

Introduction

Lorsque l'on excite une nanoparticule d'or (NP) à une certaine longueur d'onde appelée : fréquence plasmon, une énergie thermique est engendrée du fait de l'absorption.

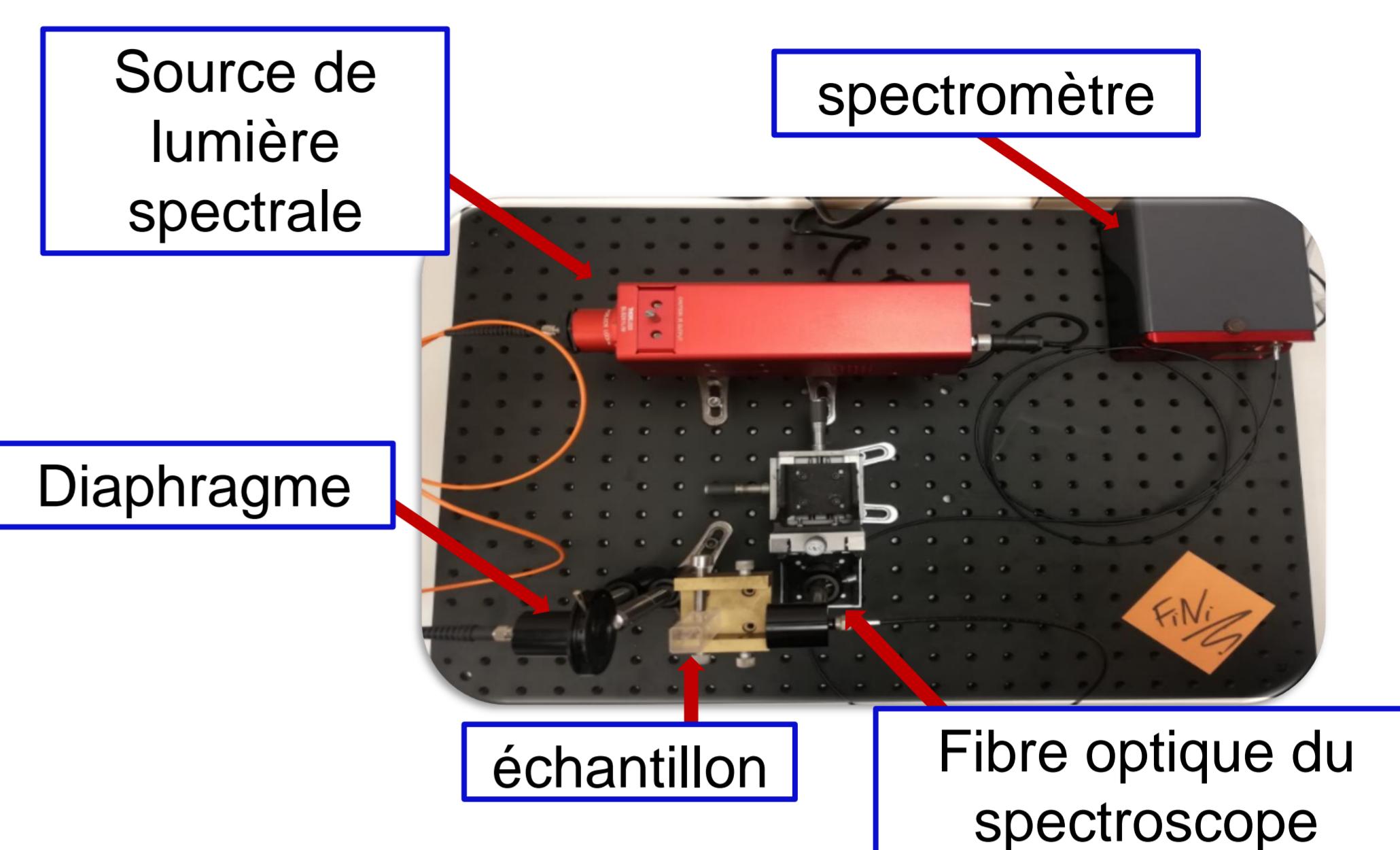
Ce phénomène a mené à des recherches pour appliquer cet échauffement dans le domaine de la santé, notamment dans « La Photothermie par nanoparticules d'or ».

