



Laurent Douek / LookatSciences

Télescopes à miroir liquide

Vincente DI MONTE - n° 33473

en groupe avec Gabriel FLEURY - n° 31701

Sommaire

Problématique :

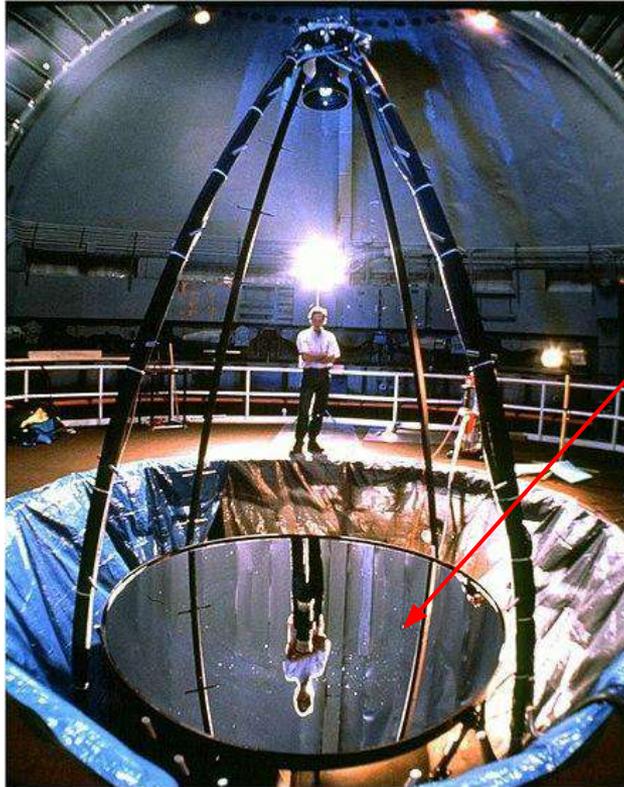
Conception et caractérisation d'un miroir parabolique liquide

- I) Présentation brève du système : miroir liquide
- II) Recherches pour concevoir un tel miroir et études théoriques
- III) Conception du miroir et expériences pour vérifier ses propriétés
- IV) Conclusion sur notre modèle



I) *Présentation du sujet*

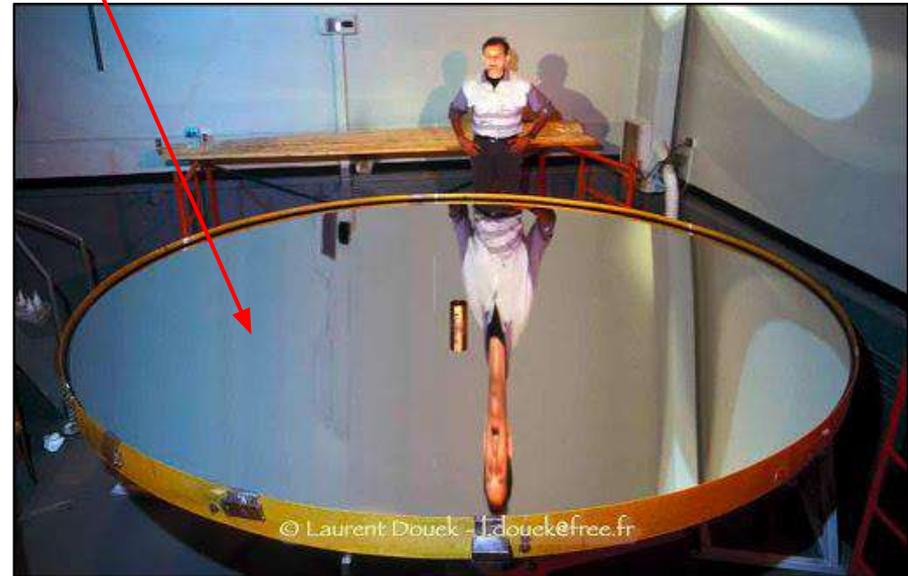
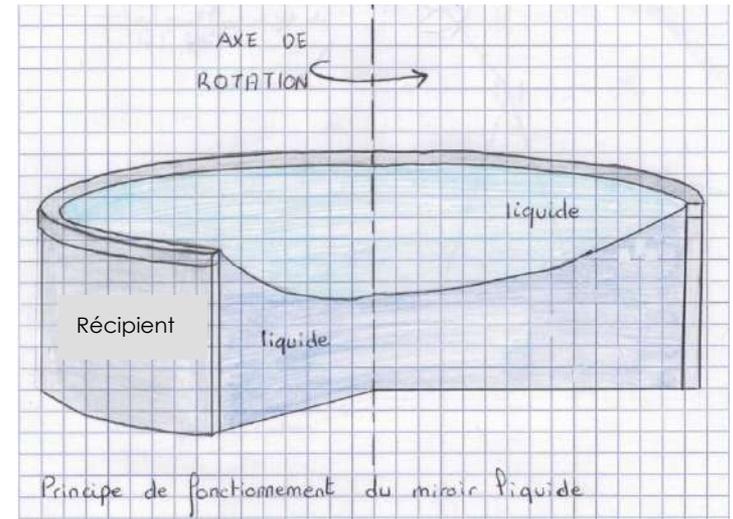
a) Principe de fonctionnement



fr.wikipedia.org

Miroir parabolique liquide
(3m, NASA-Cloudcroft, USA-LMT)

Métal liquide
en rotation

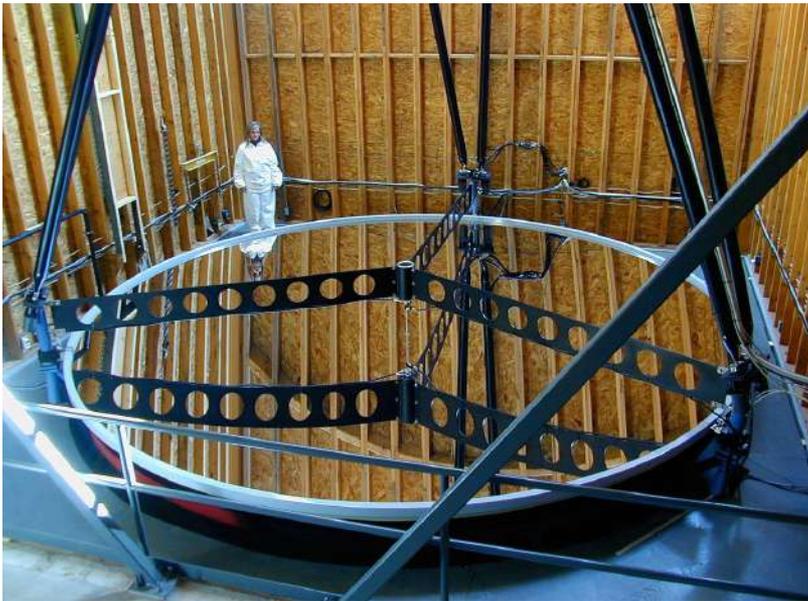


Laurent Douek / l.douek.free.fr

Miroir parabolique liquide
(3.7m, UBC-Laval, Québec)

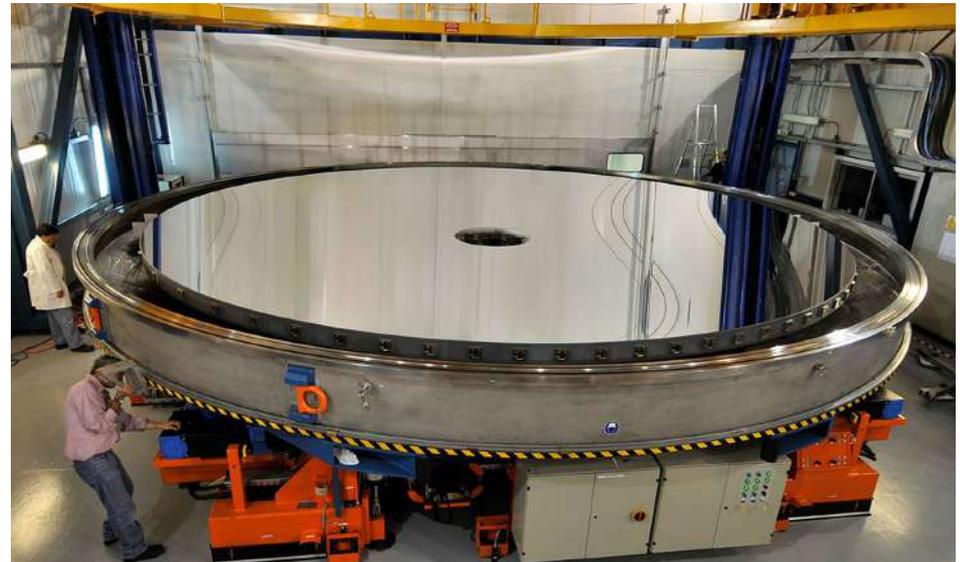
D) Présentation du sujet

b) Comparaison avec les miroirs usuels



fr.wikipedia.org

Miroir parabolique liquide
(6m, UBC-Vancouver, Canada-LZT)



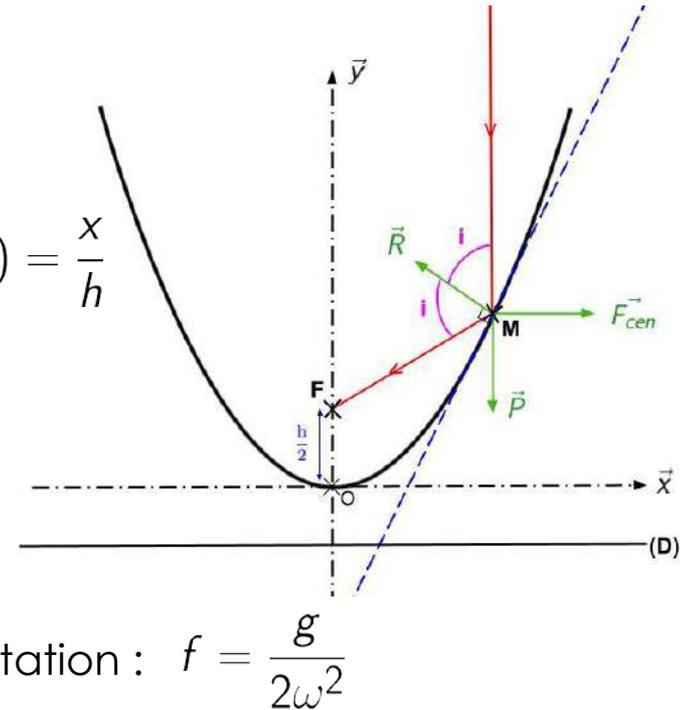
commons.wikimedia.org

Miroir parabolique solide
(8.2m, ESO-Cerro Paranal, Chili-VLT)

