

Projet Labo

Gabriel MELKA

Equipe FemptoNanoOptics

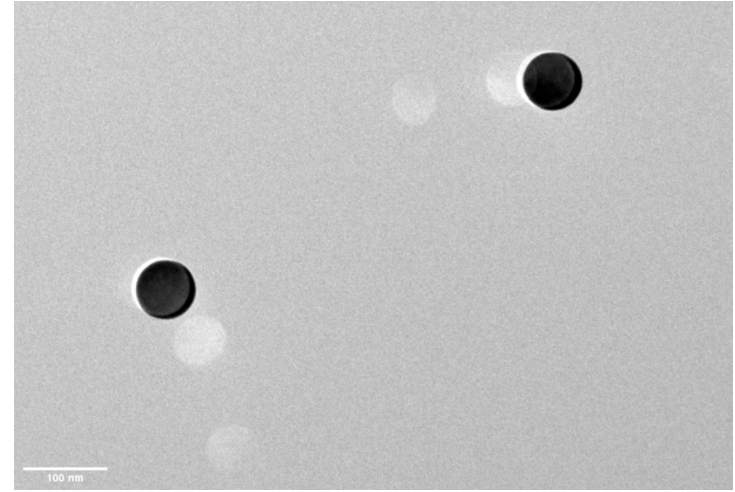
Université Claude Bernard Lyon 1



Introduction

FemtoNanoOptics :

- échelle spatiale nano : 10-9 m
- échelle de temps femto 10-15 s



nanodisques d'or au TEM,

Propriétés électroniques, thermiques, vibrationnelles

Deux techniques :

- Spatial Modulation Spectroscopy (SMS)
- Pompe Sonde

Plan :

1. Présentation du dispositif
2. Etude de la photodiode
3. Différentes Cartes SMS
4. Comparaison avec la théorie
5. Mesures Complémentaires
6. Pompe sonde et conclusion

1. Explication générale

Optiques :

- doubleur de fréquence
- hacheur
- télescope
- densités optiques
- polariseur/analyseur

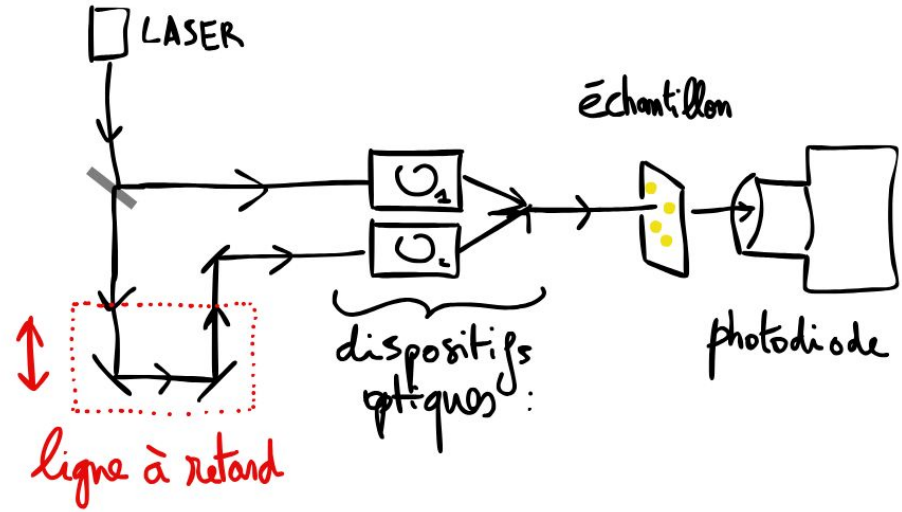
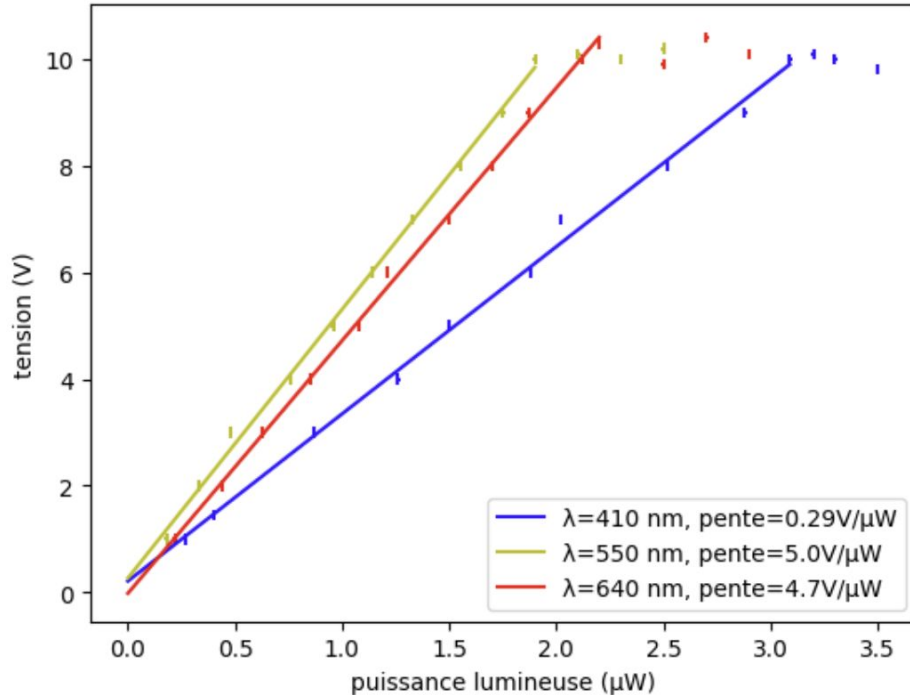