Objectifs:

- Réaliser un Kit TP pour des étudiants de master.
- Mettre en évidence la fréquence plasmon et le spectre d'absorbance des nanoparticules d'or.

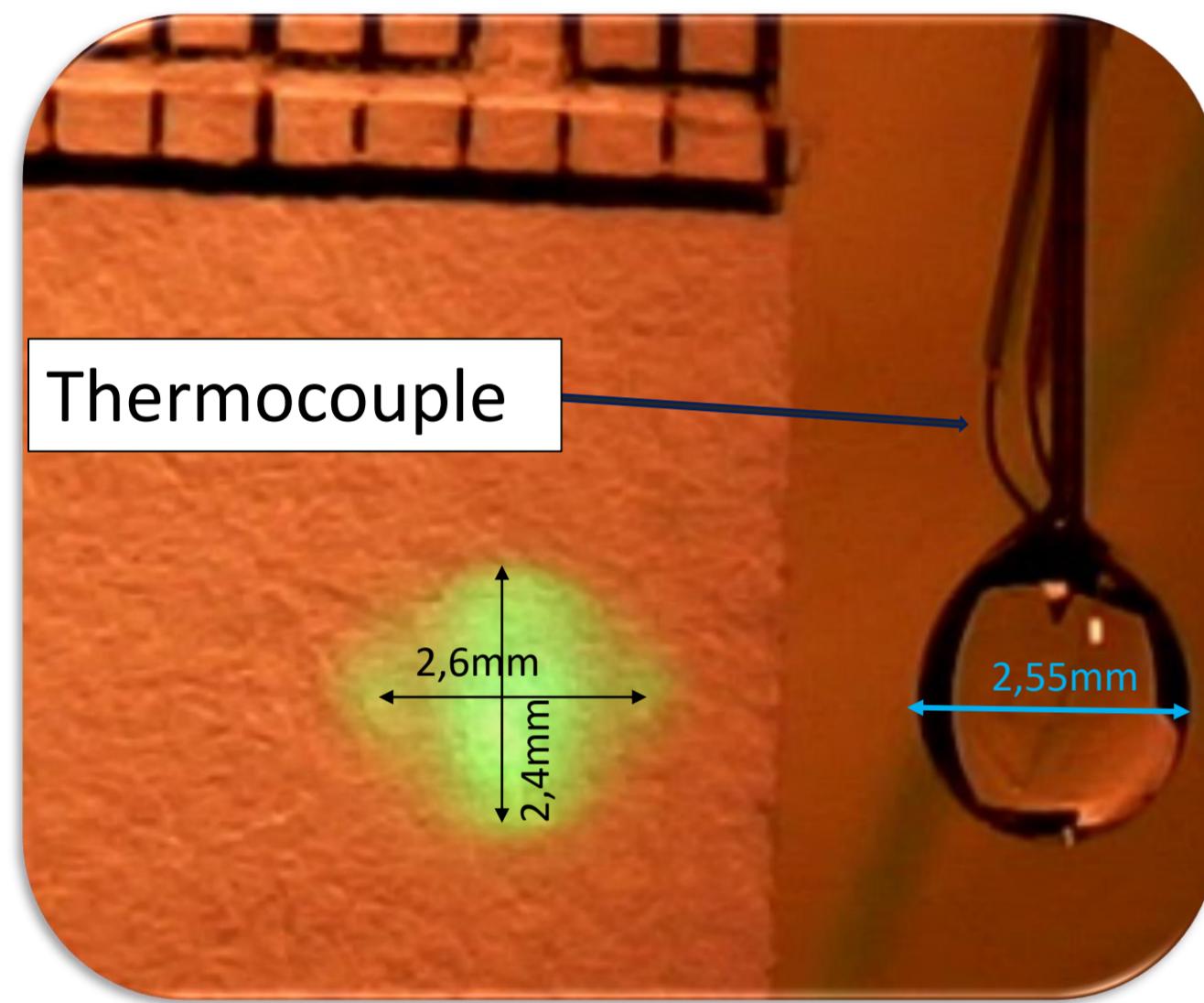
Montage expérimental : Spectroscopie

- La source de lumière blanche est reliée à une fibre optique qui est alignée avec un diaphragme pour collimater le faisceau et le diriger sur l'échantillon des NP d'or.
- Un spectromètre faisant la liaison entre l'ordinateur et la lumière résultante de l'échantillon va donner le spectre d'absorbance des Nanoparticules d'or.