II) Raisonnements et études menées

a) Etude mathématique

- Equation de la parabole : $y = \frac{x^2}{2h} \quad h = 2f$
- Equation de la tangente à la parabole : $\tan(i) = \frac{x}{h}$



b) Etude mécanique

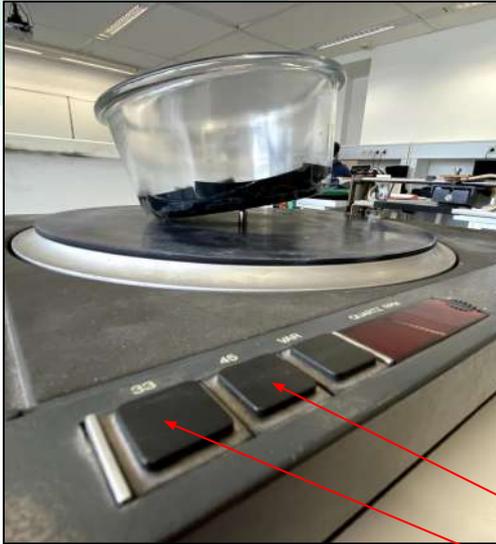
- Equation mécanique : $x\omega^2 = g\tan(i)$
- Equation finale : $y = \frac{\omega^2 x^2}{2g}$
- Distance focale en fonction de la vitesse de rotation : $f = \frac{g}{2\omega^2}$

c) Recherche d'un dispositif de mise en rotation

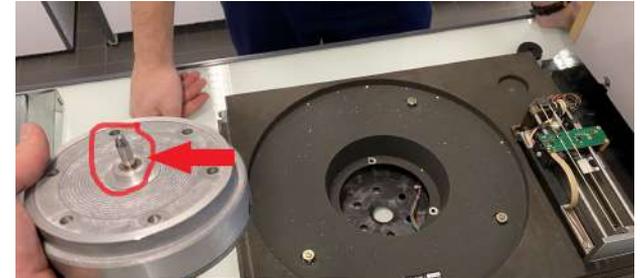


← Tourne-disque

II) Raisonnements et études menées



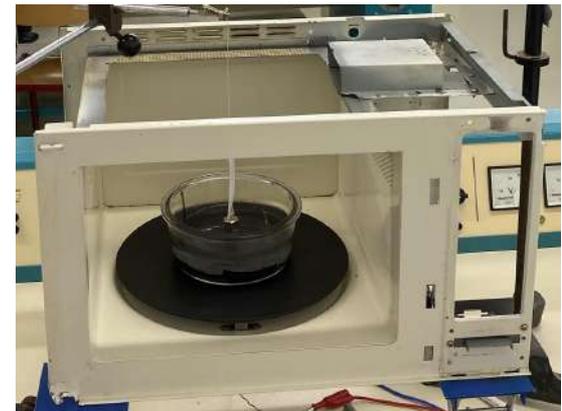
Pion de centrage gênant



Trop lent car seulement 2 vitesses : 33 et 45 tr/min)



Micro-onde
↔ Choix final



II) Raisons et études menées

d) Recherche moteur pour le micro-onde



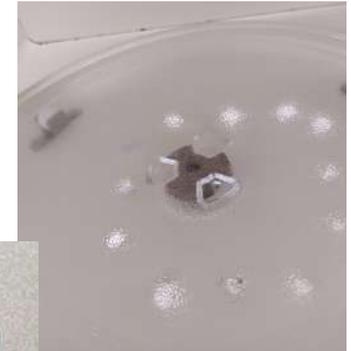
Moteur à courant continu COPAL

avec réducteur

Nouvel accouplement



Accouplement de départ



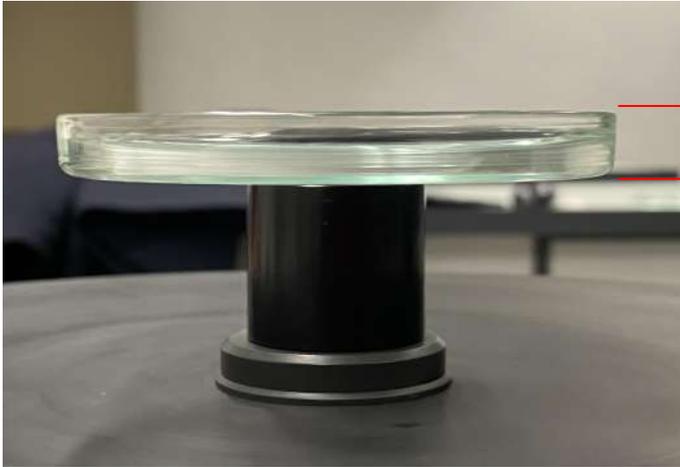
e) Recherche liquide

- Mercure : interdit
- Gallium : possible mais trop cher
- Lait : convenable / pas transparent
- Eau : convenable et possibilité d'observer la parabole
↔ Choix final



