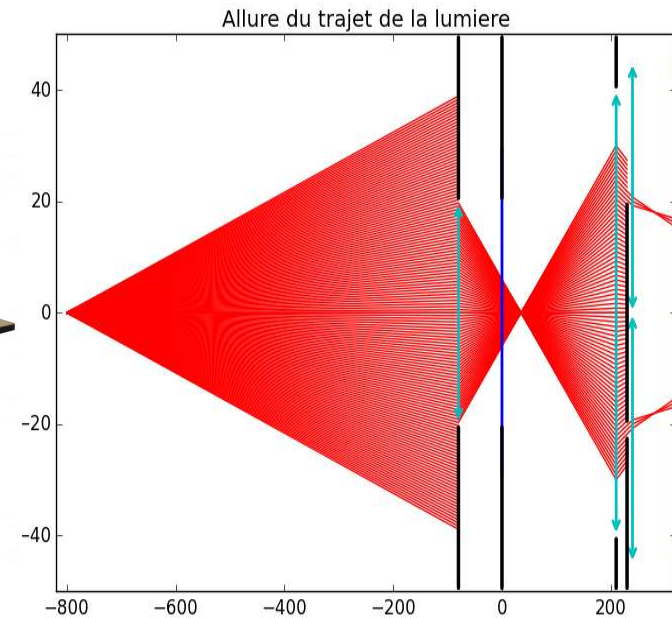


Optimalité : Choix, contrainte et hasard

Appareils photos

Mise au point automatique



I/. Présentation du système

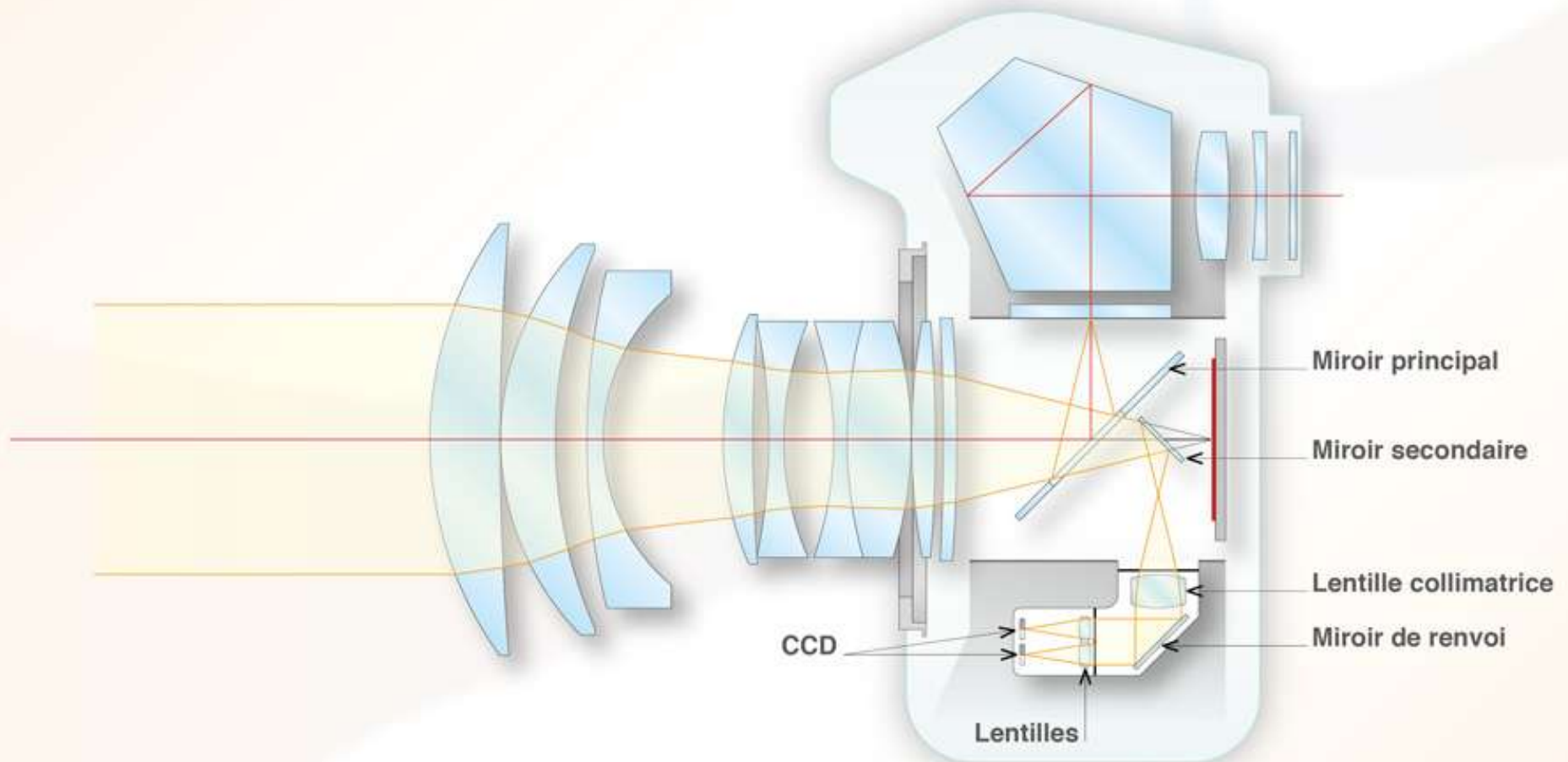
II/. Étude de la partie optique