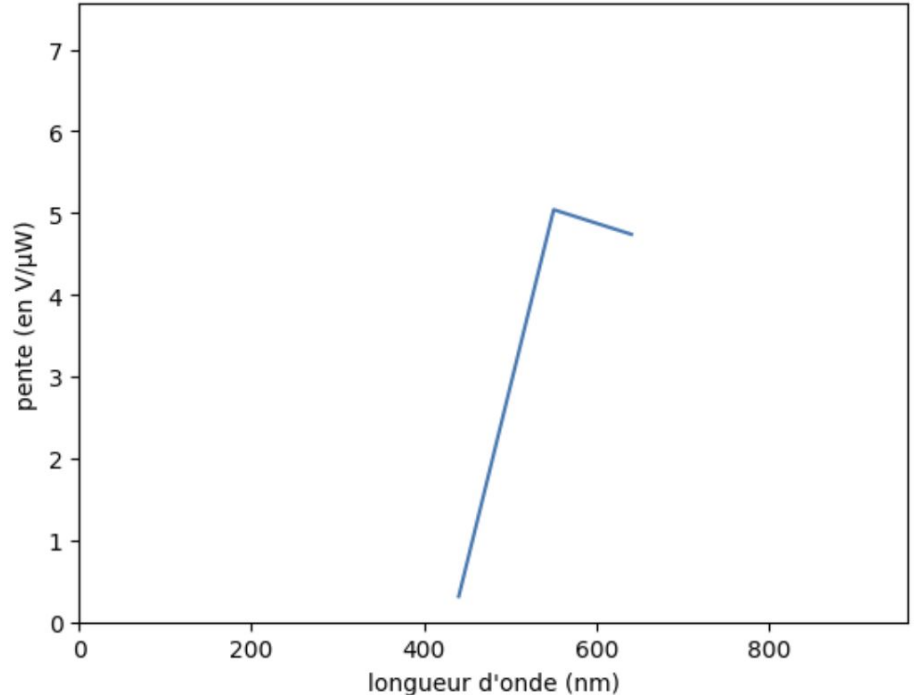
schéma du dispositif

2. Etude de la photodiode à avalanche

a) Etude en puissance et spectralement



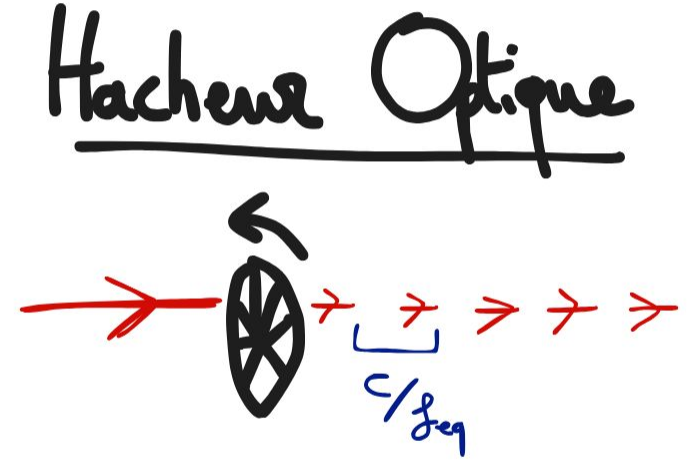
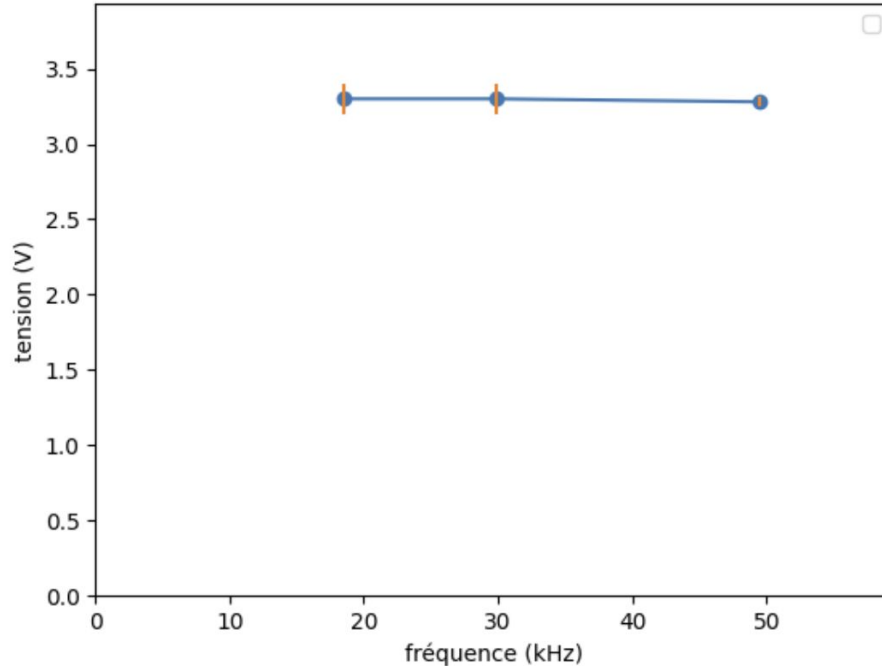
réponse en puissance



réponse spectrale

2. Etude de la photodiode à avalanche

b) Réponse en fréquence grâce à un hacheur optique



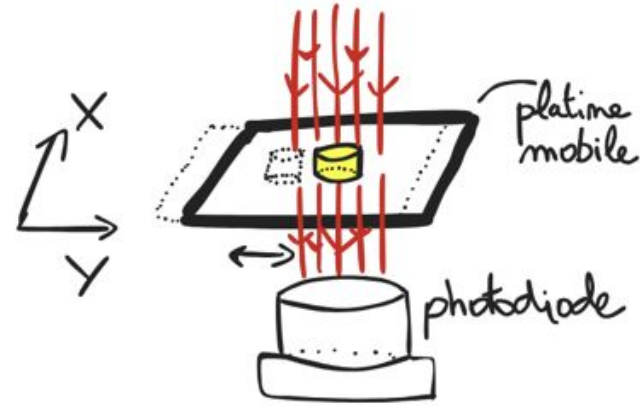
On constate que $f_c > 50\text{kHz}$

3. Cartes SMS

- technique d'imagerie pour localiser des nanoparticules
- signaux faibles \Rightarrow modulation d'une quantité
- démodulation \Rightarrow utilisation d'une détection synchrone

hypothèse : particule ponctuelle

σ_{ext} la surface efficace d'extinction



$$P_r = P_i - \sigma_{\text{ext}} I(x, y)$$
$$\text{or } \frac{dT}{T} = \frac{\sigma_{\text{ext}} I(x, y)}{P_i} \sim 10^{-5}$$