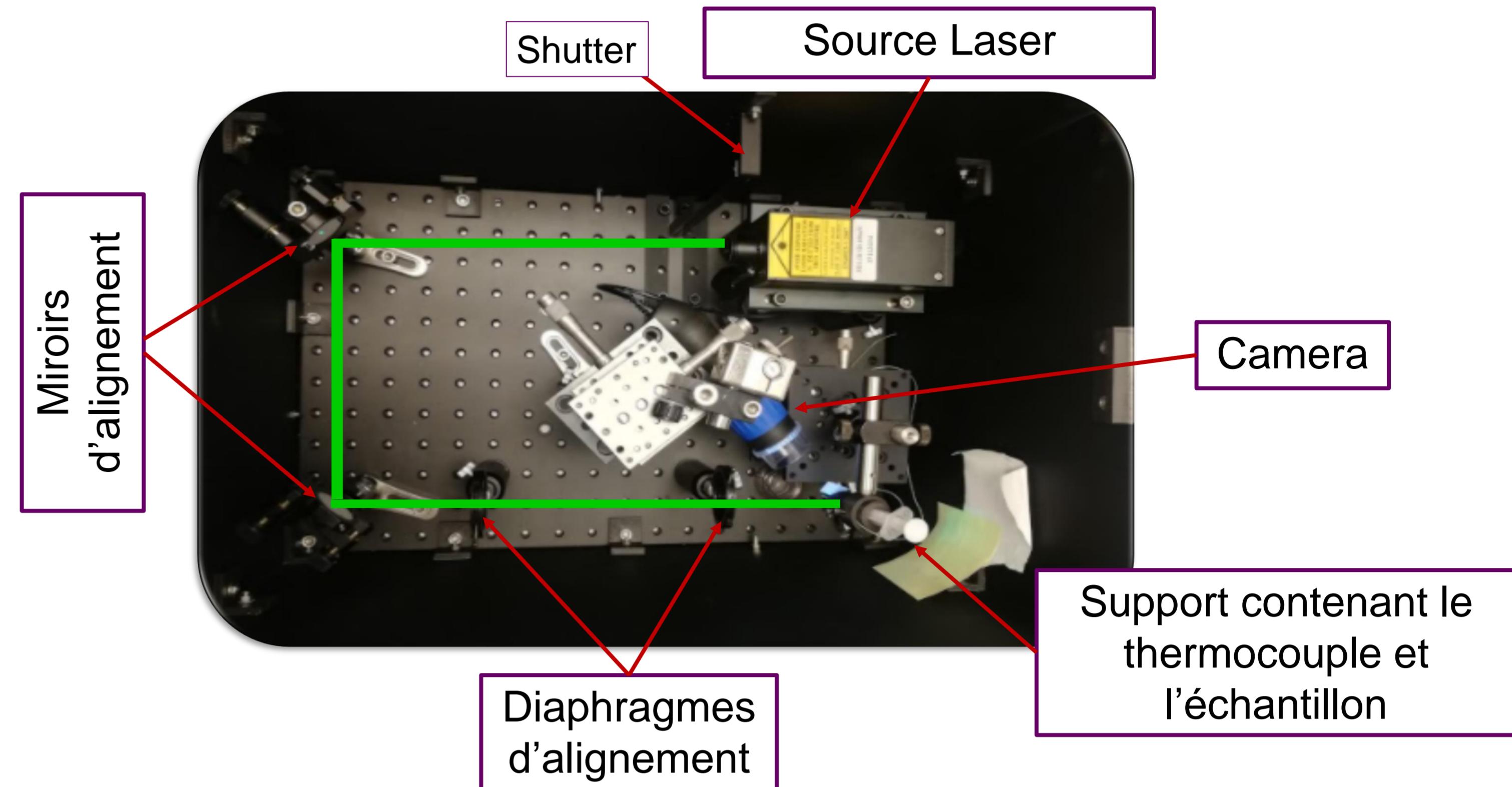
Montage expérimental : Photothermie

Un ZOOM sur la goutte vue depuis la caméra



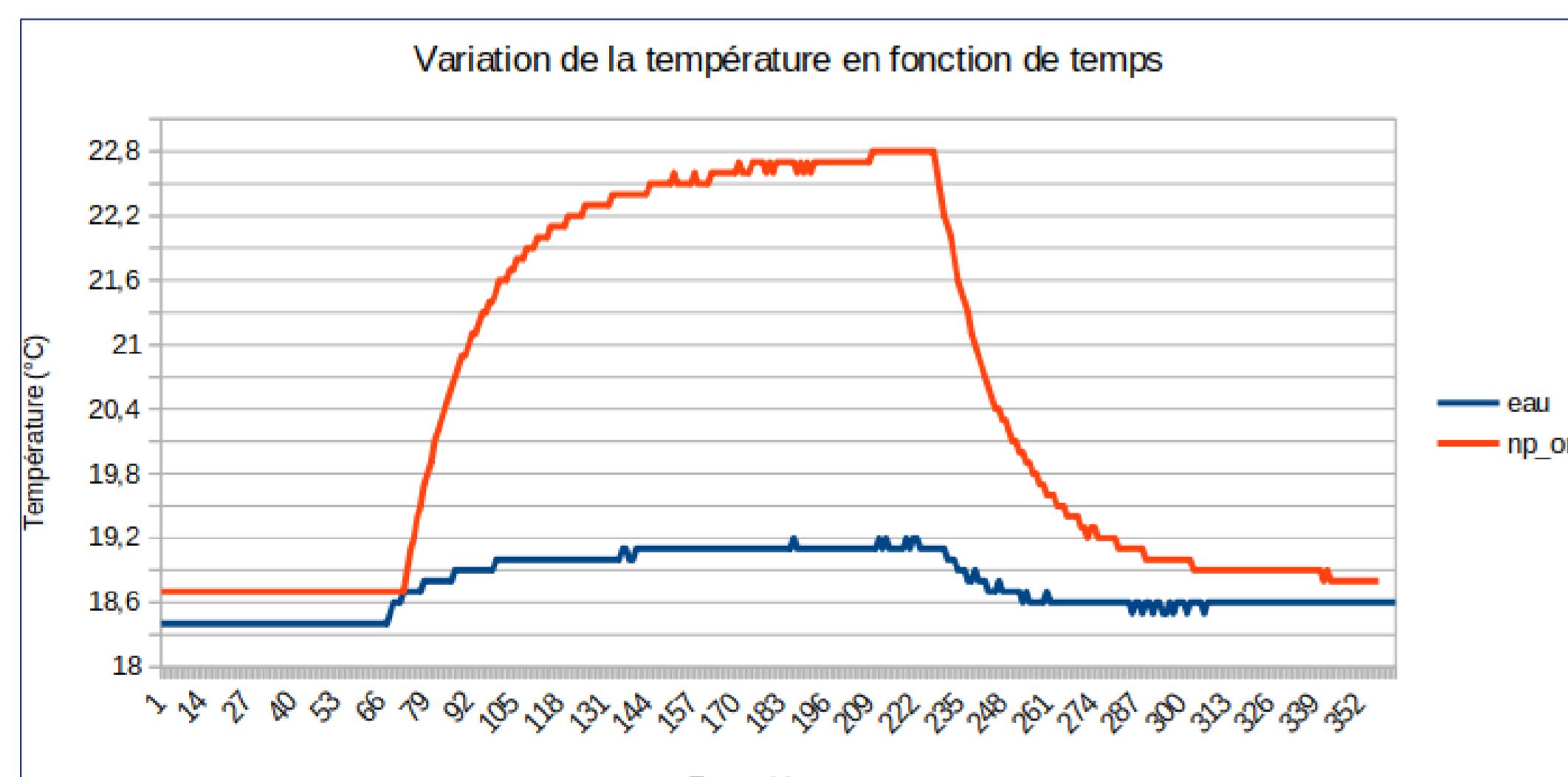
$\lambda_{\text{laser}}: 532\text{nm}$
 $P_{\text{max}}: 100\text{mW}$
 $V_g: 4,88 \text{ mm}^3$
 $D_{\text{NP}}: 20\text{nm}$
 $C_{\text{NP}}: 196,9\text{g/mol}$