III/. Étude du système complet

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

ÉTUDE DU SYSTÈME

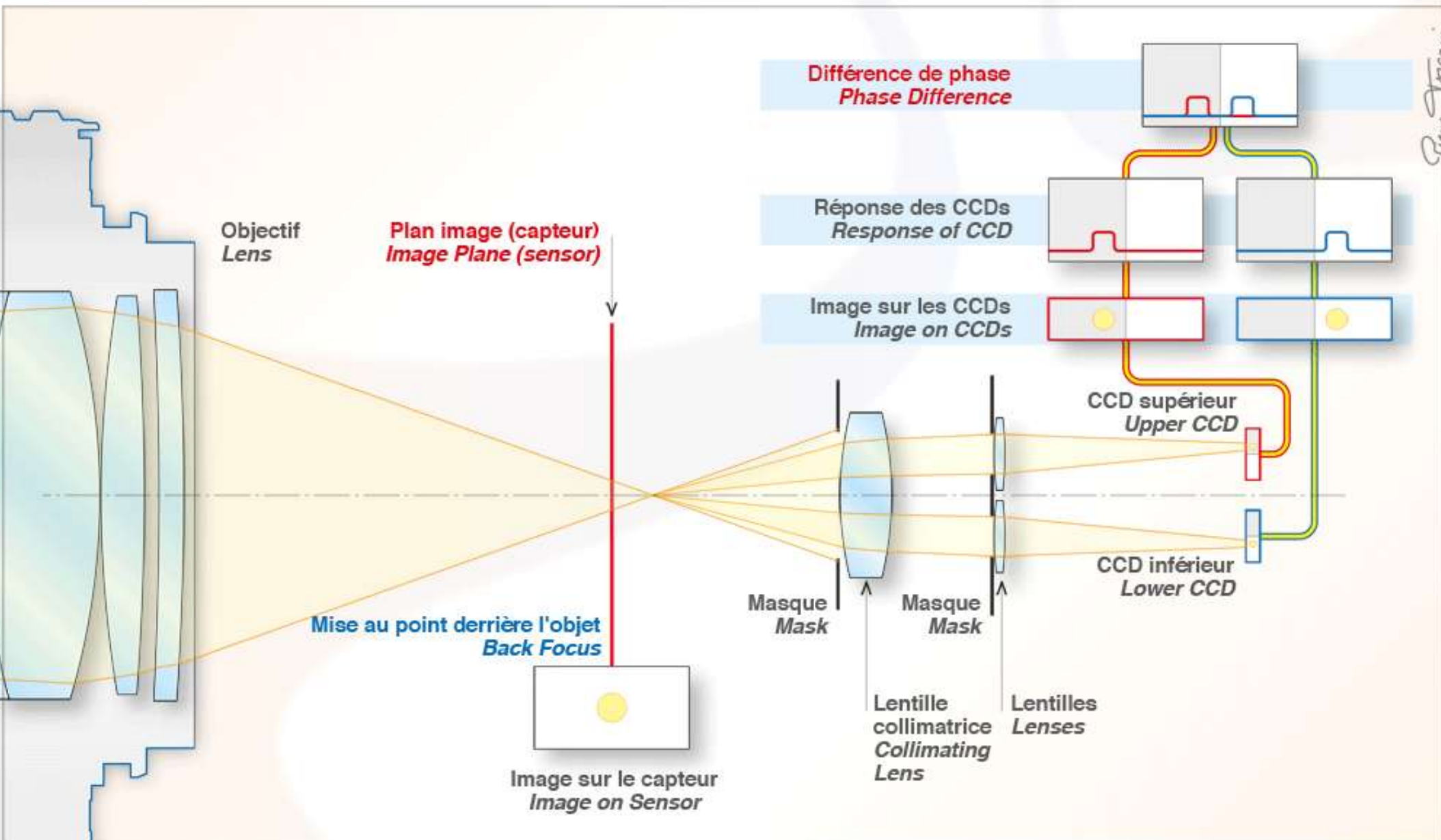


Rémi Fournier

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

