

Pince Optique - Partie 1

Préparation

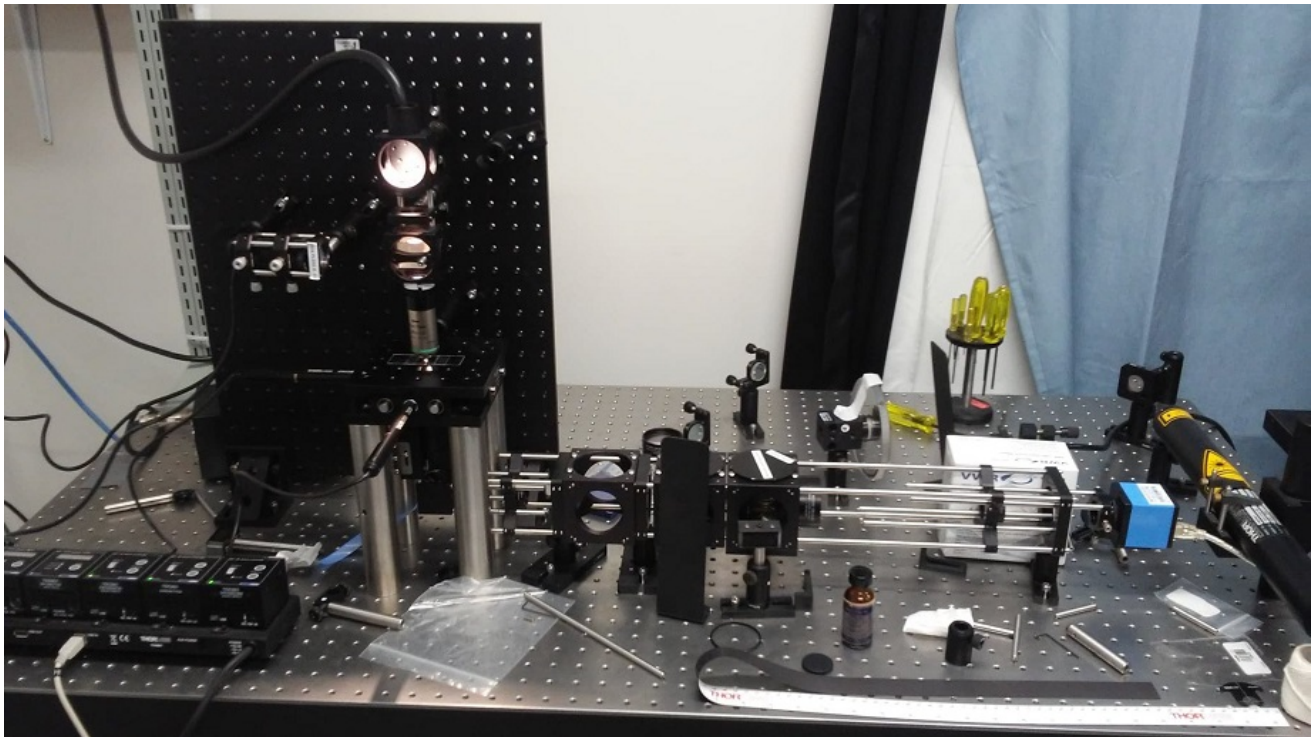
Pourquoi un objet ayant un indice de réfraction inférieur au milieu ambiant ne pourra pas être capturé à l'aide d'un faisceau gaussien?

La lumière ne sera pas déviée vers le centre de la particule et la force résultante ne poussera donc pas la particule vers le centre du faisceau.

Par quels atifices pourrait-on confiner cet objet?

On pourrait modifier le milieu ambiant afin que son indice de réfraction soit inférieur à l'objet. Il serait aussi possible d'utiliser plusieurs laser de contraindre l'objet malgré la force résultante inverse.

Montage



Le montage original a précédemment été modifié. Un laser He-Ne a été rajouté afin de ne pas endommager le *QuadCell* et permettre un alignement plus facile et sécuritaire. Les deux lasers se rendent alors à l'échantillon et la déviation du laser He-Ne informe le *QuadCell* de la position de la bille à l'échantillon.

- Une lame contenant un échantillon de microbilles de 6 μm de diamètre à concentration 10^{-6} a déjà été préparé et placé sur l'objectif.

