f_c \cdot (A_0 + 1)f_0} \approx \sqrt{f_c \cdot GBP}$$

$$\omega_c = \frac{1}{R_T C_P}$$

Rajouter un condensateur de faible valeur (quelques pF) en parallèle de la résistance de charge comme sur le circuit 2d, permet de limiter la résonance (quitte à perdre un peu de bande passante).

Mesure des principales caractéristiques d'une photodiode.

Caractéristique courant-tension

Réaliser le montage de la figure 5 ci-dessous, et observer la caractéristique $I(U)$ de la photodiode à l'oscilloscope, en mode x-y. Observer qualitativement comment cette caractéristique est modifiée en présence de lumière.

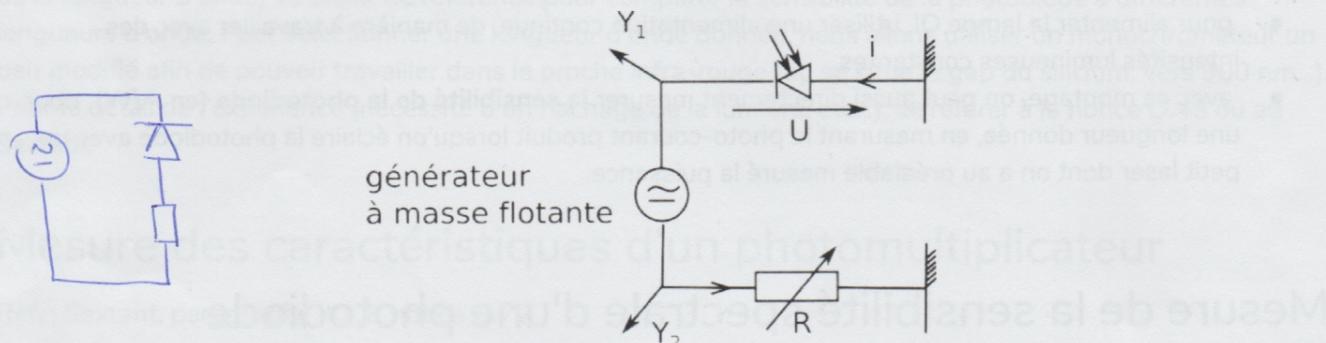


Figure 5 : Circuit pour le tracé de la caractéristique courant-tension à l'oscilloscope.

Remarque : comme chaque fois que l'on veut relever la caractéristique $U(i)$ d'un dipôle, en se servant d'une résistance pour visualiser le courant, on est confronté à un problème de masse. Une solution est, comme ici, d'utiliser un générateur à masse flottante (avec un générateur qui n'est pas à masse flottante, une des bornes du générateur est forcément mise à la masse, si bien que l'on court-circuite un des composants). Au départ, seuls les vieux wavetek sont vraiment à masse flottante (pour les générateurs Agilent 33220, l'impédance entre la borne de sortie du GBF et la terre n'est pas suffisante). Attention : avec un générateur pas suffisamment bien flottant, l'expérience marche très mal.

Une autre solution consiste à placer un transformateur d'isolement (transformateur 1:1) entre le générateur et le circuit. Ou encore à utiliser une sonde différentielle active de mesure (disponible dans la collection d'électronique).

Enfin, les photodiodes PIN10 et les photodiodes thorlabs SM1PD1B, pratiques pour réaliser cette expérience

car elles ont une grande surface active, sont connectées avec la partie "masse" du connecteur BNC du côté anode de diode (c'est à dire comme représenté ci-dessous).

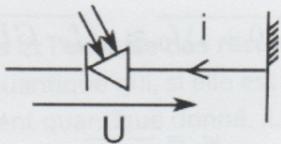


Figure 6 : connexions des photodiodes PIN10 et SM1PD1B

Linéarité du photocourant en fonction de la puissance lumineuse.

Faire varier l'intensité lumineuse reçue par la photodiode de manière contrôlée à l'aide de deux polariseurs, afin de vérifier que le courant qui traverse la photodiode dans la partie "bloquée" de sa caractéristique varie bien linéairement avec l'intensité lumineuse. Proposer un montage électronique simple délivrant une tension proportionnelle à la puissance lumineuse reçue.