II) Raisons et études menées

f) Recherche récipient

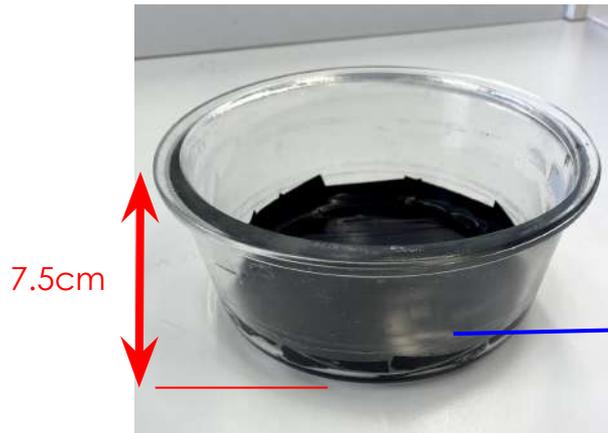


1.5cm
Ø8cm

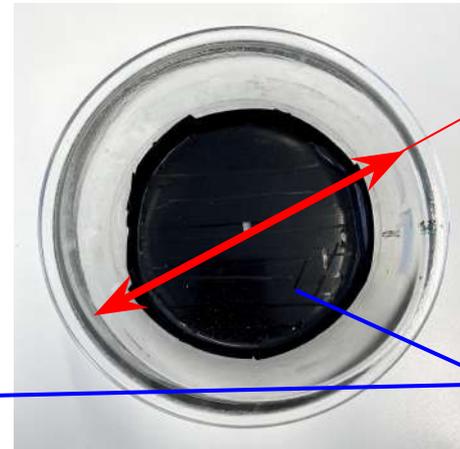


Boite de Pétri trop petite et vitesse trop faible pour observer quelque chose

Nouveau choix :
Cristallisoir



7.5cm

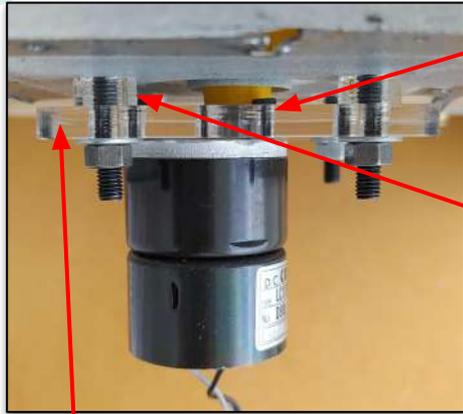


Ø15cm

Ruban adhésif noir mat pour éviter la réflexion du verre

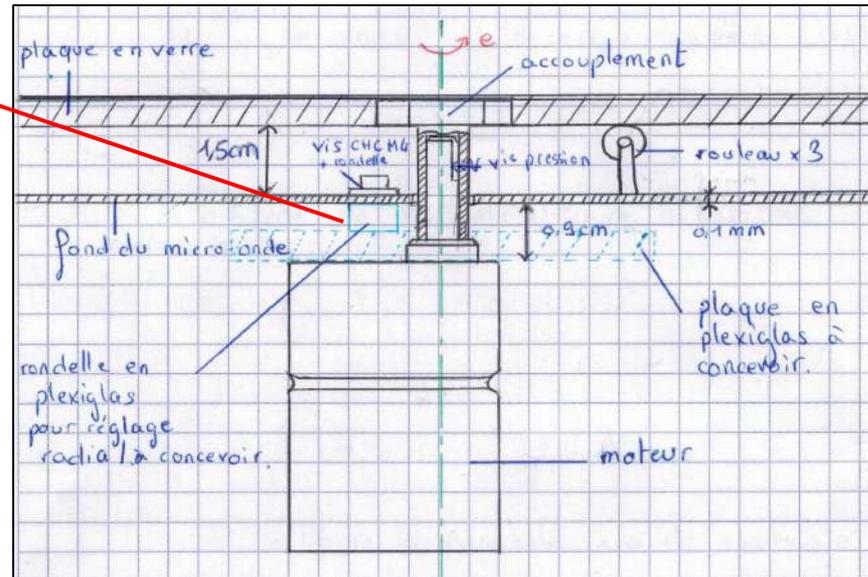
III) Conceptions et expériences

a) Fabrication du dispositif de fixation du moteur



Plaque en plexiglas

Vis pour maintien en position du moteur avec la plaque en plexiglas



Découpage laser pièces en plexiglas



III) Conceptions et expériences

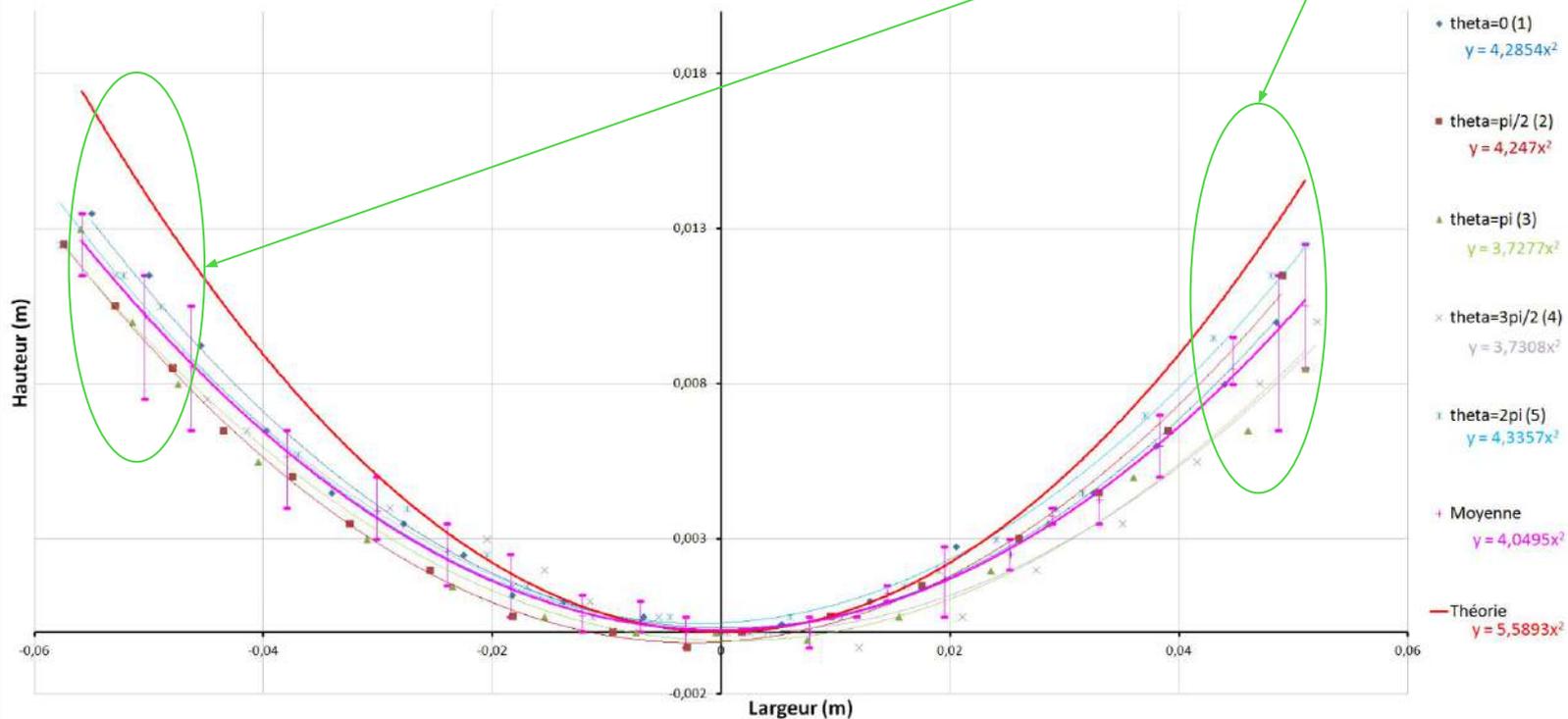
b) Etude de la variation de la parbole



- Eau
- 100 tr/min
- Sur un tour

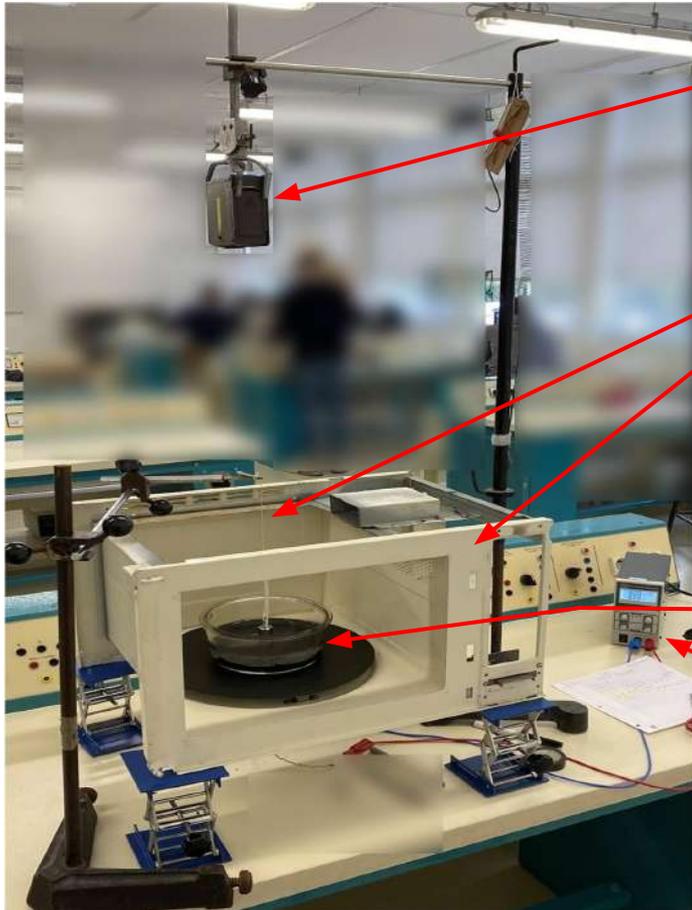
Effet de réfraction / effet de lentille convergente dû à la forme cylindrique du cristallin

Variation de la parbole sur un tour



III) Conceptions et expériences

c) Expérience avec un laser



Laser 1mW
 $\lambda=650\text{nm}$ (rouge)

Rayon lumineux

Fil

Micro-onde

Feuille graduée

Point foyer image

Cristallisoir

G

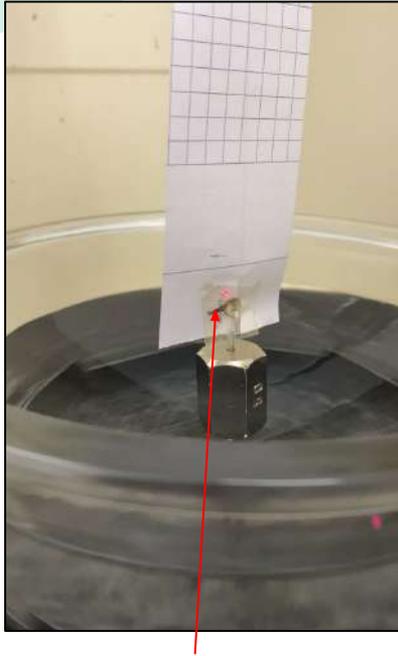
M

f_{exp}

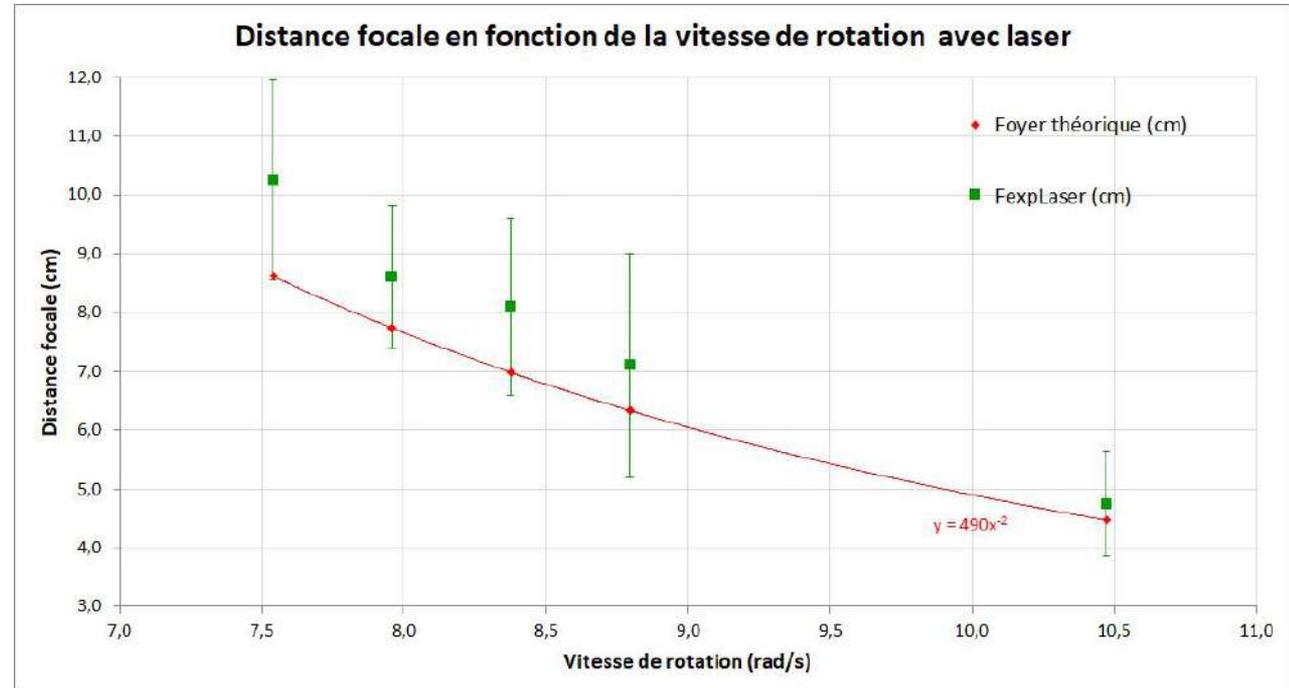
f_{exp} mesuré à partir du creux de la parabole (bas de la masse) jusqu'au point de focalisation

III) Conceptions et expériences

c) Expérience avec un laser



Position du foyer à 100 tr/min



Exemple :

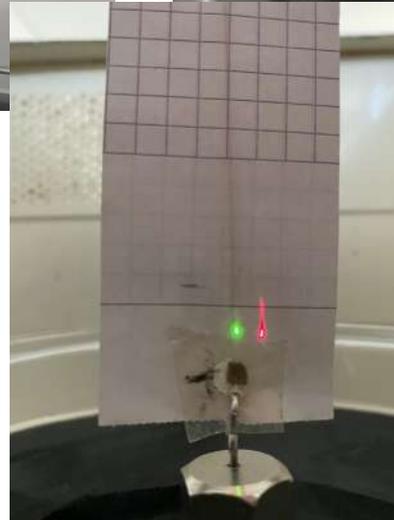
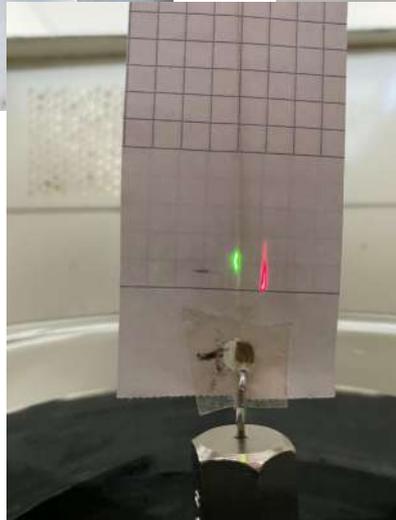
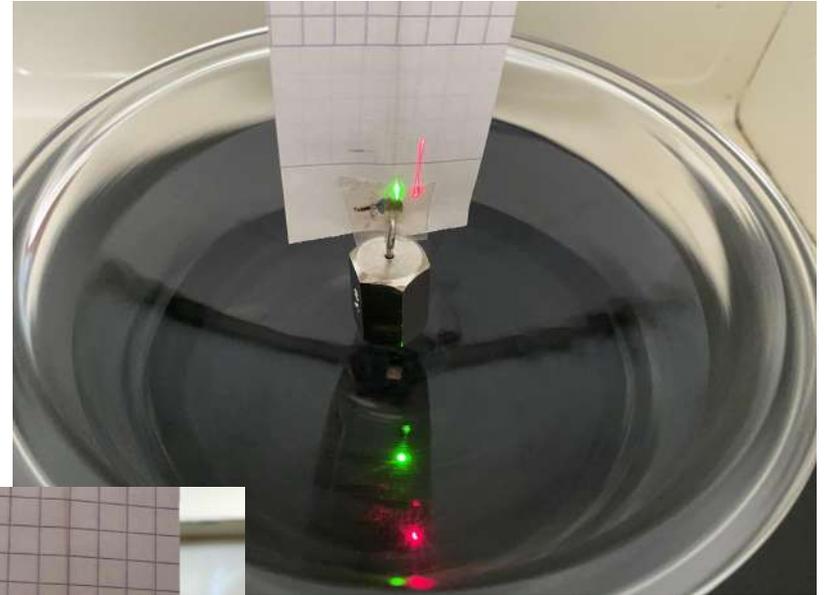
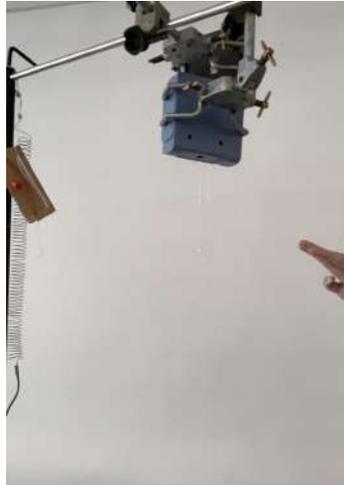
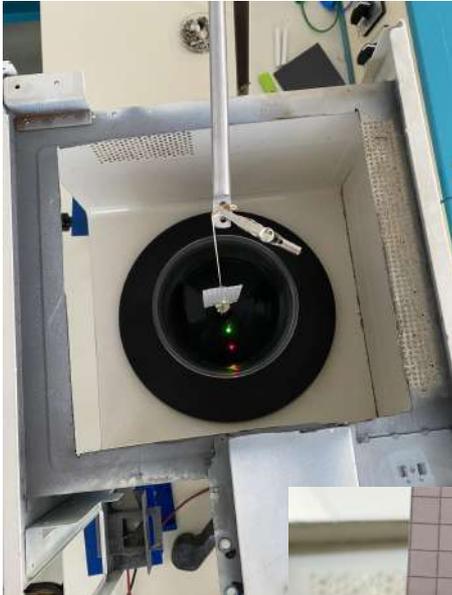
Comparaison expérimental et théorique à 100 tr/min ($\omega = 10,5$ rad/s)