Alignement et mise au point

- Une bille est centrée à l'image à l'aide des contrôles en X et Y du stage. On place alors l'image au focus avec le contrôle en Z afin d'obtenir une image claire où la circonférence de la bille est bien définie.
- On observe l'image du laser He-Ne aux trois interfaces où il y a réflexion, soit à l'interface entre l'huile de l'objectif et la lame de verre et une interface au début et à la fin de l'échantillon (lame-eau).
- Le système est aligné en corrigeant la position du miroir du He-Ne afin de centrer l'image du laser dans le détecteur à la position (0, 0).
- Les billes observables sont toutes collées à l'interface de la lame de verre et de l'échantillon. Guillaume part alors préparer un nouvel échantillon dans lequel on peut observer les billes libres.
- On met les lunettes de protection et allume le laser infrarouge YAG. Il est maintenant possible de contrôler la position des billes.
- On éteint le laser infrarouge.

Calibration du *QuadCell*

- On trouve une bille collée à la surface de sorte qu'elle ne bouge pas pendant l'acquisition. On centre la bille sur un axe et la place sur le côté pour l'autre axe.
- On programme alors sur le logiciel LabView `Contrôle Moteur.vi` un déplacement de 0.05 à une vitesse de 0.0058.
- On part une acquisition sur le *QuadCell* à l'aide du logiciel LabView `PFM.vi` avec une fréquence de 10 kHz pour 60 000 échantillons.
- On allume le laser He-Ne et part l'acquisition avec le déplacement programmé.
- **L'acquisition par la carte est très bruitée** et ne donne pas la relation attendue lorsqu'on balais la bille.
- On passe alors en **acquisition manuelle** afin de prendre les mesures sans passer par la carte d'acquisition. On fait des steps de 1 μm et traverse la bille dans l'axe Y en notant la tension du *QuadCell* sur X diff.

Pente de calibration en Y

Distance (μm)	Tension (V)
+/-	+/- 0.005
0	0.034
1	0.034
2	0.034
3	0.032
4	0.019
5	-0.032
6	-0.002
7	0.004
8	0.012
9	0.025
10	0.031
11	0.060
12	0.070
13	0.058
14	0.037
15	0.038
16	0.037
17	0.037

- Cela donne une pente linéaire au centre de la courbe de **8700 V/m**.

Pente de calibration en X

- On fait de même pour l'axe X, en prenant les mesures du Y Diff sur le QuadCell.

Distance (μm)	Tension (V)
+/-	+/- 0.005
0	-0.0062
1	-0.0063
2	-0.0070
3	-0.0070
4	-0.0065
5	-0.004
6	-0.002
7	0.025
8	0.045
9	0.030
10	0.035
11	0.016
12	0.0063
13	0.00
14	-0.009
15	-0.012
16	-0.023
17	-0.035
18	-0.035
19	-0.049
20	-0.03
21	-0.006
23	-0.006
24	-0.005
25	-0.005

- Cela donne une pente linéaire au centre de la courbe de **-8300 V/m**.

Les courbes sont dans le fichier excel `penteQuad.xlsx` .

Puisqu'on obtient peu de données en acquisition manuelle, il a fallu enlever ceux qui sont abérrantes pour obtenir une droite acceptable.

Caractérisation du puit de potentiel

- On change à nouveau l'échantillon puisqu'on n'y trouve plus de billes libres.
- On capte une bille avec la pince optique et on réaligne le laser infrarouge afin de positionner la bille au centre du QuadCell et lire une tension d'environ 0 Volt dans les 2 axes.
- Pour chaque valeur de tension on soustrait la tension de base avant le mouvement.
- L'acquisition est faite pour l'axe Y.

Vitesse (mm/s)	Différence de tension (V)
----	+/- 0.003
0.02	0
0.03	0.005
0.05	0.010
0.08	0.015

- L'incertitude élevée est majoritairement due à l'intensité de la pince optique qui est présentement faible.

Calcul de la constante de trappe

$$F = \gamma V = k_t x$$

$$\gamma = 6\pi\eta r$$

À compléter plus tard

Pince Optique - Partie 2

But

Déterminer si le laser infrarouge peut être utilisé pour la mesure de position sur le QuadCell au lieu du laser secondaire de faible puissance.

Protocole

- Vérifier le spectre permis par le bloc séparateur.