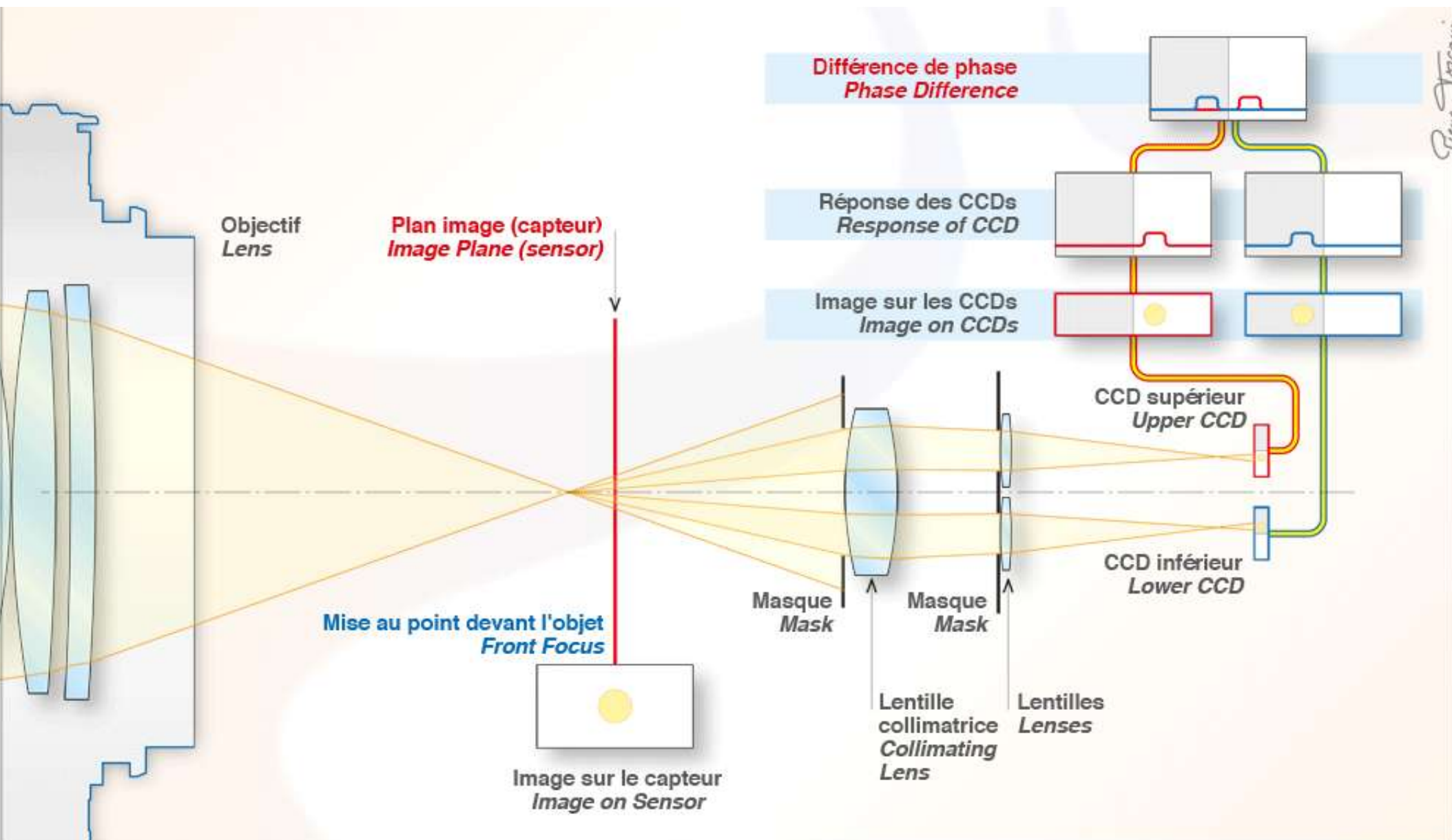
ÉTUDE DU SYSTÈME



PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

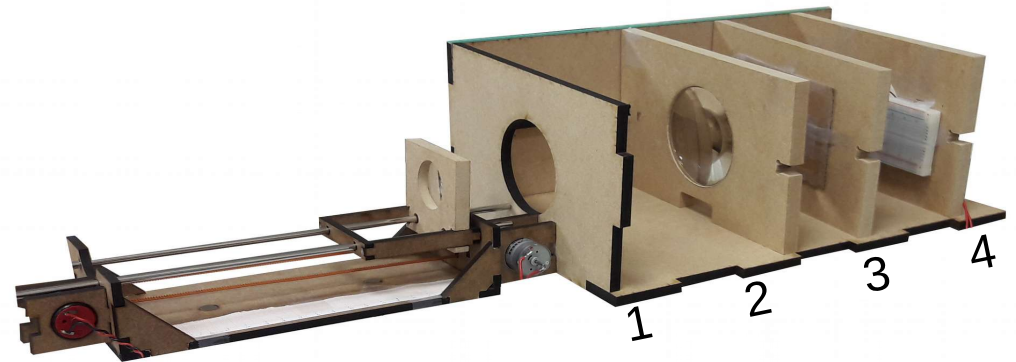
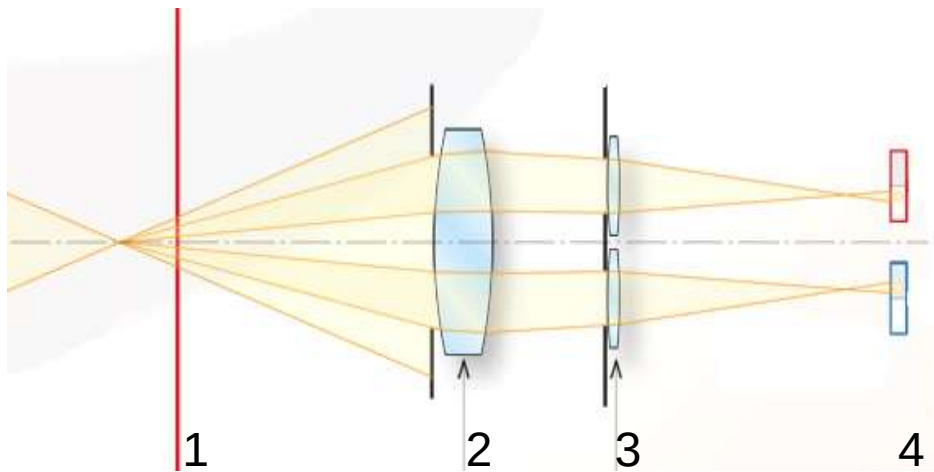
ÉTUDE DU SYSTÈME



PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

ÉTUDE DU SYSTÈME



Mise au point correcte



Image formée après le capteur

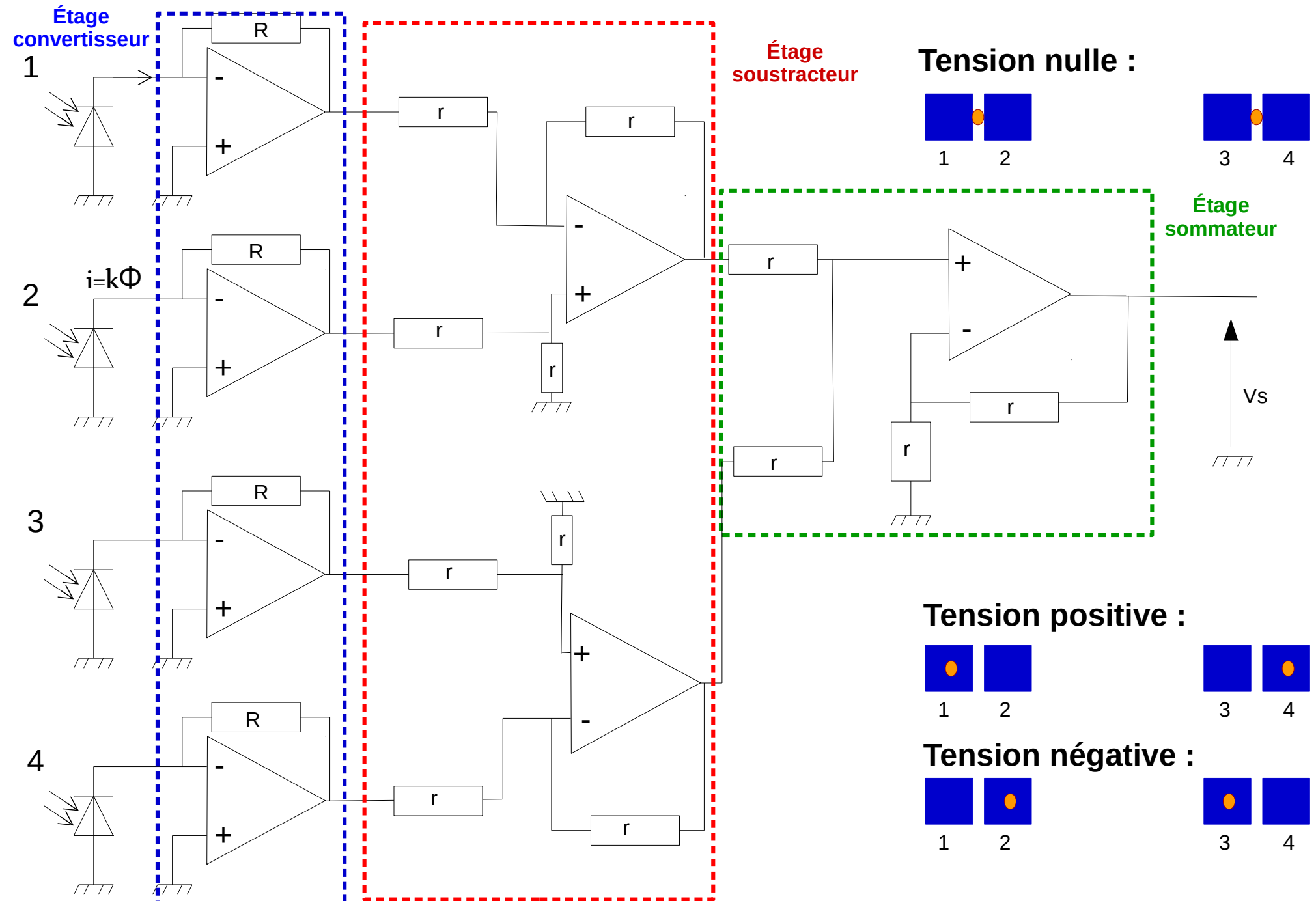


Image formée avant le capteur

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

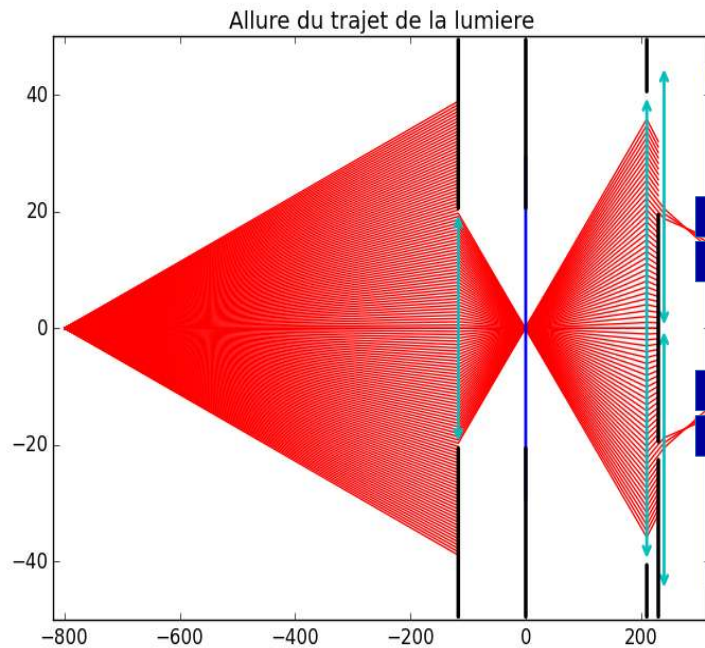
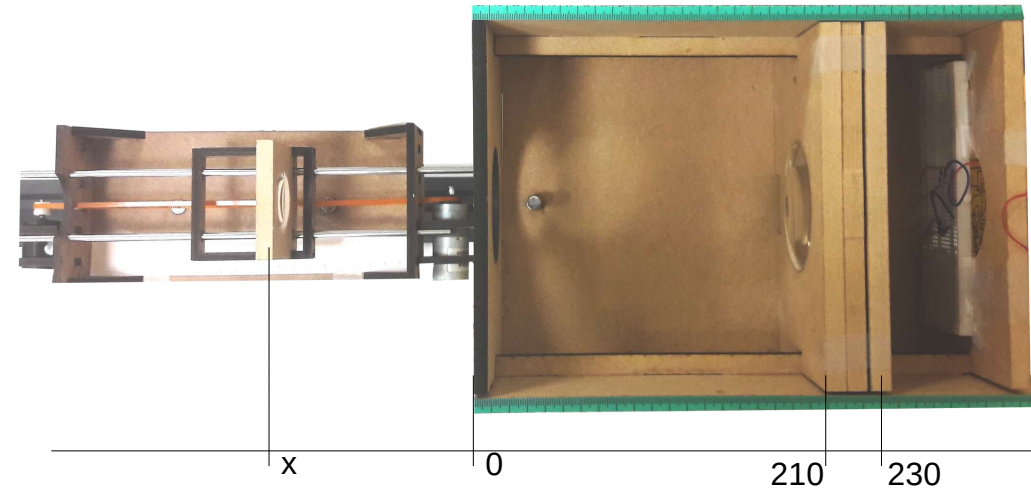
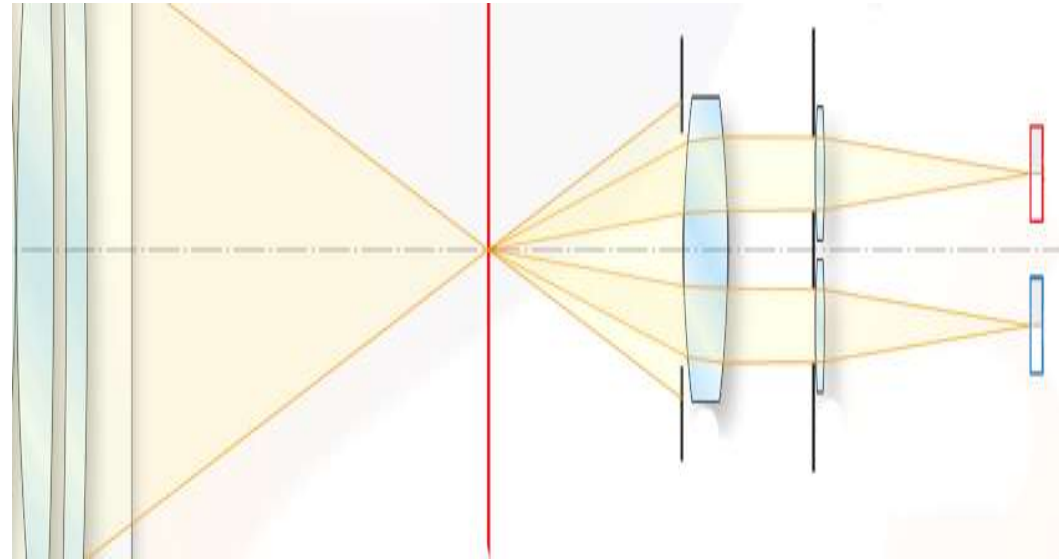
ÉTUDE DU SYSTÈME



PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

ÉTUDE DU SYSTÈME



Mise au point correcte

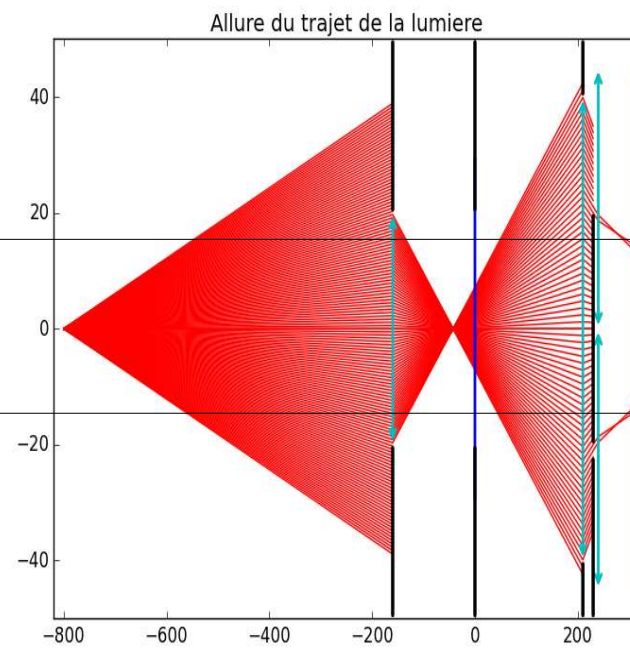


Image formée
avant le capteur

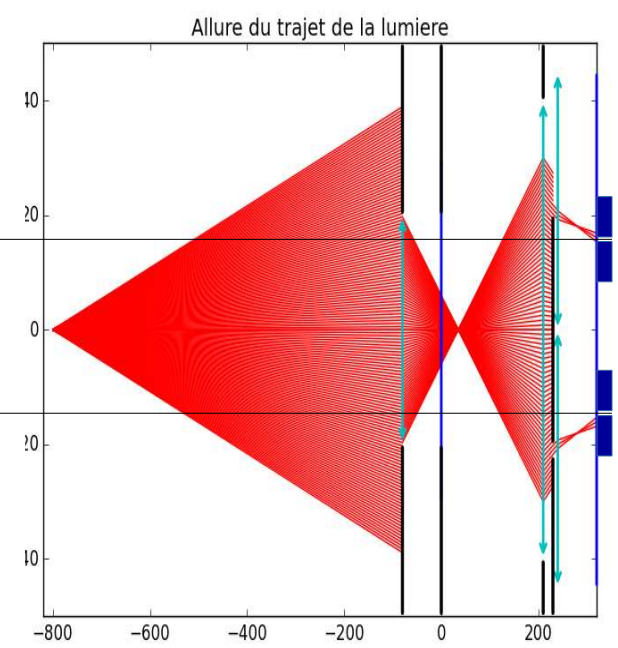
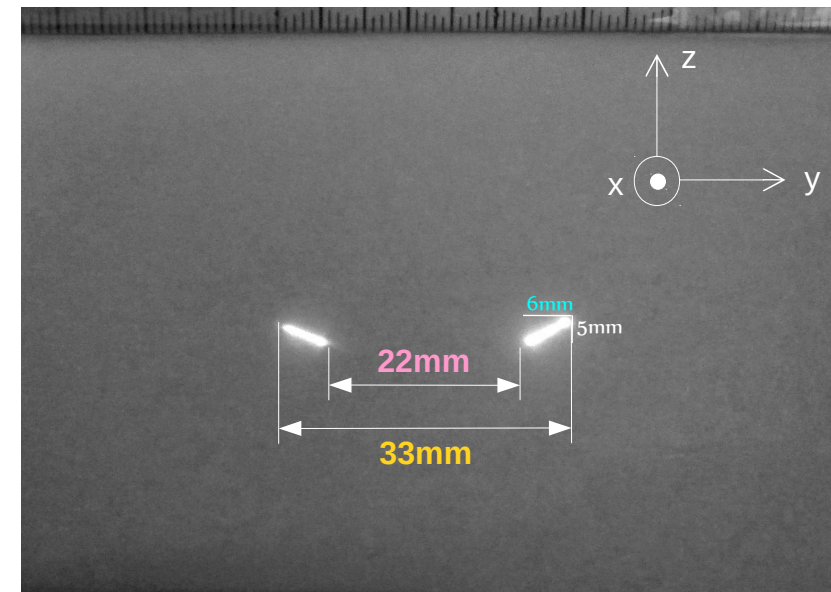
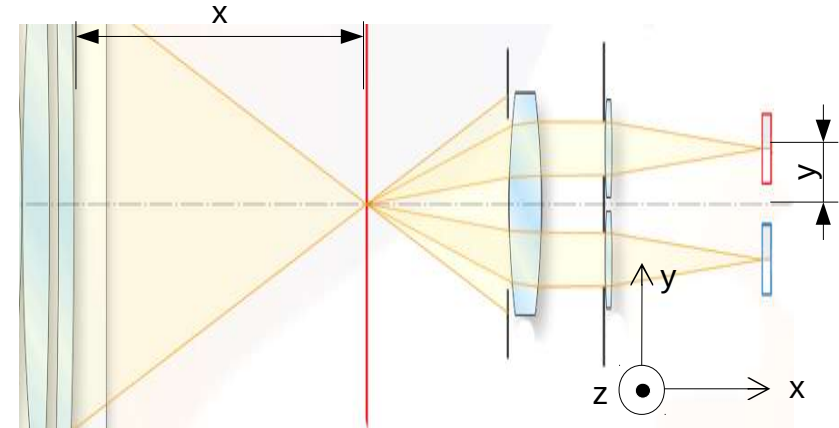
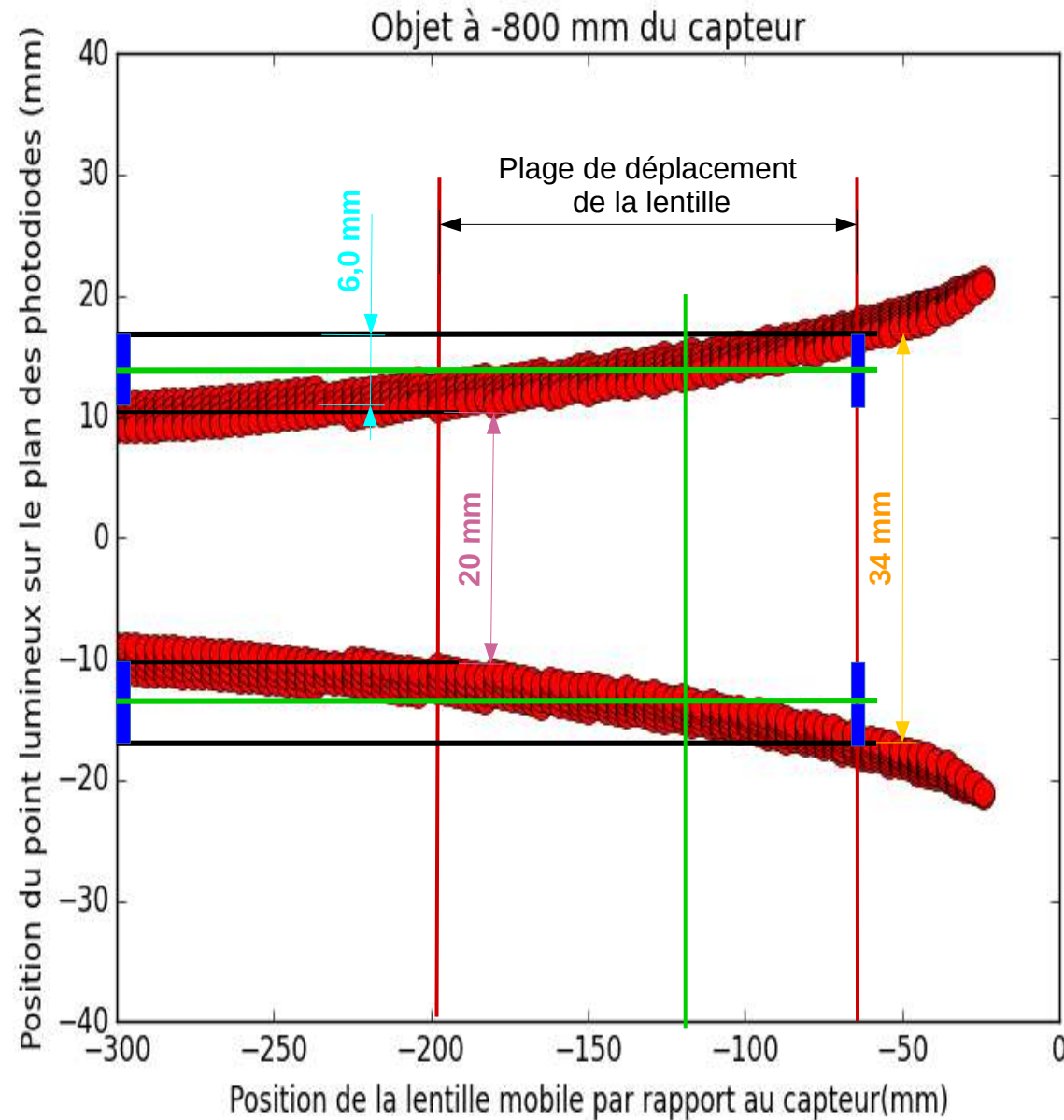