- L'échelle millimétrée se trouve sur le même plan que la goutte.
- La vue de la goutte par la caméra + le millimètre permet de mesurer la taille du faisceau ainsi que le volume de la goutte grâce à 'Image J'.

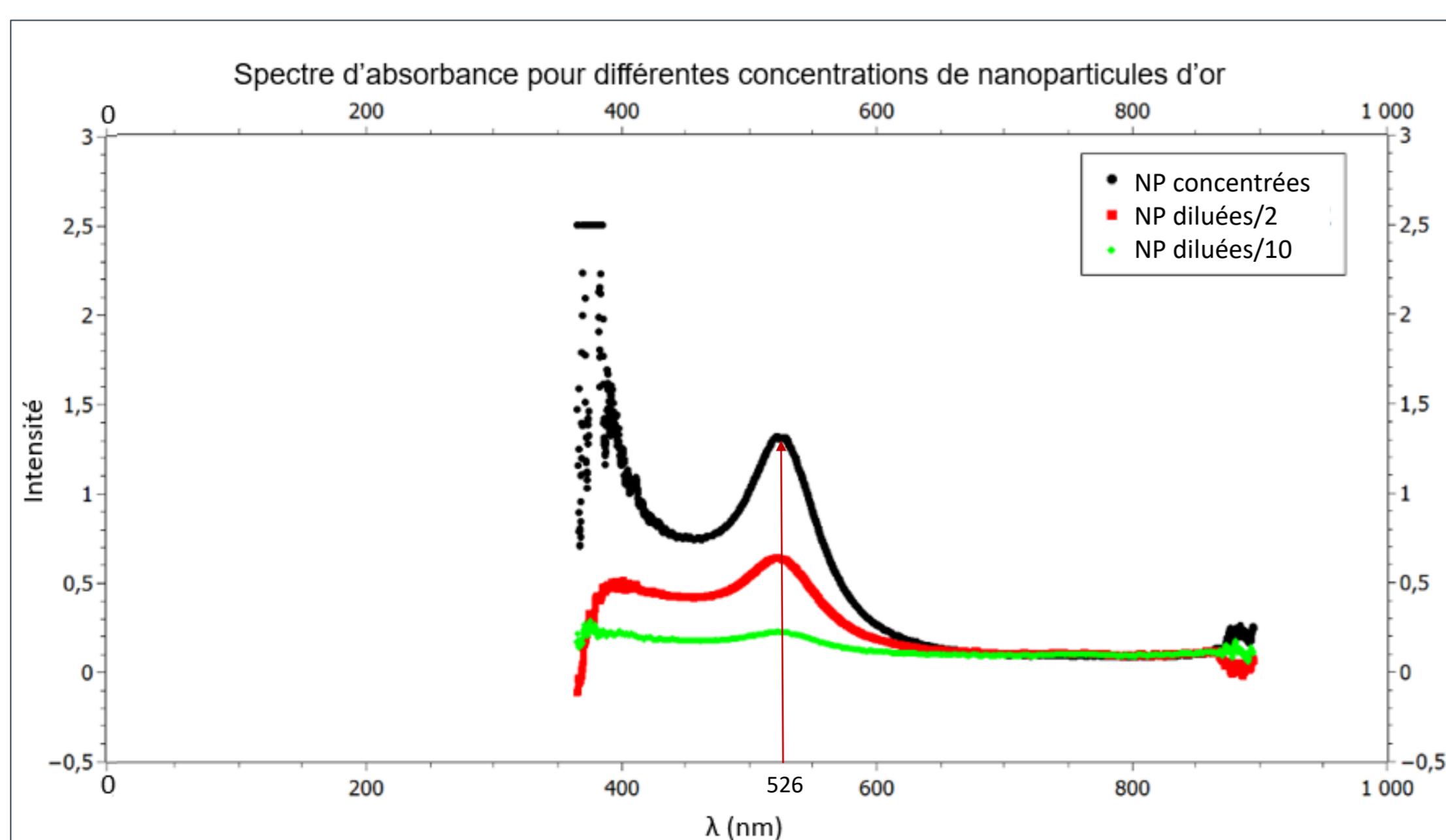


- Le laser vert est dirigé vers la goutte de NP d'or se trouvant au bout de l'aiguille de la seringue.
- Un thermocouple longe l'aiguille jusqu'à toucher la goutte.
- Les miroirs et les diaphragmes servent à aligner le faisceau laser.