Il est coté 50/50 pour 300-700nm alors que le laser est à 1064. La courbe ne semble toutefois pas tomber à zéro rapidement (40% vers 800nm). On va alors le garder et observer plus tard la quantité de lumière qui se rend sur le QuadCell.

- Vérifier la puissance permise par le QuadCell PDQ80A.

Plage optimale de 400-1050nm, ce qui est assez. Le module (qui contient un filtre DN 0.6) explique qu'il est généralement utilisé avec puissances au dessous du 5mW avant filtre.

- Choisir un capteur de puissance pour le laser infrarouge.

On utilise le détecteur thorlabs S121C qui accepte la plage 400-1100nm avec puissance maximale de 500mW.

- Mesurer la puissance du laser infrarouge à l'entrée du circuit optique et s'assurer qu'elle soit inférieure à la puissance permise sur le QuadCell.

Le filtre à densité neutre variable est d'abord orienté de sorte à laisser passer le moins de puissance possible. On observe 5mW

On règle le filtre de sorte à obtenir 450 mW.

- Enlever le filtre UV/VIS (bloque l'infrarouge) avant le cube séparateur et placer ce dernier au dessus du cube, soit avant la source de lumière blanche. Pour ne pas envoyer de la lumière à la source.
- Mesurer la puissance après le cube séparateur avec le même détecteur.

On obtient un maximum de 2.2 mW devant le QuadCell, ce qui est bien considérant que la documentation du module explique qu'il doit être utilisé avec une puissance inférieure à 5mW idéalement.

- Obtenir le rapport de puissance entre ce qui arrive au QuadCell et ce qu'il y a après le premier filtre DN variable.

On passe de 450mW à 1.6mW, soit un facteur d'environ 280x.

Le filtre DN variable est réglé de sorte à laisser passer le plus de puissance possible. On obtient 2.2mW au QuadCell, ce qui correspond à 615mW après le filtre DN variable.

- Résumé des pertes de puissances:

- 75 % (4x) de perte due aux coatings inappropriés des différentes lentilles
- 85 % (6.7x) de perte à cause de la différence des NA entre les deux objectifs
- 75 % (4x) de perte à cause du prisme
- Autres pertes (facteur d'environ 3x restant) menant à une baisse de signal de 280x au total.

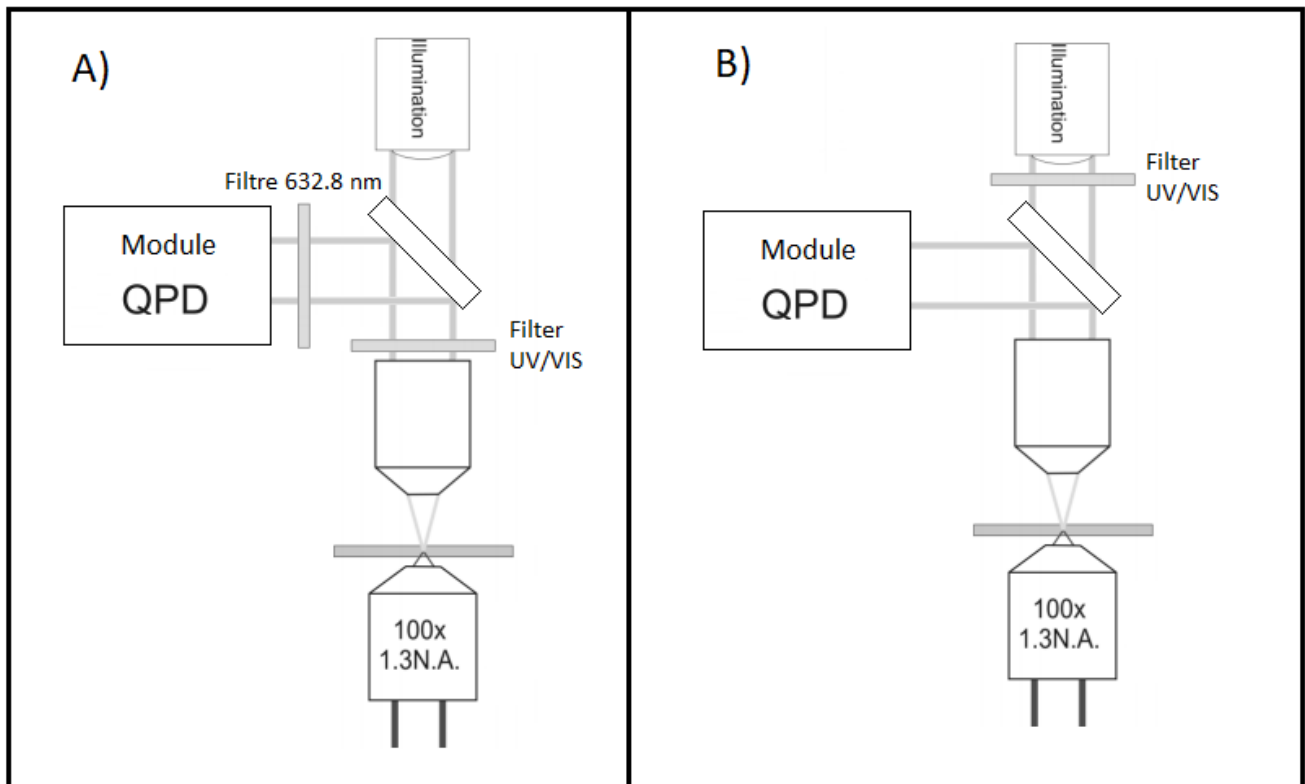
Nous pouvons donc envoyer le maximum de puissance du laser sans aucune crainte pour le quad cell et les détecteurs