Expérimental : $4 \text{ cm} \leq f_{\text{exp}} \leq 5,5 \text{ cm}$

Théorique : $f_{\text{th}} = 4,47 \text{ cm}$

III) Conceptions et expériences

d) Expérience avec deux lasers



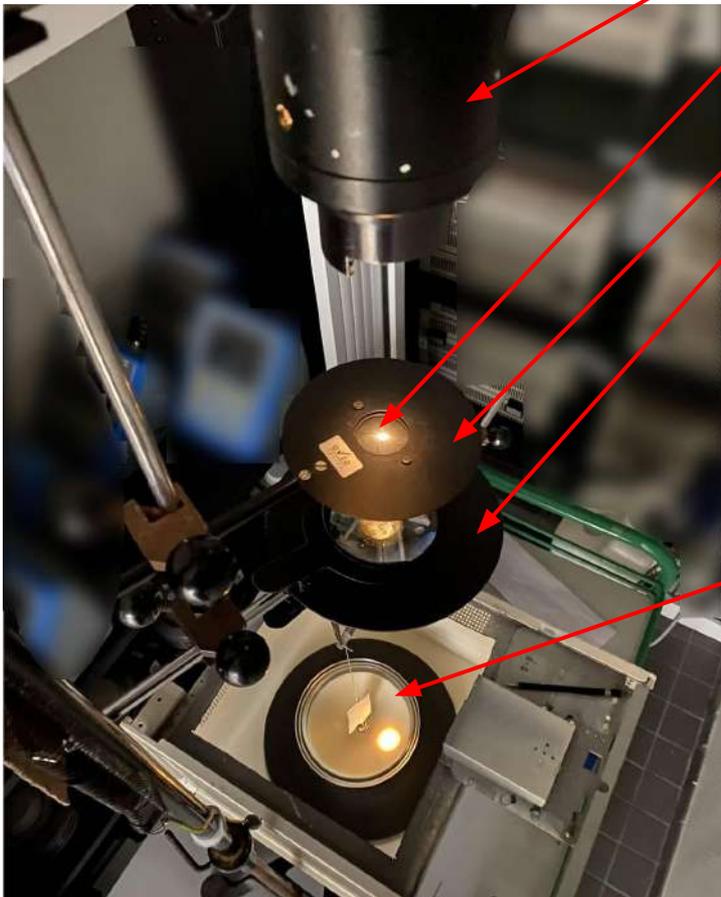
Ecart assez important
mais constant =>
Problème :

Parallélisme des rayons

III) Conceptions et expériences

e) Expérience avec un faisceau élargi

Montage créant des rayons parallèles à l'axe optique provenant de l'infini



Lampe blanche

Source ponctuelle en F_L

Collimateur

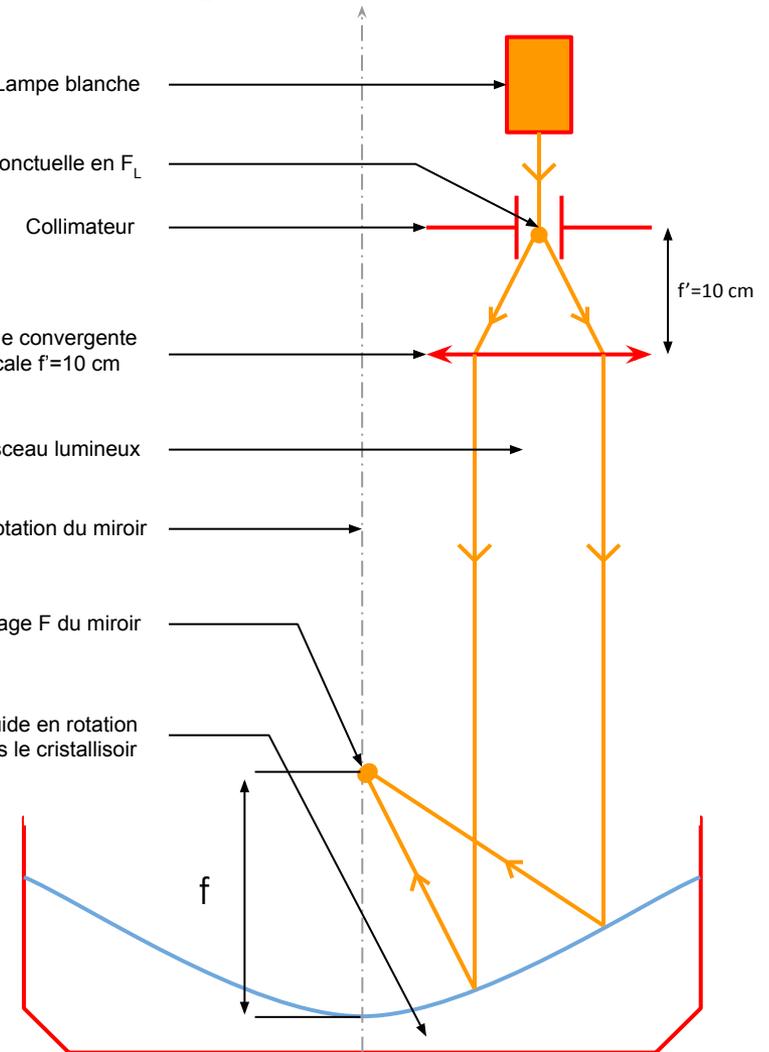
Lentille convergente de focale $f'=10\text{ cm}$

Faisceau lumineux

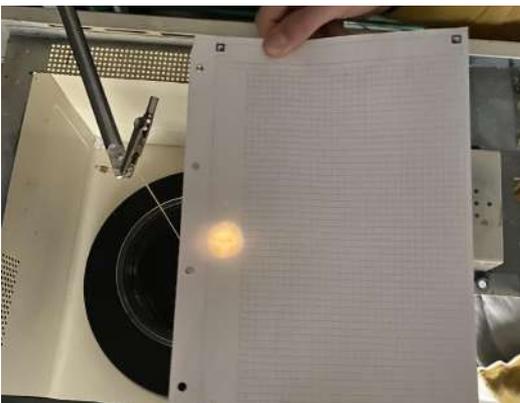
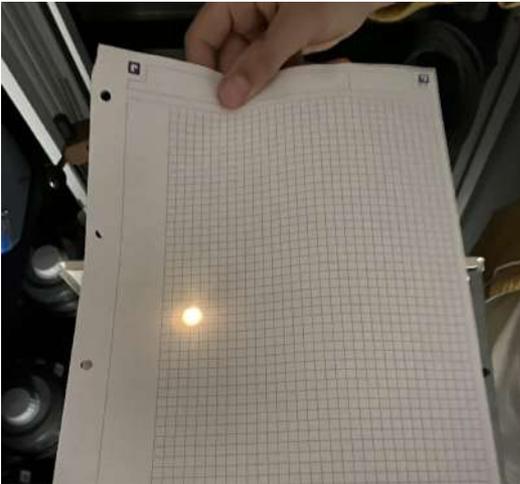
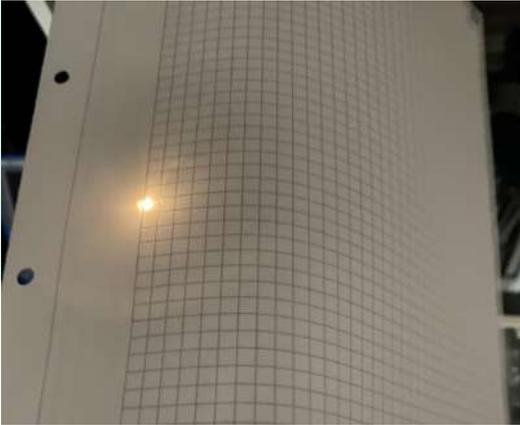
Axe de rotation du miroir