Rqe :

- pour alimenter la lampe QI, utiliser une alimentation continue, de manière à travailler avec des intensités lumineuses constantes.
- avec ce montage, on peut aussi directement mesurer la **sensibilité de la photodiode (en A/W)**, pour une longueur donnée, en mesurant le photo-courant produit lorsqu'on éclaire la photodiode avec un petit laser dont on a au préalable mesuré la puissance.

Mesure de la sensibilité spectrale d'une photodiode

Ref. : Sextant, paragraphe II.4.4.1, notice O.43

Comme nous l'avons vu, si elle est correctement polarisée, une photodiode se comporte comme un générateur de courant, ce courant étant proportionnel à la puissance lumineuse incidente. La sensibilité de la photodiode s'exprime donc en A/W. Vu le mécanisme de production des paires électron-trou, cette sensibilité dépend fortement de la longueur d'onde. En effet :

- pour une photodiode idéale, chaque photon incident donne naissance à un électron (on dit alors que l'efficacité quantique vaut 1),
- le nombre de photons par seconde dans un faisceau de 1mW (par exemple) est plus important pour une lumière rouge que pour une lumière bleue (un photon bleu étant plus énergétique);

La sensibilité d'une photodiode est donc plus importante dans le rouge que dans le bleu. En supposant une efficacité quantique de 1, on prévoit une sensibilité de 0,64 A/W @800nm (énergie d'un photon @800nm : 1,55 eV), et de 0,32 A/W@400nm (faites le calcul !).

Pour les branchements suivre ce schéma :

MP12

MP 12 : Photocapteurs

Quand on clique sur un oscillo faire default setup

permet de se débarrasser des réglages.

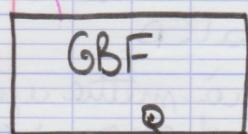
• branchements tracé de la caractéristique d'un photodiode.

régler GBF :

• tension de -7V à 8V

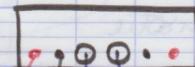
1Hz

$$E = 50 + 6 \cos(2\pi f t)$$

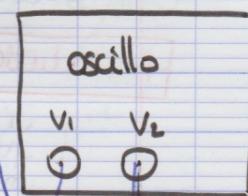


bâti à décodeur

soudure = TL



peut être mesuré



oscillo

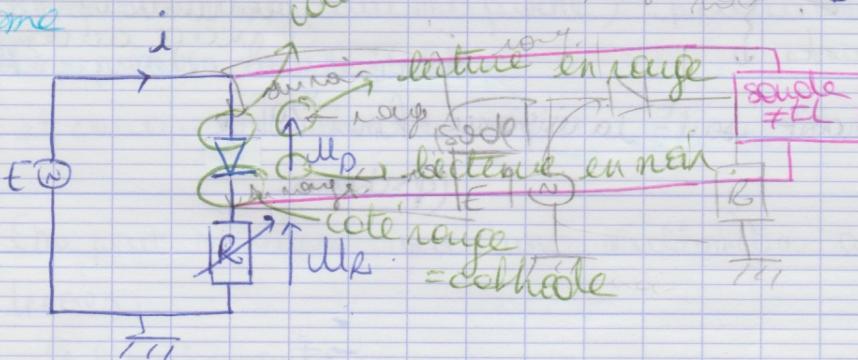
V1

V2

canal = TL
pas besoin de sonde paupier
canal paupier

mettre devant :

- lampe QI
- filtre anticol
- diaphragme



On regarde en mode XY.

\Rightarrow faut à monter : qui a conscience des pb de masse
- qualitativement de la kp et variations.