- On enlève d'abord le filtre spécifique au 632.8nm devant le QuadCell.

On découvre que le module possède déjà une lentille avec coating pour l'infrarouge !

Il filtre alors déjà la lumière blanche.

Résumé des modifications



A) Montage initial. B) Montage modifié:

1. Le filtre UV/VIS (bloque infrarouge) après le deuxième objectif (NA=0.5) est retiré, car on veut que le laser infrarouge se rende à le *QuadCell* (module QPD).
2. Le filtre UV/VIS est installé avant l'illumination afin de ne pas risquer de l'endommager avec le laser infrarouge.
3. Le filtre spécifique au 632.8 nm devant le *QuadCell* est évidemment retiré.

Alignement et mise au point avec laser infrarouge

- Une bille est centrée à l'image à l'aide des contrôles en X et Y du stage. On place alors l'image au focus avec le contrôle en Z afin d'obtenir une image claire où la circonférence de la bille est bien définie.
- Le système est aligné en corrigeant la position du miroir du He-Ne afin de centrer l'image du laser dans le détecteur à la position (0, 0).

Calibration du *QuadCell* avec laser infrarouge

Refaire les mesures de calibration de la lecture de position sur le QuadCell avec les pentes en X et Y.

- On trouve une bille collée à la surface de sorte qu'elle ne bouge pas pendant l'acquisition. On centre la bille sur un axe et la place sur le côté pour l'autre axe.
- On est encore en acquisition manuelle afin de prendre les mesures sans passer par la carte d'acquisition.

Sans bille, on a environ 1.12 V sur le QuadCell, alors qu'on avait 1.6 V. **Ceci est probablement lié au foyer du laser infrarouge ?** --> voir "attn" à la fin du labo.

Pente de calibration en Y

On fait des steps de 1 μm et traverse la bille dans l'axe Y en notant la tension du *QuadCell* sur X diff.

Distance (μm)	Tension (V)
+/-	+/- 0.01
0	0
1	-0.02
2	0.02
3	-0.03
4	0
5	-0.08
6	-0.15
7	0.09
8	-0.33
9	0

- Cela donne une pente linéaire au centre de la courbe de **-39 000 V/m**.

Pente de calibration en X

- On fait de même pour l'axe X, en prenant les mesures du Y Diff sur le QuadCell.

Distance (μm)	Tension (V)
+/-	+/- 0.01
0	0.05
1	0.06
2	-0.10
3	-0.11
4	-0.075
5	-0.1
6	-0.24
7	-0.11
8	0.12
9	0.03
10	0.01
11	0.06
12	0.15
13	0.17
14	0.10
15	0
16	0.15

- Cela donne une pente linéaire au centre de la courbe de **37 500 V/m**.

Ces courbes sont disponibles sur le fichier excel `penteQuadInfrarouge.xlsx`.

ATTN: La somme des deux axes n'est pas constante (environ 1 V à l'extérieur de la bille versus 0.5 V au centre). On réalise que cela est dû au fait que le laser n'est finalement pas collimé après l'objectif (au QuadCell). Il faut alors replacer les objectifs de sorte à obtenir un faisceau collimé à la sortie.