Foyer image F du miroir

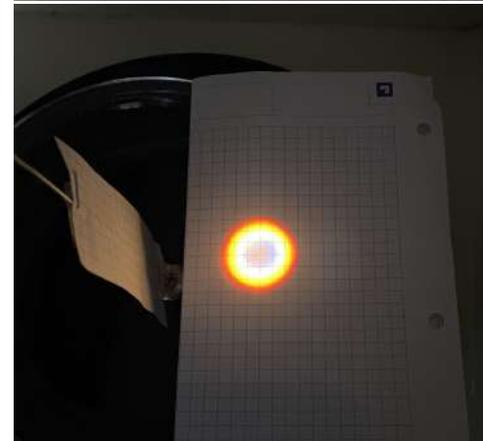
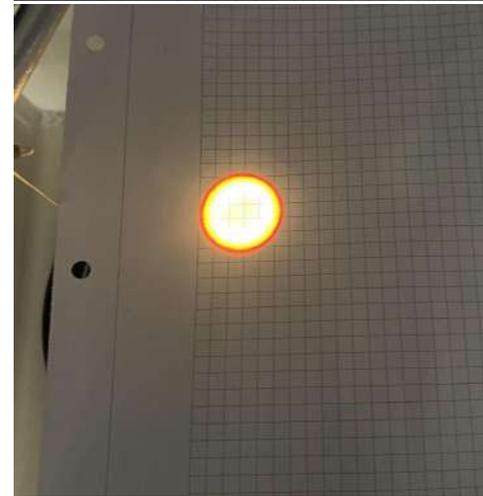
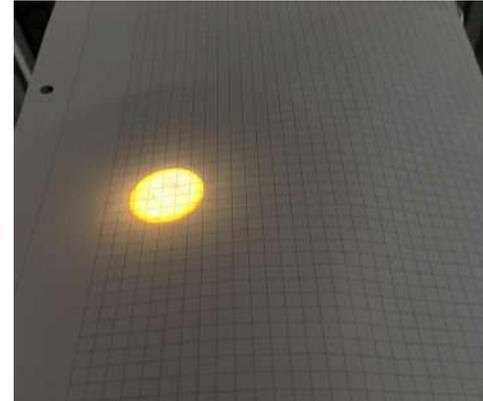
Liquide en rotation dans le cristallin



Faisceau rayons non parallèles

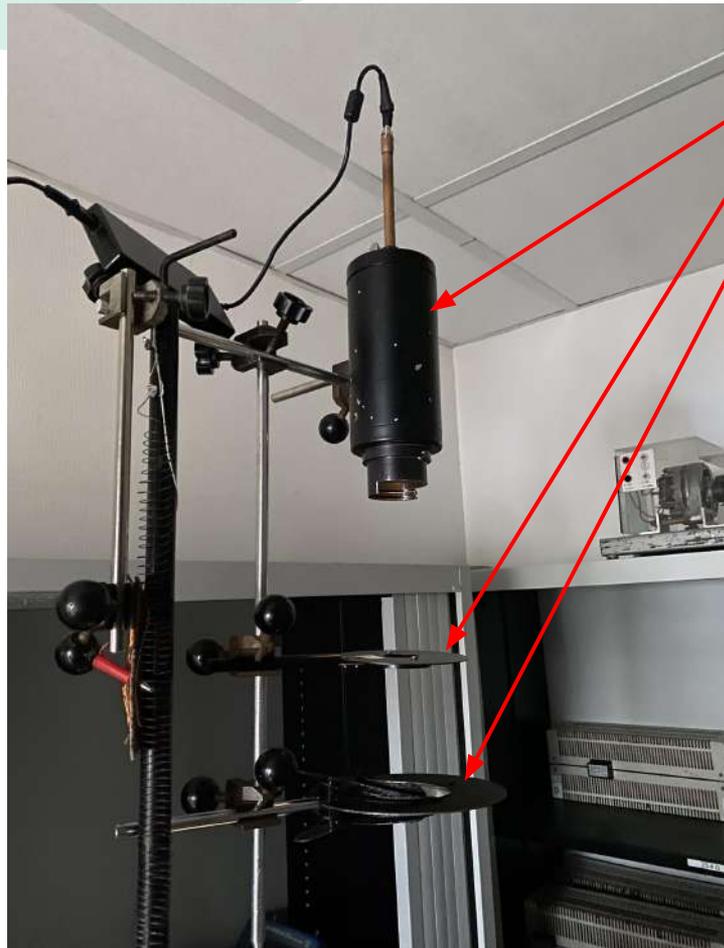


Faisceau rayons parallèles

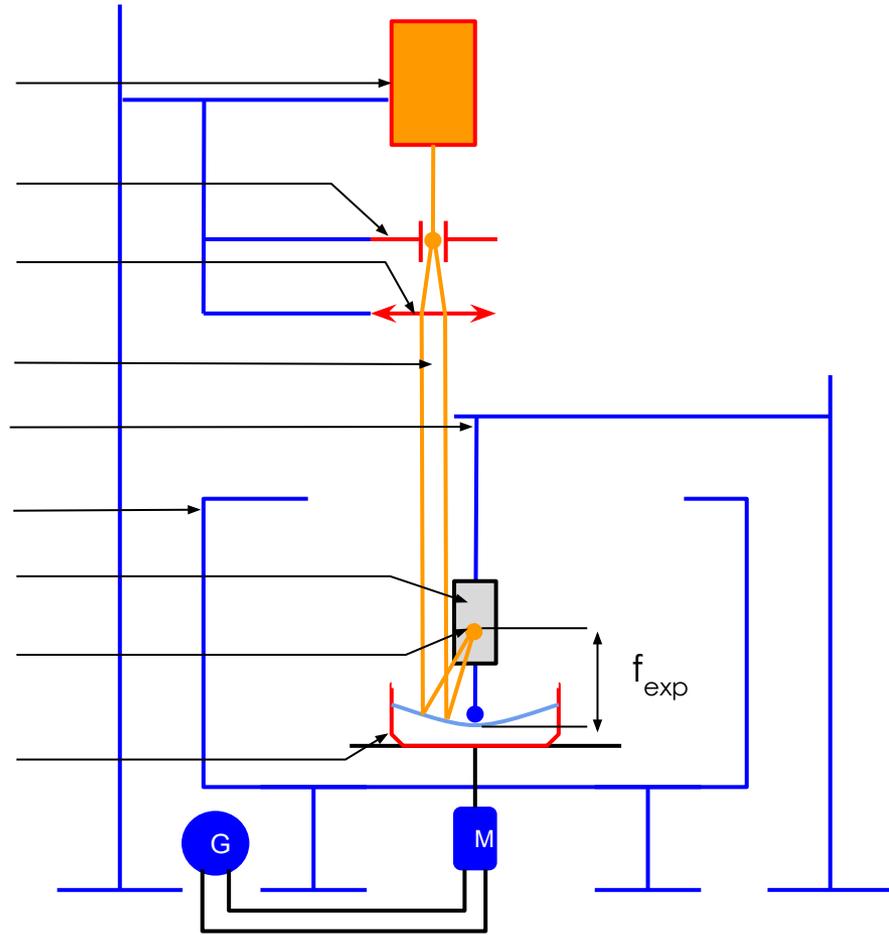


Distance à la source

III) Conceptions et expériences



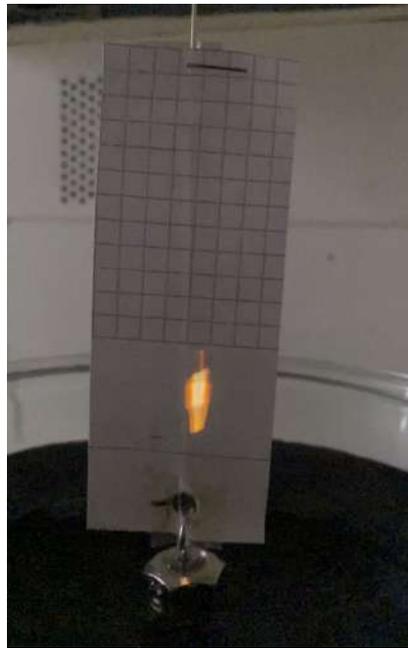
- Lampe blanche
- Collimateur
- Lentille convergente
- Faisceau lumineux
- Fil
- Micro-onde
- Feuille graduée
- Point foyer image
- Cristallisoir