Résultats



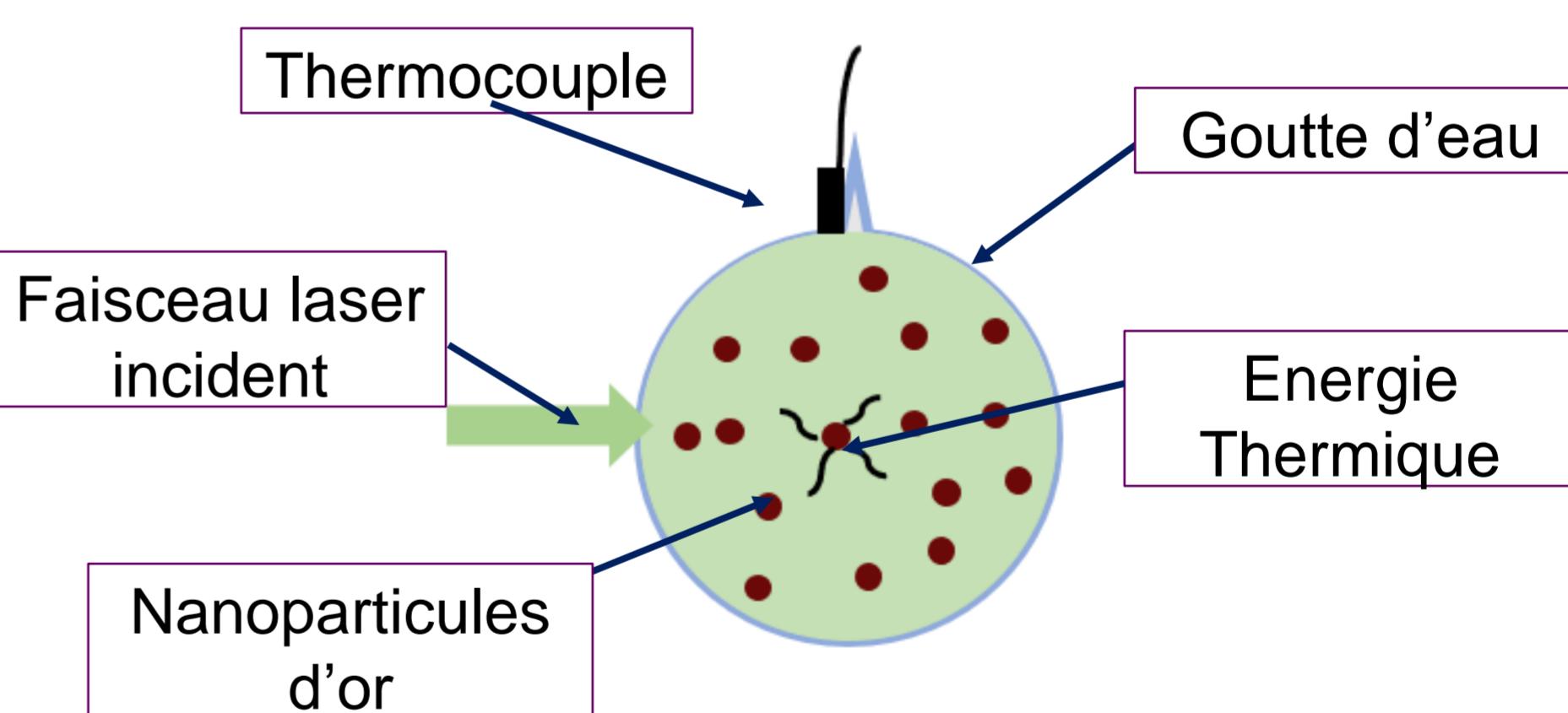
- Lors de l'ouverture du shutter, le faisceau laser est focalisé sur la goutte (eau/NP)
 - Nanoparticules d'or : la température augmente jusqu'à saturation.
 - Eau : la température augmente et cela est dû au faisceau qui effleure le thermocouple ou le bout de l'aiguille (la température de l'eau ne devrait pas augmenter).
- Lorsque l'on referme le shutter, la température de la goutte diminue avec le temps jusqu'à revenir à sa température initiale.



- Le pic d'absorbance des nanoparticules d'or est à $\lambda = 526 \text{ nm}$ ce qui correspond à la longueur d'onde du laser utilisé $\lambda = 532\text{nm}$.

SIGMA-ALDRICH: $\lambda_{\text{abs}} = 518 - 522\text{nm}$

Théorie



- Le faisceau laser incident sur la goutte de nanoparticules d'or provoque une énergie thermique qui sera enregistrée par un thermocouple.
- Le but est de calculer **l'efficacité de chauffage** à partir du bilan de chaleur en distinguant deux régimes, celui où le laser est 'on' celui où le laser est 'off' afin de calculer les coefficients A et B.

$$\eta = \frac{B(T_{ss} - T_0)\rho_w c_w V_w}{I(1 - 10^{-4}\lambda)}$$

A : Absorbance
 B : Coefficient de perte de chaleur
 Cw : capacité calorifique
 Tss : Température à la saturation
 I : Puissance mesurée
 pw : masse volumique

Références

RICHARDSON, Hugh H., CARLSON, Michael T., TANDLER, Peter J., et al. Experimental and theoretical studies of light-to-heat conversion and collective heating effects in metal nanoparticle solutions. *Nano letters*, 2009, vol. 9, no 3, p. 1139-1146.

Remerciements

Nous voulons tout d'abord remercier Mme Anna Levy qui nous a beaucoup appris durant ces quelques mois. Nous souhaitons aussi remercier tous les techniciens qui nous ont aidé. Nous remercions par ailleurs les étudiants MIO de l'année passée, qui ont commencé ce projet et qui nous ont donné l'occasion de le compléter, l'optimiser et de le finaliser.