la transmission normalisée

3. Cartes SMS

$I \sim \text{gaussienne}$

$$P_t = P_i - \sigma_{ext} I(x_0; y_0 + \delta_y \sin(2\pi f t))$$

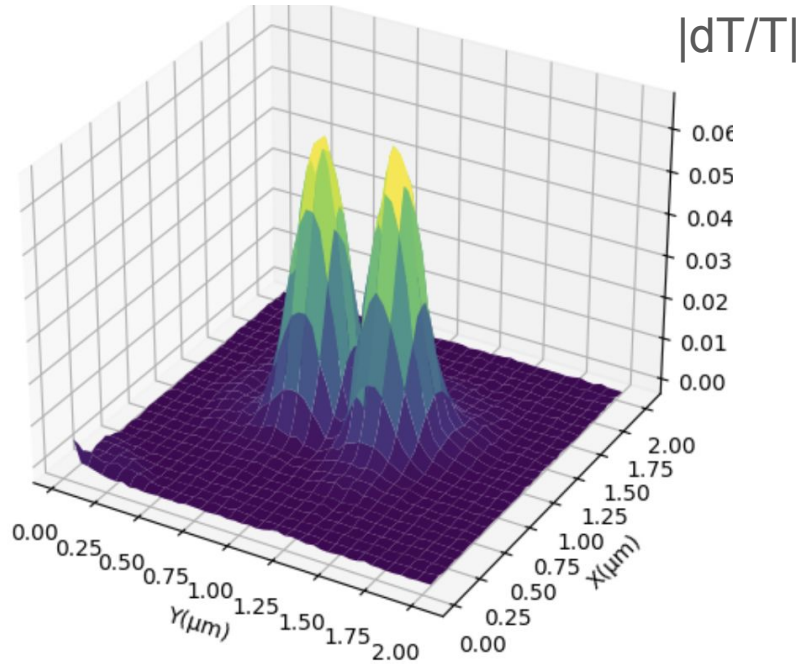
$$\approx P_i - \sigma_{ext} I(x_0; y_0) - \sigma_{ext} \left. \frac{\partial I}{\partial y} \right|_{(x_0, y_0)} \delta_y \sin(2\pi f t) - \frac{1}{2} \sigma_{ext} \left. \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} \right|_{(x_0, y_0)} \delta_y^2 \left[\frac{1 - \cos(2\pi(2f)t)}{2} \right]$$

$$\underset{\text{TF: } f}{\hookrightarrow} \propto \frac{\partial I}{\partial y}$$

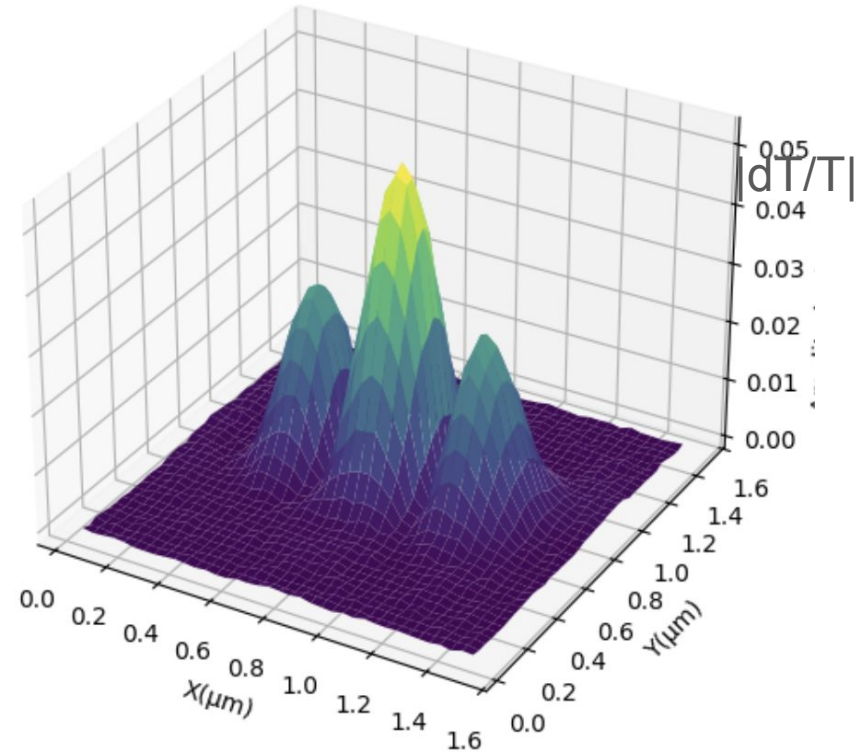
$$\underset{\text{TF: } 2f}{\hookrightarrow} \propto \frac{\partial^2 I}{\partial y^2}$$