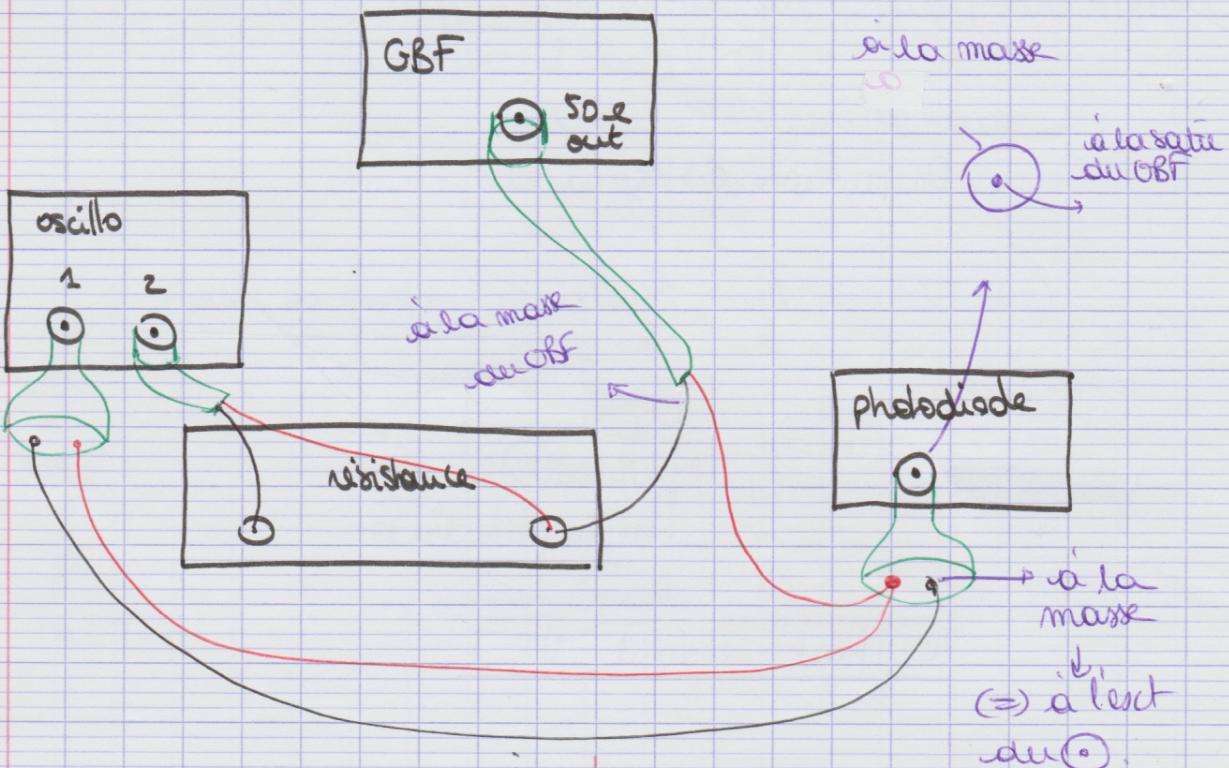
utilisation de la plaque photodiode & LED:

↳ proportionnalité entre courant & flux quantitatif.

Pour les branchements NE PAS suivre ce schéma :