Image formée
après le capteur

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

ÉTUDE DU SYSTÈME



- Photodiode
- Écartement minimal
- Écart lorsque la MAP est faite
- Écartement maximal

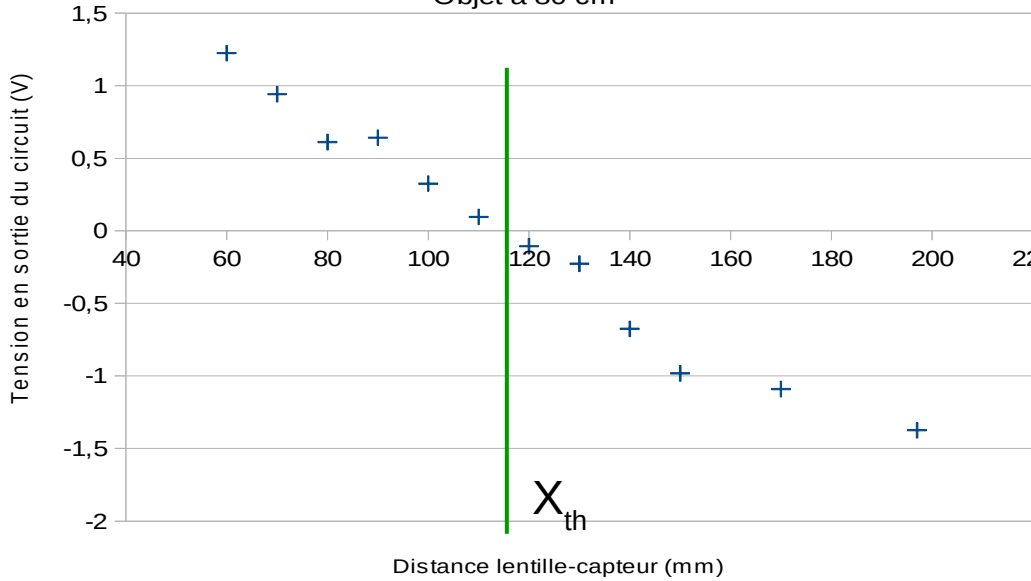
PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