3. Cartes SMS

$\lambda = 410 \text{ nm}$



1F, 0.4V



2F, 0.4 V

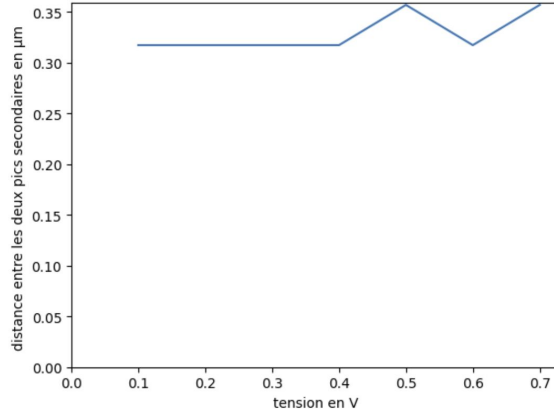
la particule est au maximum pour la 2F

where $A = 4 \ln 2 / d_{FWHM}^2$ and $I_1(x)$ is the first order modified Bessel function.

4. Comparaison avec la théorie

On cherche à relier la tension de modulation à l'amplitude de déplacement de la platine : $\delta = \delta(V) = \eta V$

d = distance à la mi-hauteur selon l'axe y



Théorie

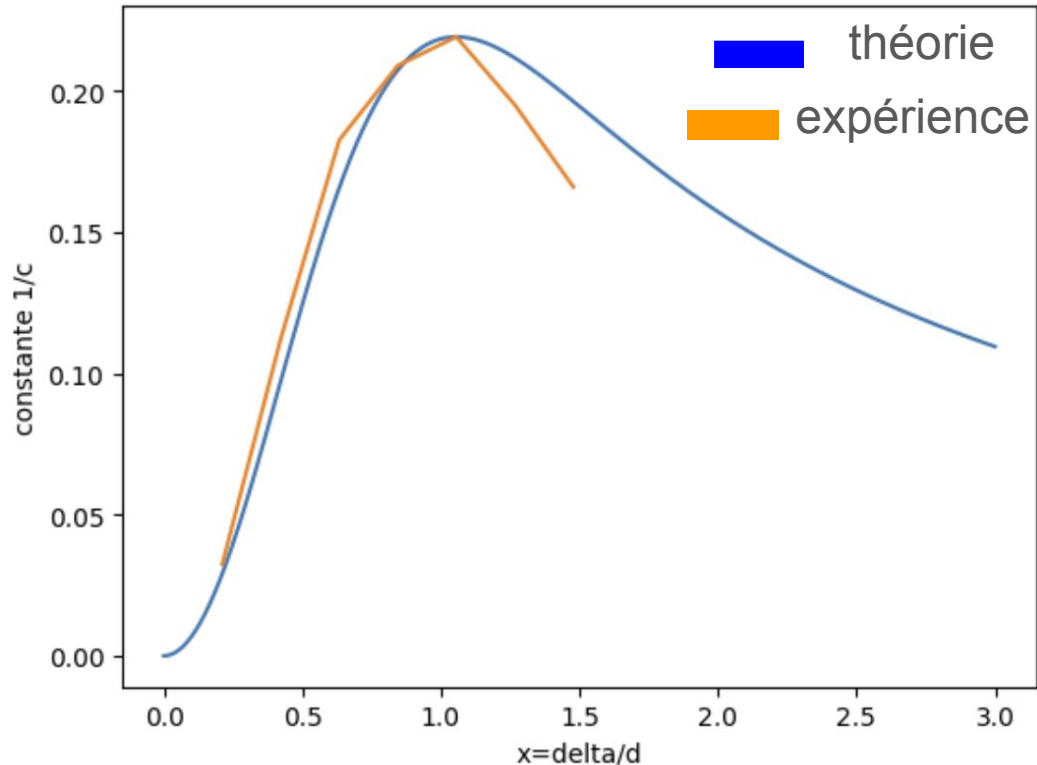
$$\left. \frac{dT}{T} \right|_{2F}(d, \delta) = \sigma_{\text{ext}} \times \frac{4 \ln(2)}{d^2} \exp(-Ax^2) I_1(Ax^2)$$