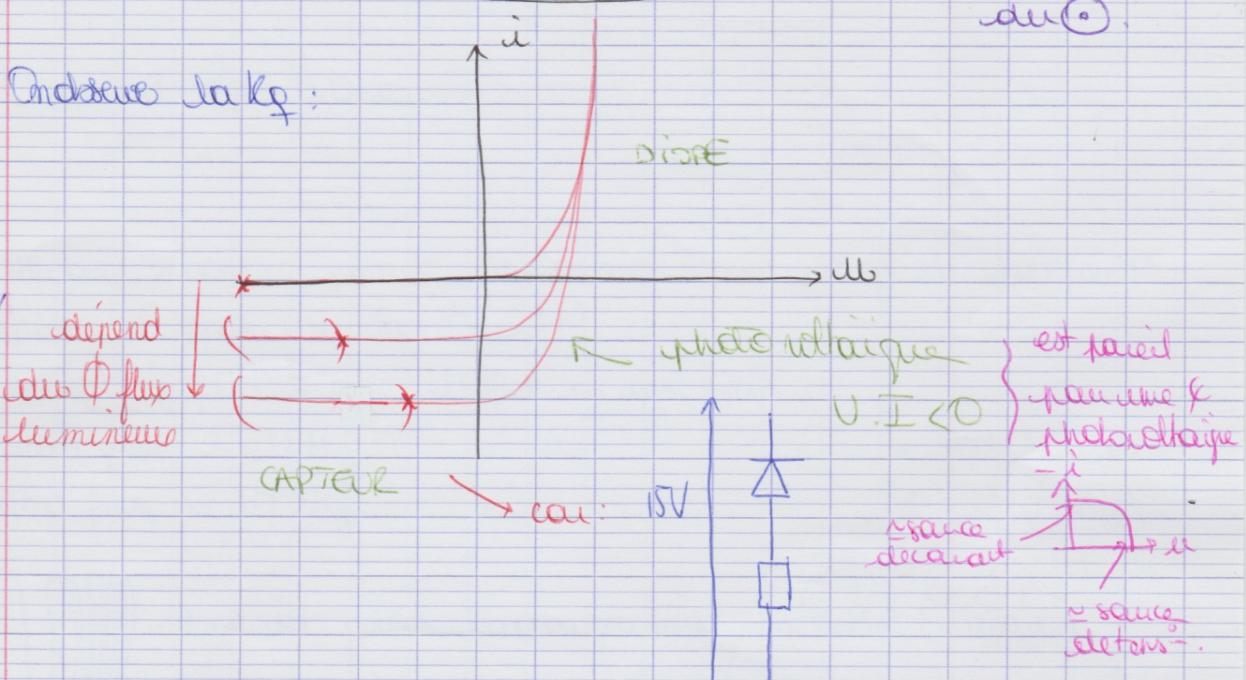
avec le boîtier GBF

mesure des principales caractéristiques d'une photodiode :

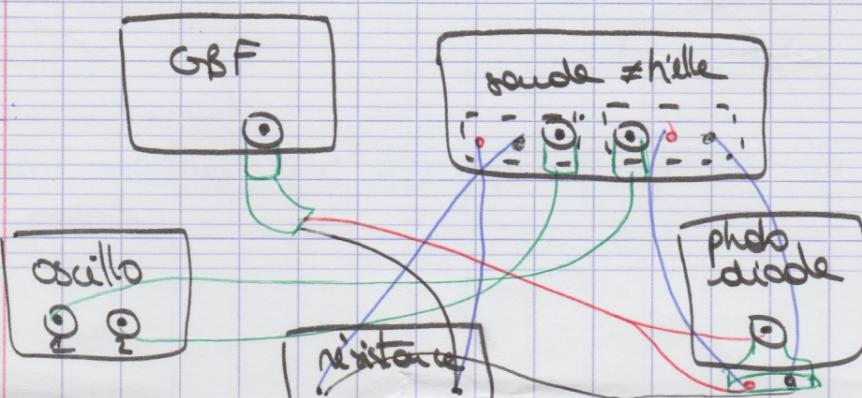


Onduleur de kg :

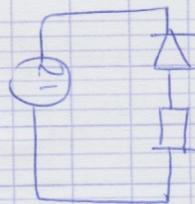
je veux faire avec plateau analyseur et de fréquences.



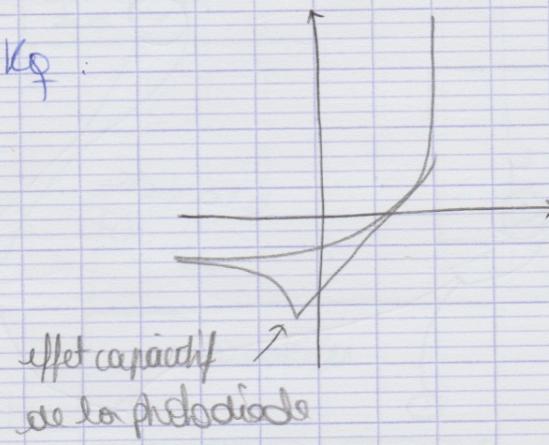
avec sonde différentielle



avec sonde \neq :



On peut voir du K_f :



Vérification linéaire Φ, i :