ÉTUDE DU SYSTÈME

Tension en sortie du circuit

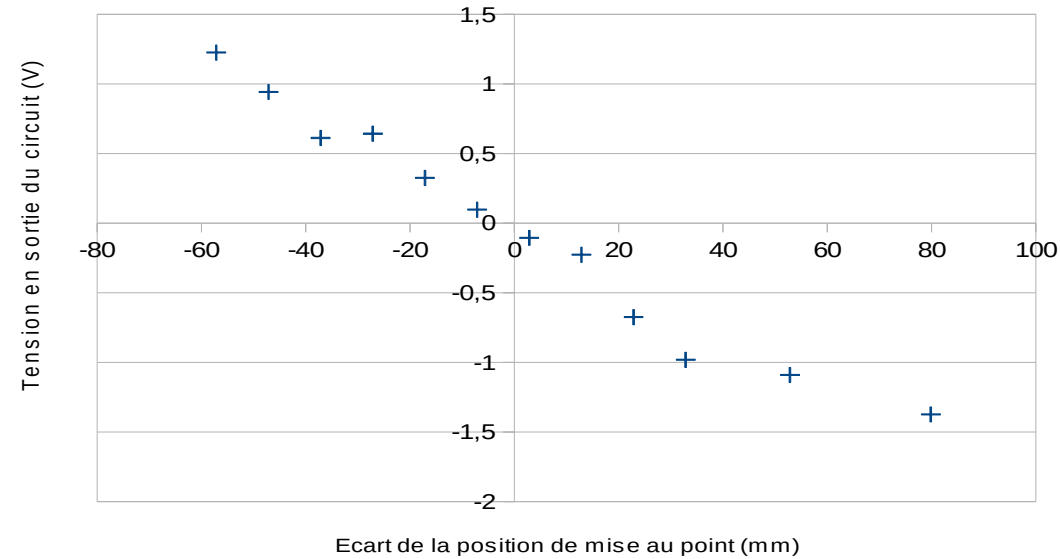
Objet à 80 cm



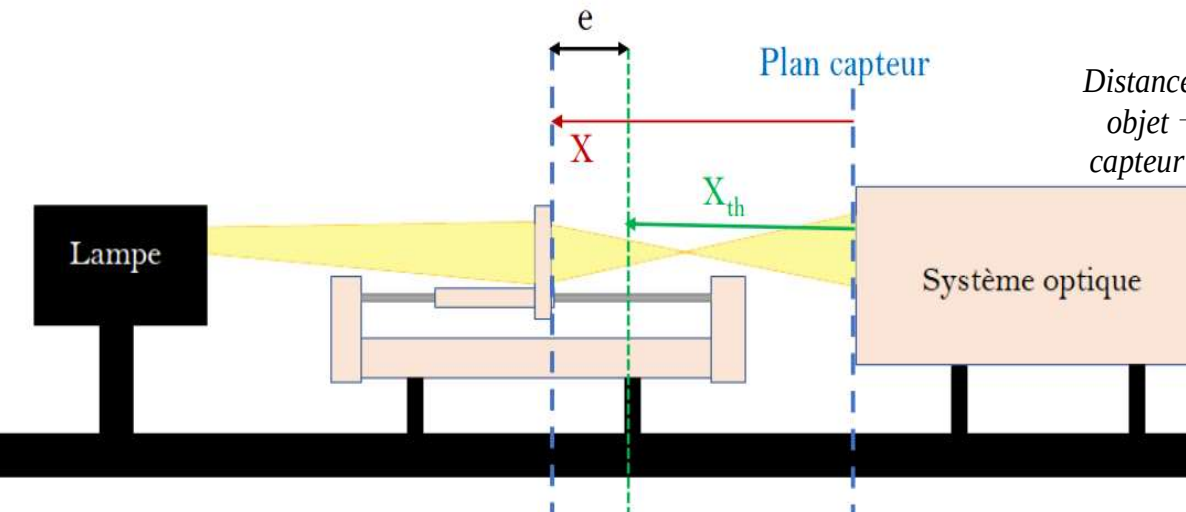
Distance de mise au point : 117mm

Tension en sortie du circuit

Objet à 80 cm

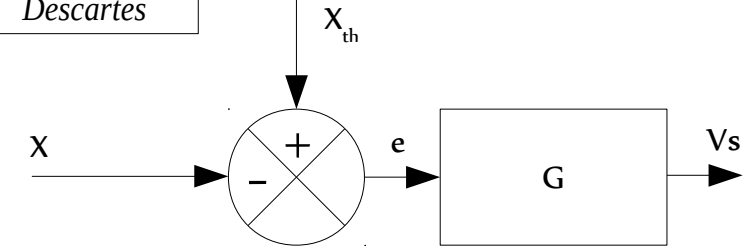


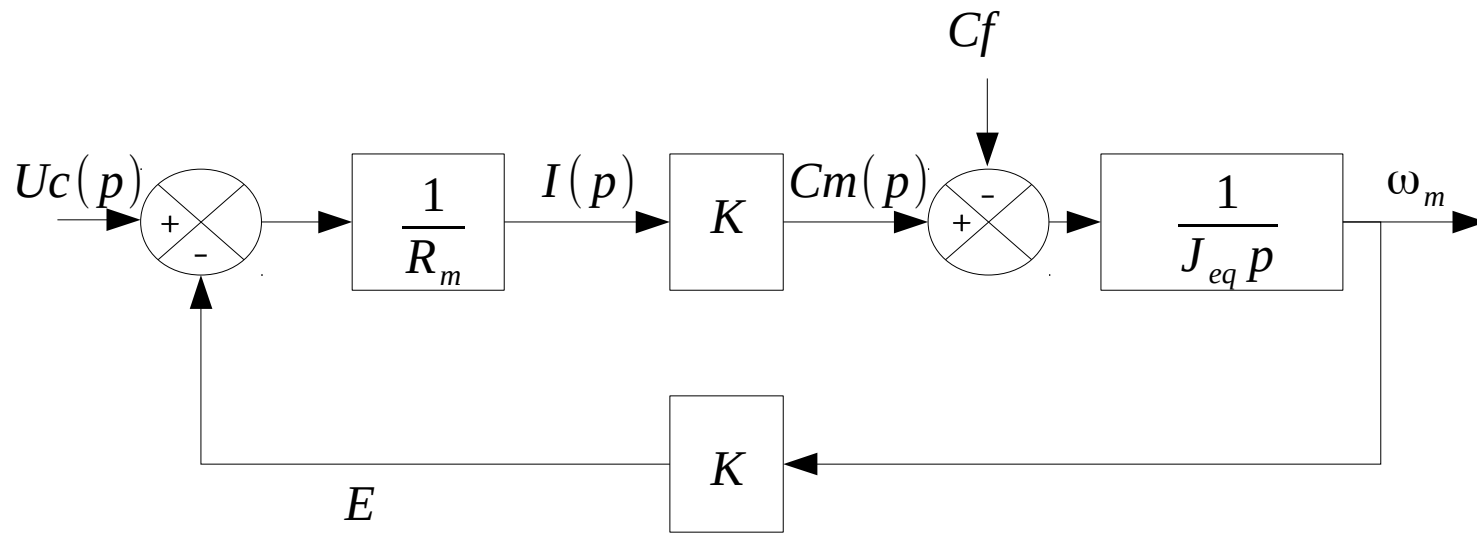
$G = -20 \text{ V/m}$



Distance
objet
capteur

Relation
de
Descartes





$$U = E + R_m i$$

$$J \frac{d\Omega}{dt} = Cm - Cf$$

$$Cm = Ki$$

$$E = K \Omega$$

Essai en génératrice : $K = 5,9 \cdot 10^{-3} V \cdot rad^{-1} \cdot s$