avec $A = 2 \ln(2)$

$$x = \delta/d$$

$$\Rightarrow d = 0.33 \mu m$$

4) Comparaison avec la théorie



$$x_{\max} = 1,05 ; V_{\max} = 0.5 \text{ V}$$

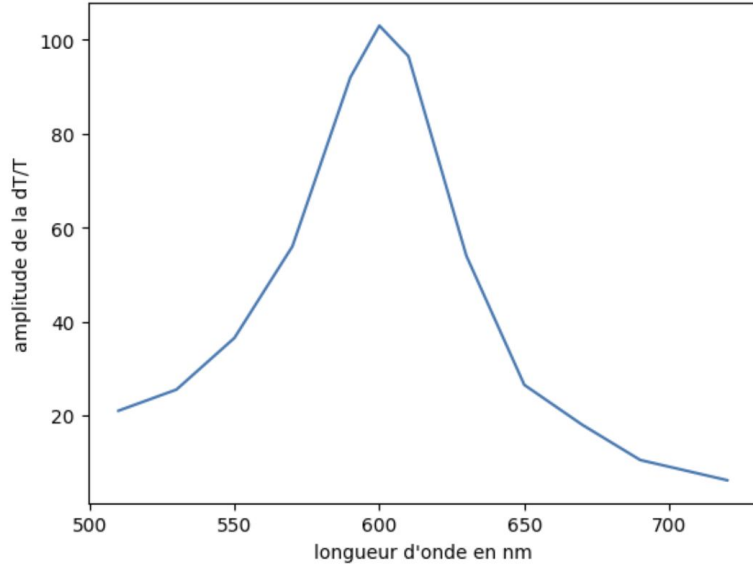
$$d = 0.33 ; \delta_{\max} = 0.345 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\text{d'où } \eta_{\text{eff}} = 0.69 \text{ } \mu\text{m/V}_{\text{eff}}$$

$$\eta^{\text{statique}} = 0.97 \text{ } \mu\text{m/V}$$

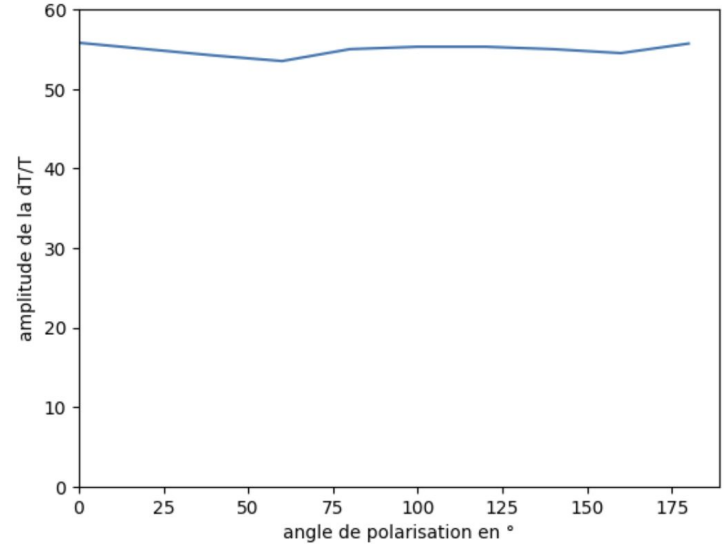
$$\sigma_{\text{ext}}(\lambda = 410 \text{ nm}) = 2.4 \times 10^4 \text{ nm}^2$$

5) Mesures complémentaires



influence de la longueur d'onde
sur le signal

le nanodisque absorbe surtout vers 600 nm



influence de la polarisation
sur le signal



circulaire



ellipsoïdal

la particule est circulaire

6) Vers le pompe sonde/ Conclusion

Utilité SMS pour pompe sonde :

- localiser la nanoparticule
- calibrer la pompe et la sonde dans les 3 directions de l'espace

ligne à retard : permet de faire varier le temps entre la pompe et la sonde

signal de la photodiode : permet d'accéder aux processus physiques dans le nanodisque



schéma pompe-sonde