III) Conceptions et expériences

Vérification de la propriété optique
d'un miroir parabolique liquide

Tous les rayons focalisent au foyer

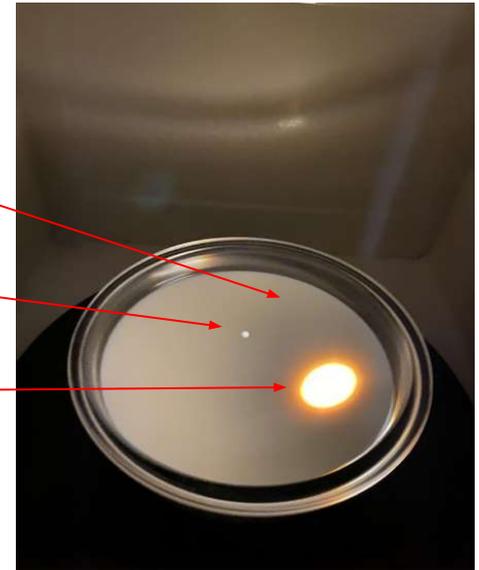


Eau



Lait

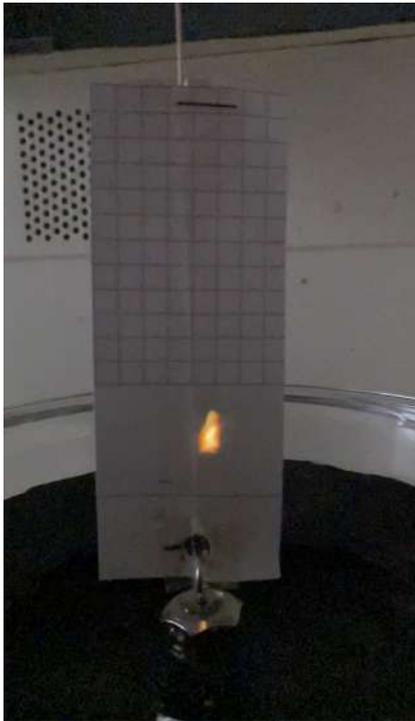
Lait
Foyer
Faisceau élargi



III) *Conceptions et expériences*

93 tours/min

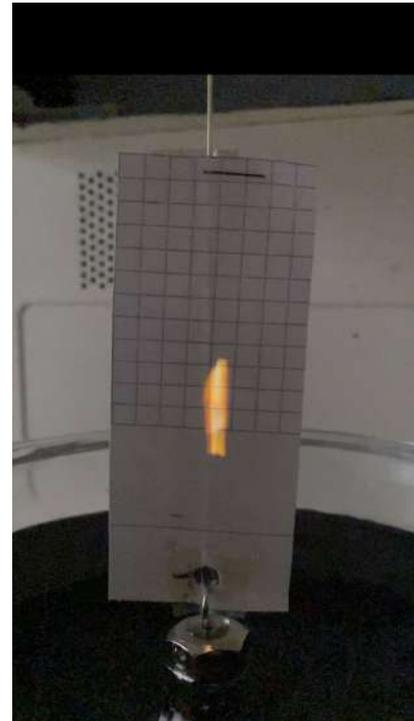
75 tours/min



Eau



Lait



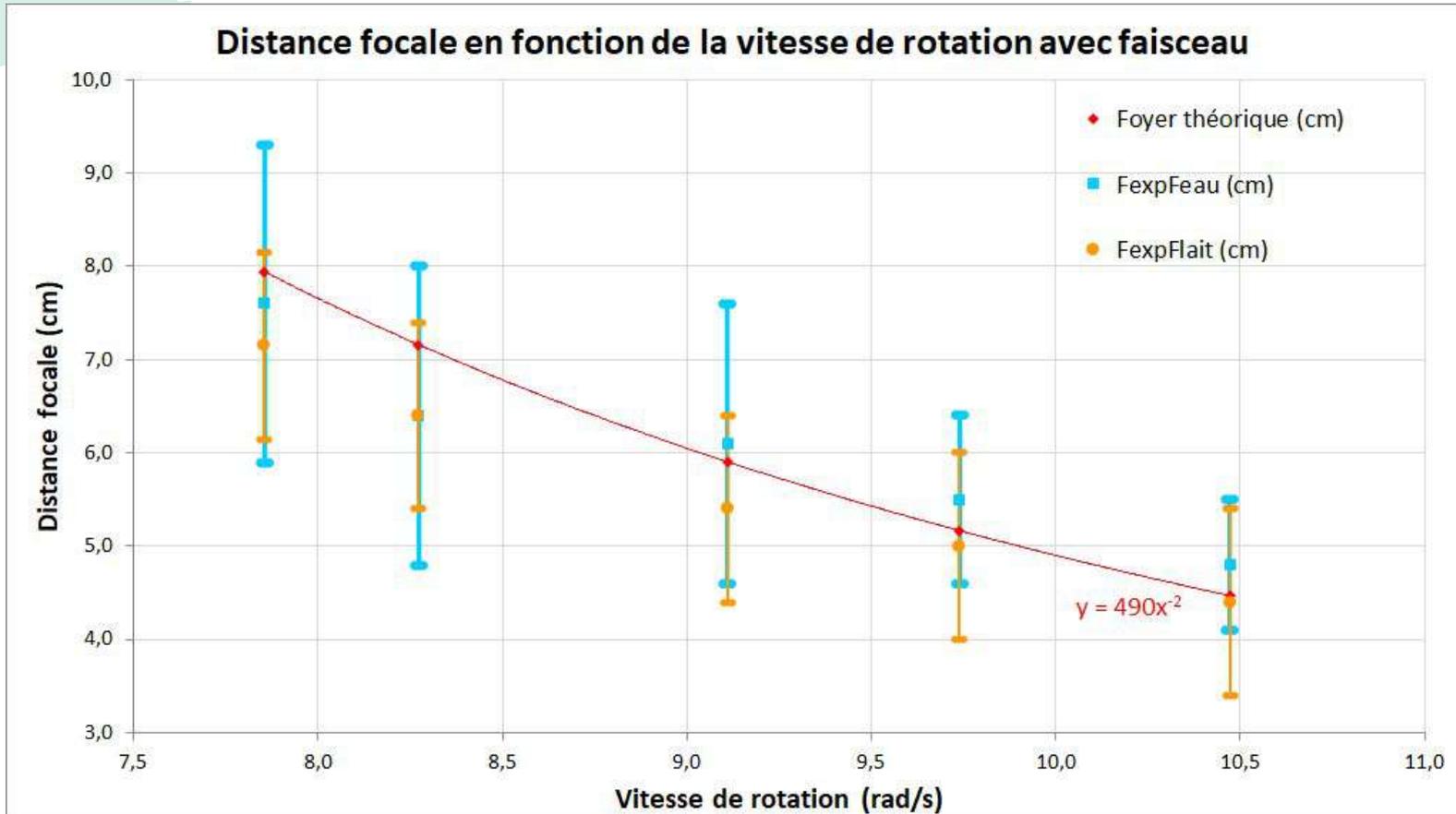
Eau



Lait

Conjecture : Lait et vitesse de rotation élevée plus précis

III) Conceptions et expériences

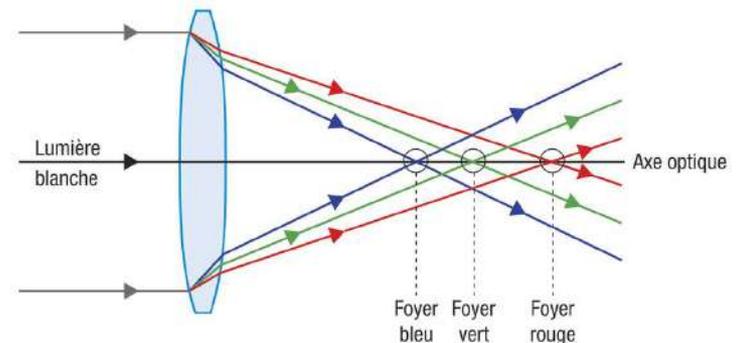
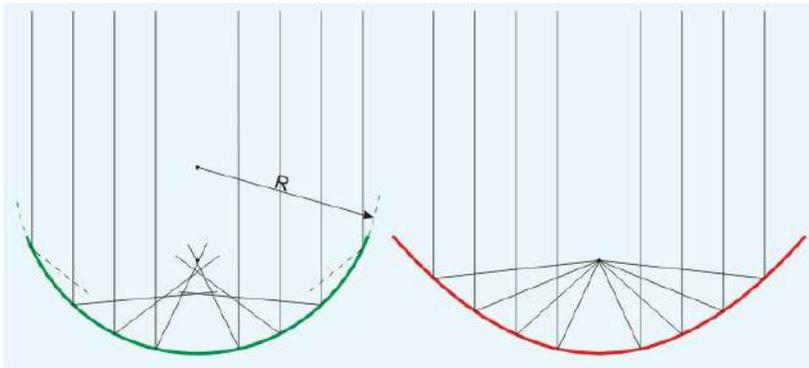


Modèle précis à grande vitesse surtout pour le lait mais beaucoup moins à plus faible vitesse.

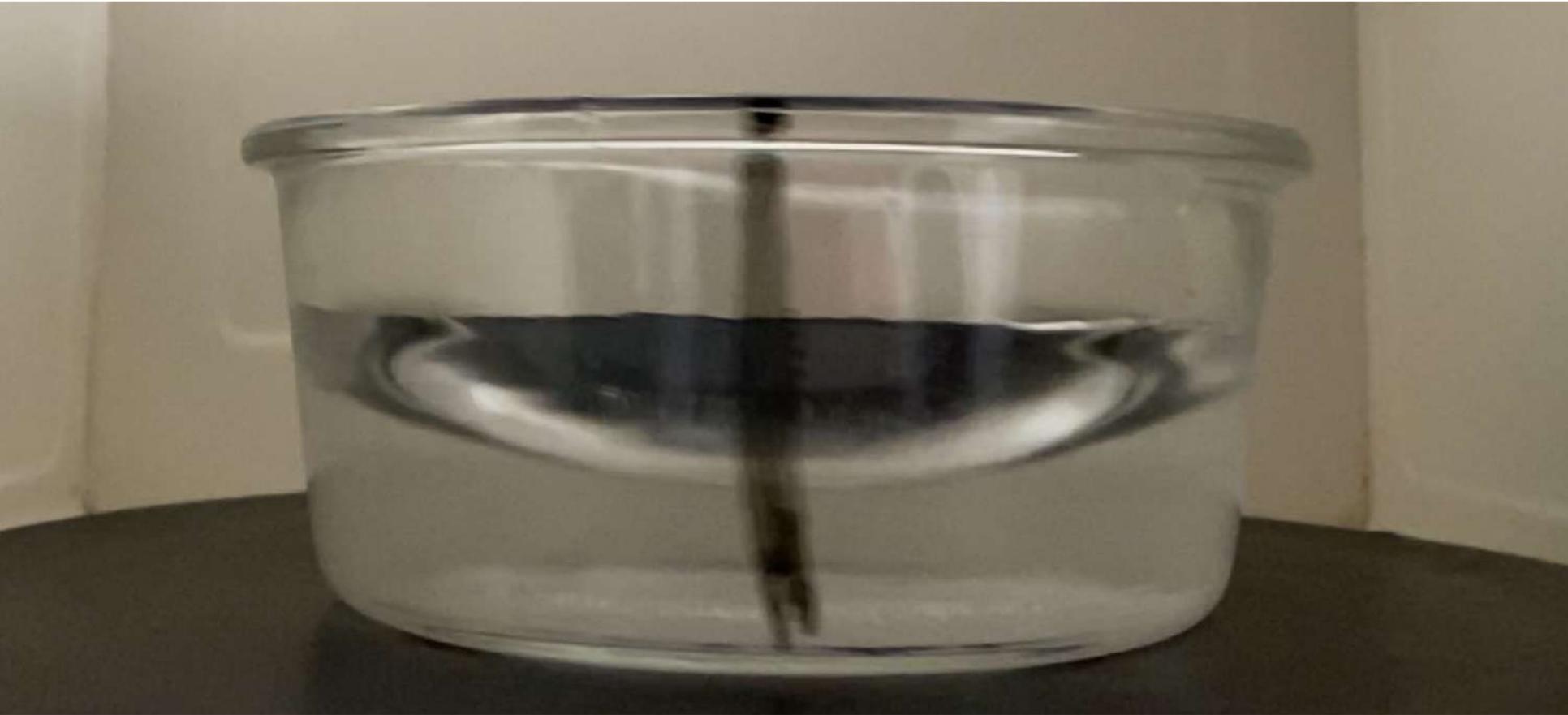
Valeur théorique comprise dans l'intervalle de confiance.

IV) Conclusion

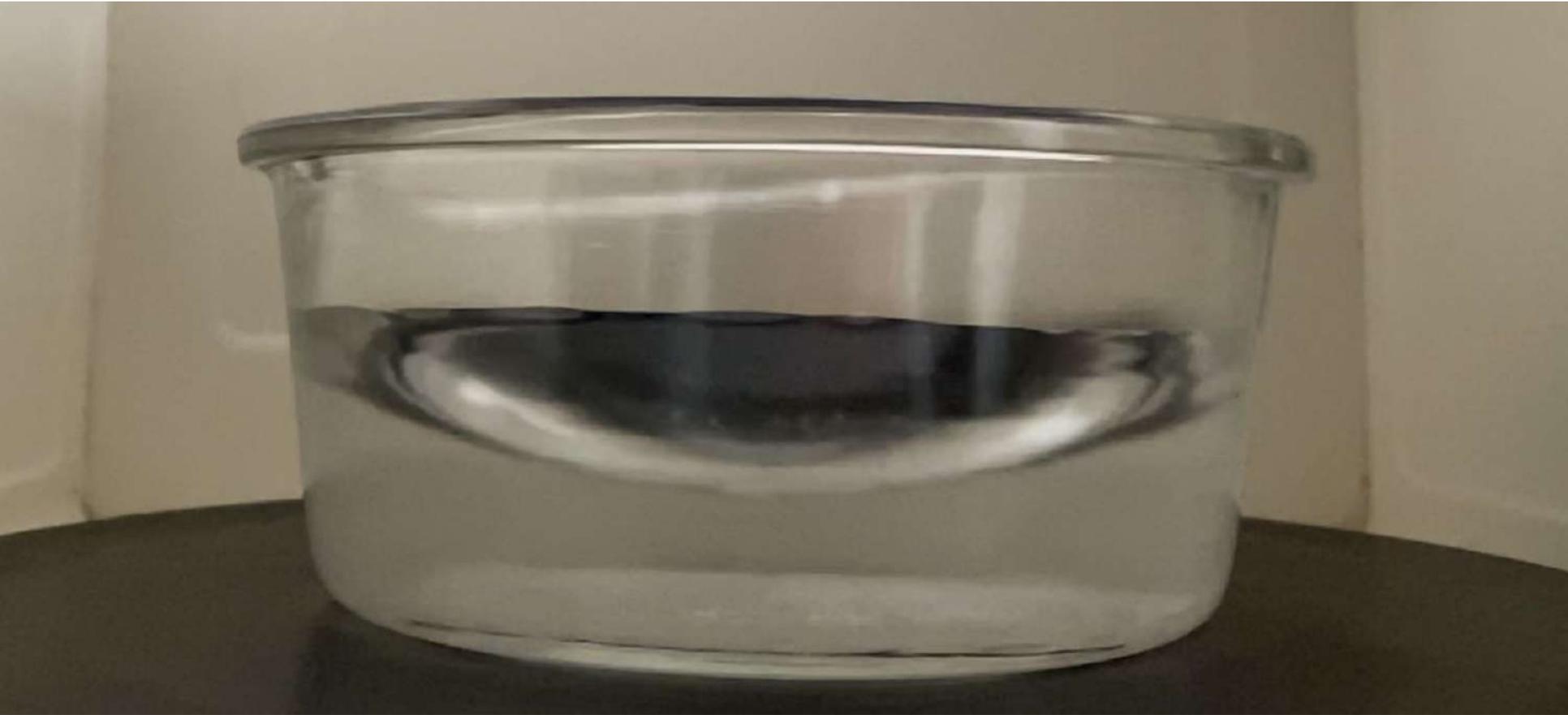
- Instabilités notables sur le dispositif : variations
 - plateau en verre et roulettes du micro-onde
 - cristalliseur
- Mais résultats proches de la théorie
 - parabole
 - distance focale
- Modèle et dispositif assez concluant et qui vérifie les propriétés et la théorie
 - Pas d'aberrations chromatiques comme avec un miroir sphérique



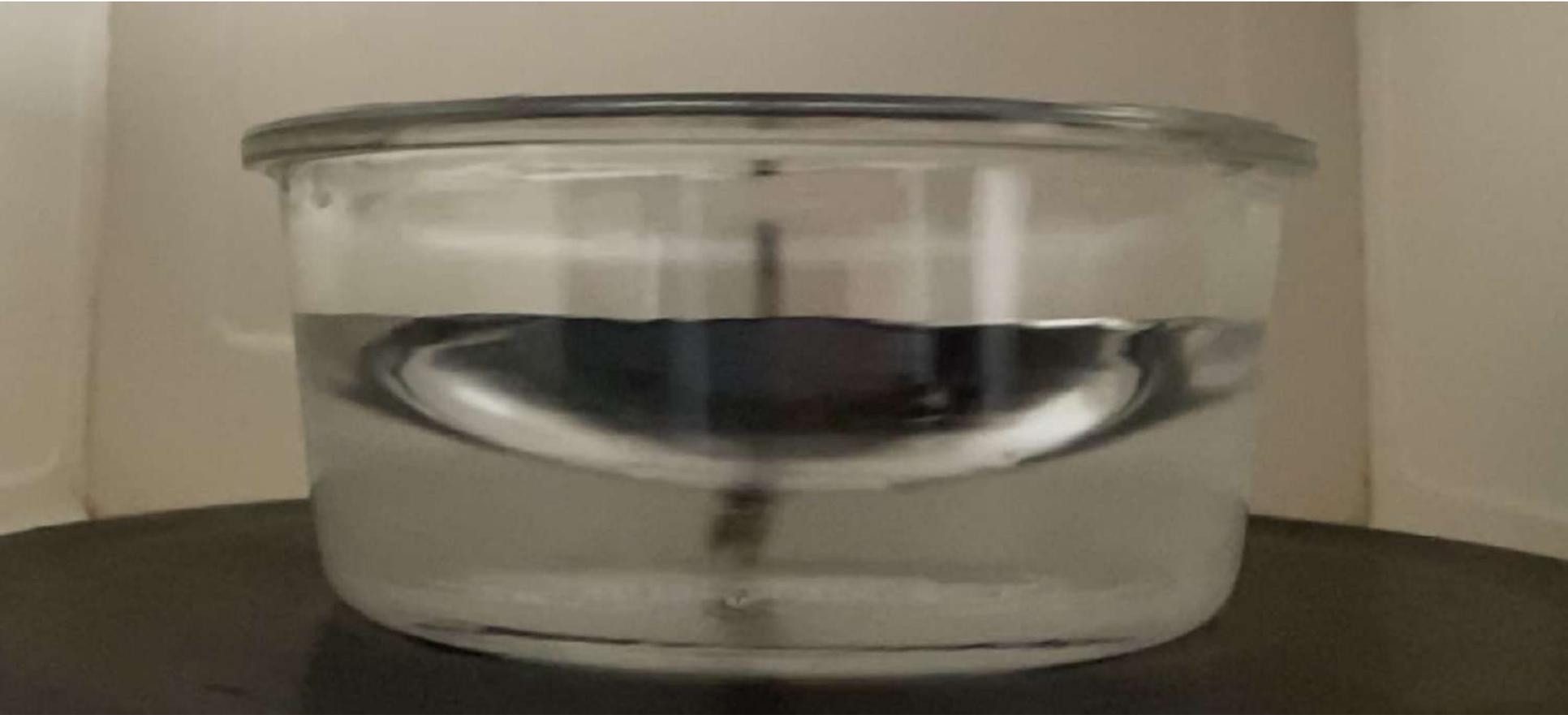
Annexe 1



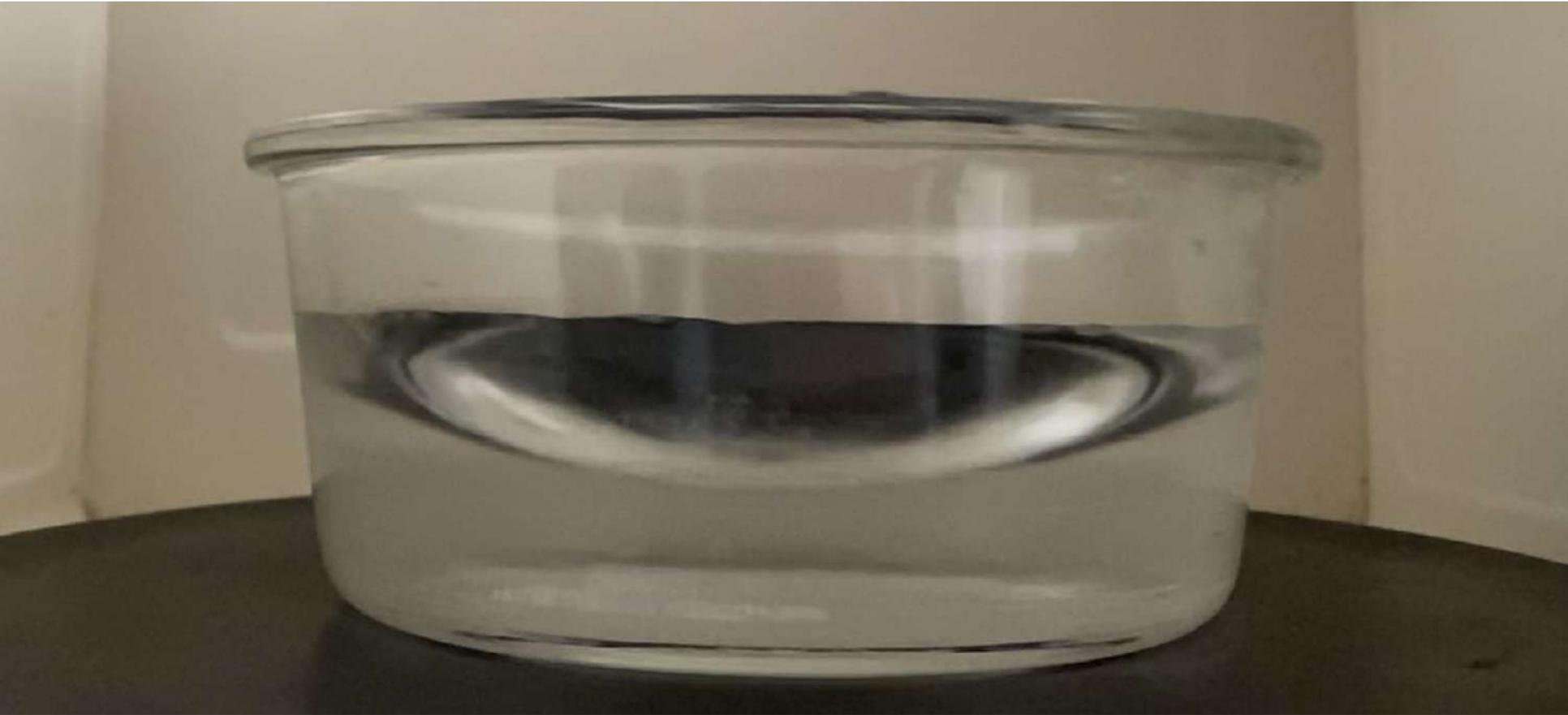
Annexe 2



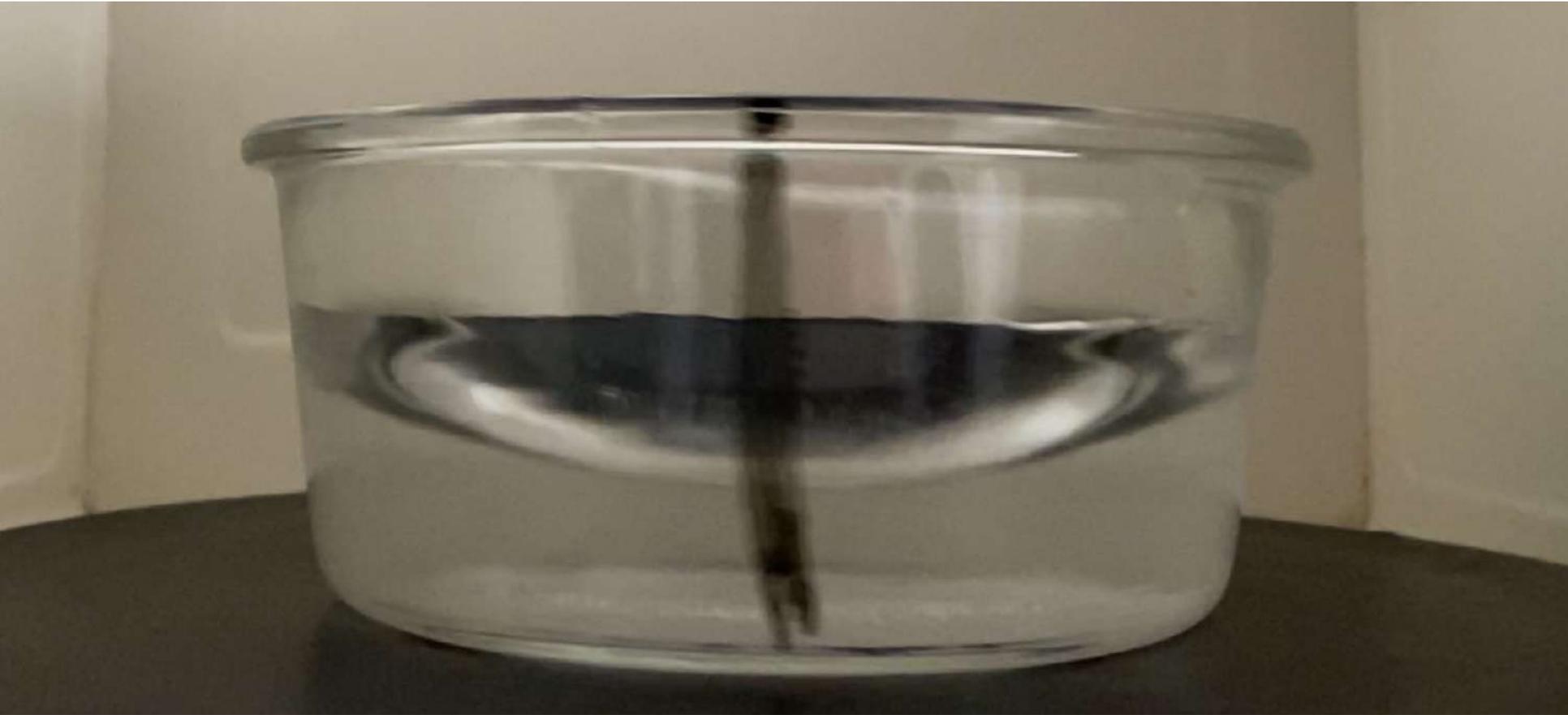
Annexe 3



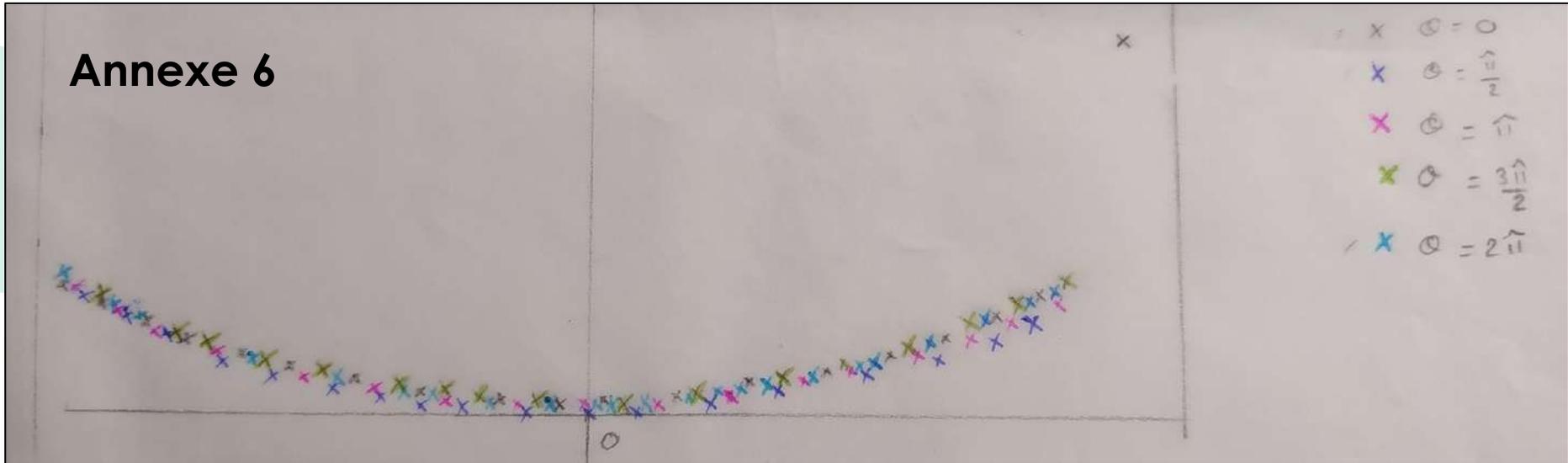
Annexe 4



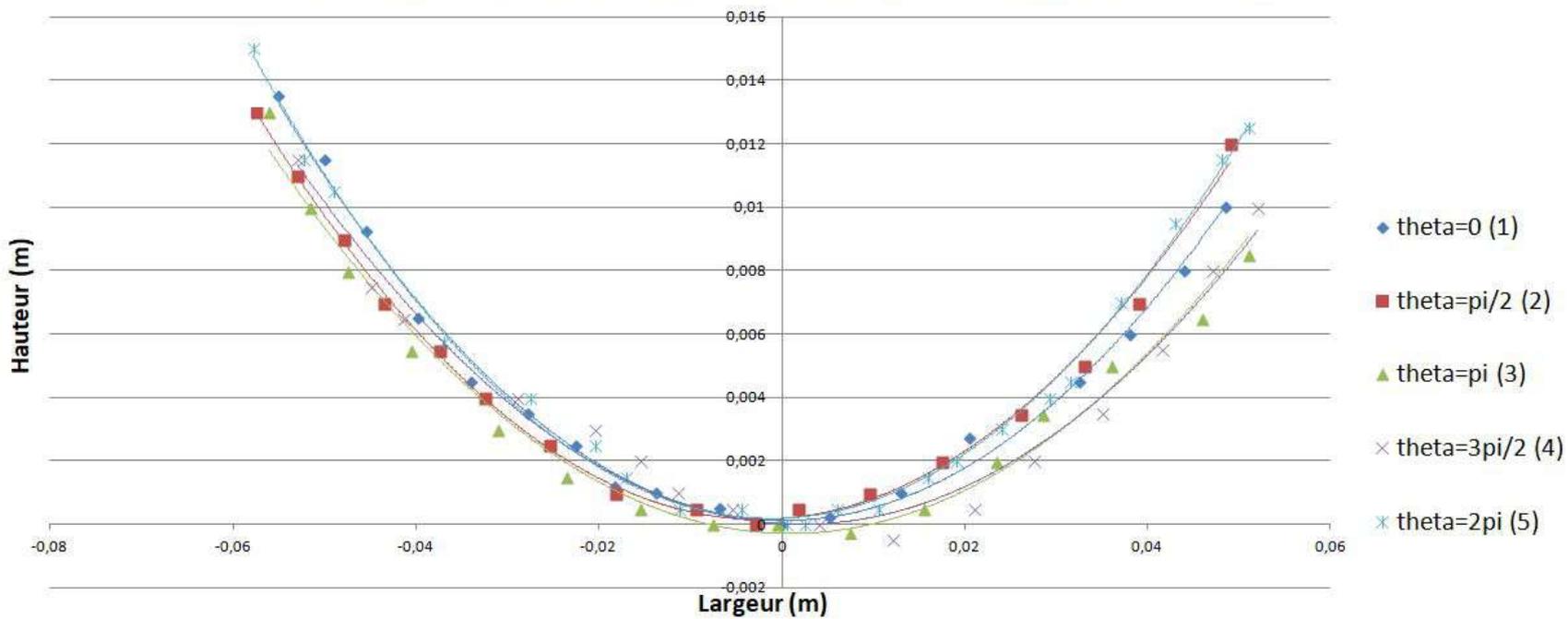
Annexe 5



Annexe 6



Surface de la parabole en fonction de différentes positions angulaires du cristalliseur



Annexe 7

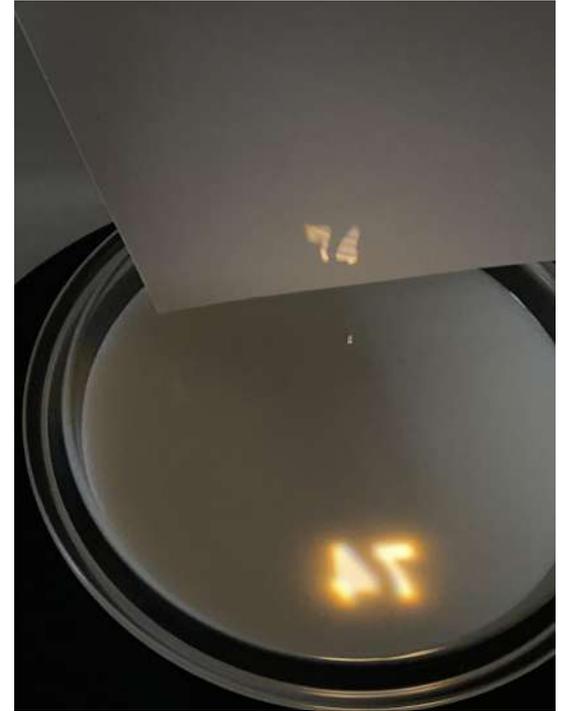
Lait



Eau



Annexe 8



Annexe 9



<https://www.youtube.com/watch?v=PW04LzRRnlw>, Projet : La physique expérimentale à Lyon 1

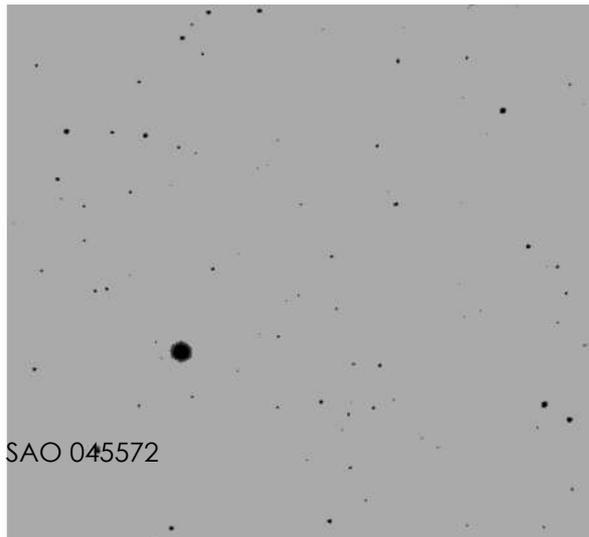


Image prise par le télescope
de l'UBC à Laval, Canada

articles.adsabs.harvard.edu/