Essai en génératrice : $R_m = 0,79 \pm 0,03 \Omega$

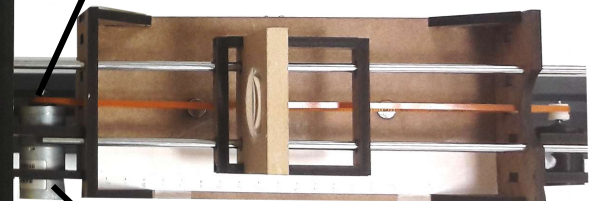
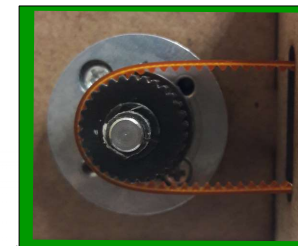
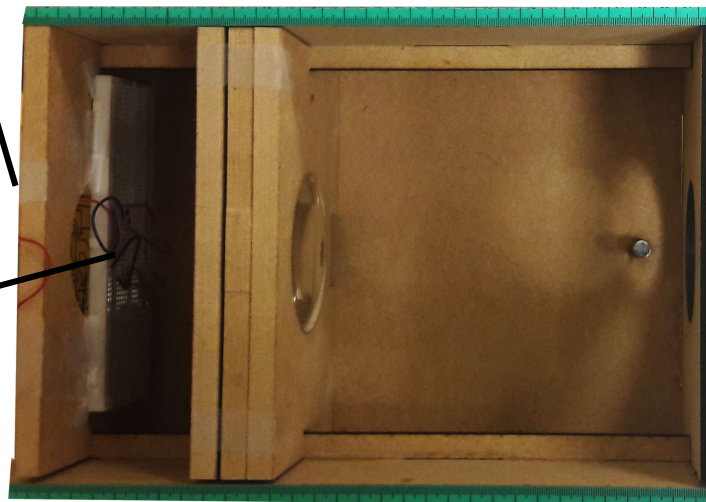
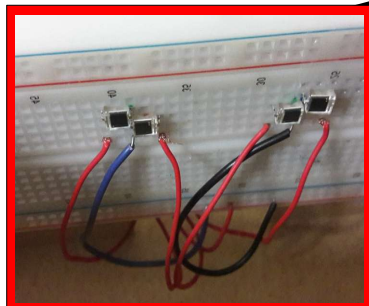
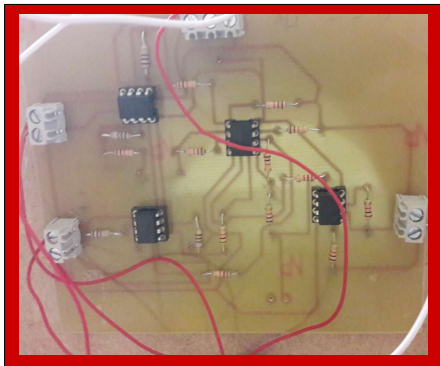
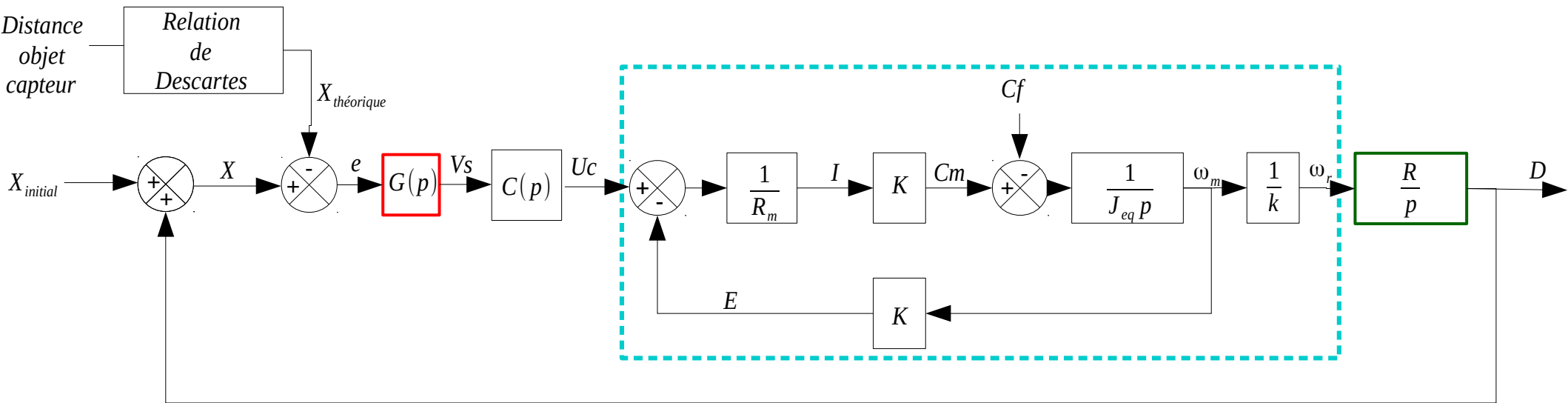
Essai de courant limite : $Cf = 6,85 \pm 0,10 mN \cdot m$

Essai de lâché : $J_{eq} = 3,1 \cdot 10^{-6} kg \cdot m^{-2}$

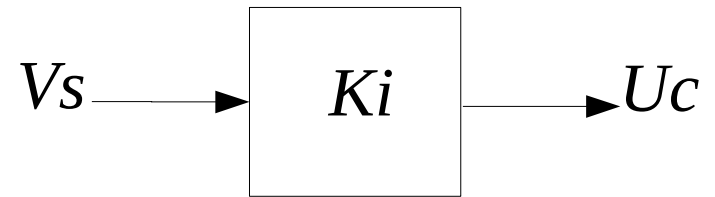
PRÉSENTATION DU SYSTÈME

ÉTUDE DE LA PARTIE OPTIQUE

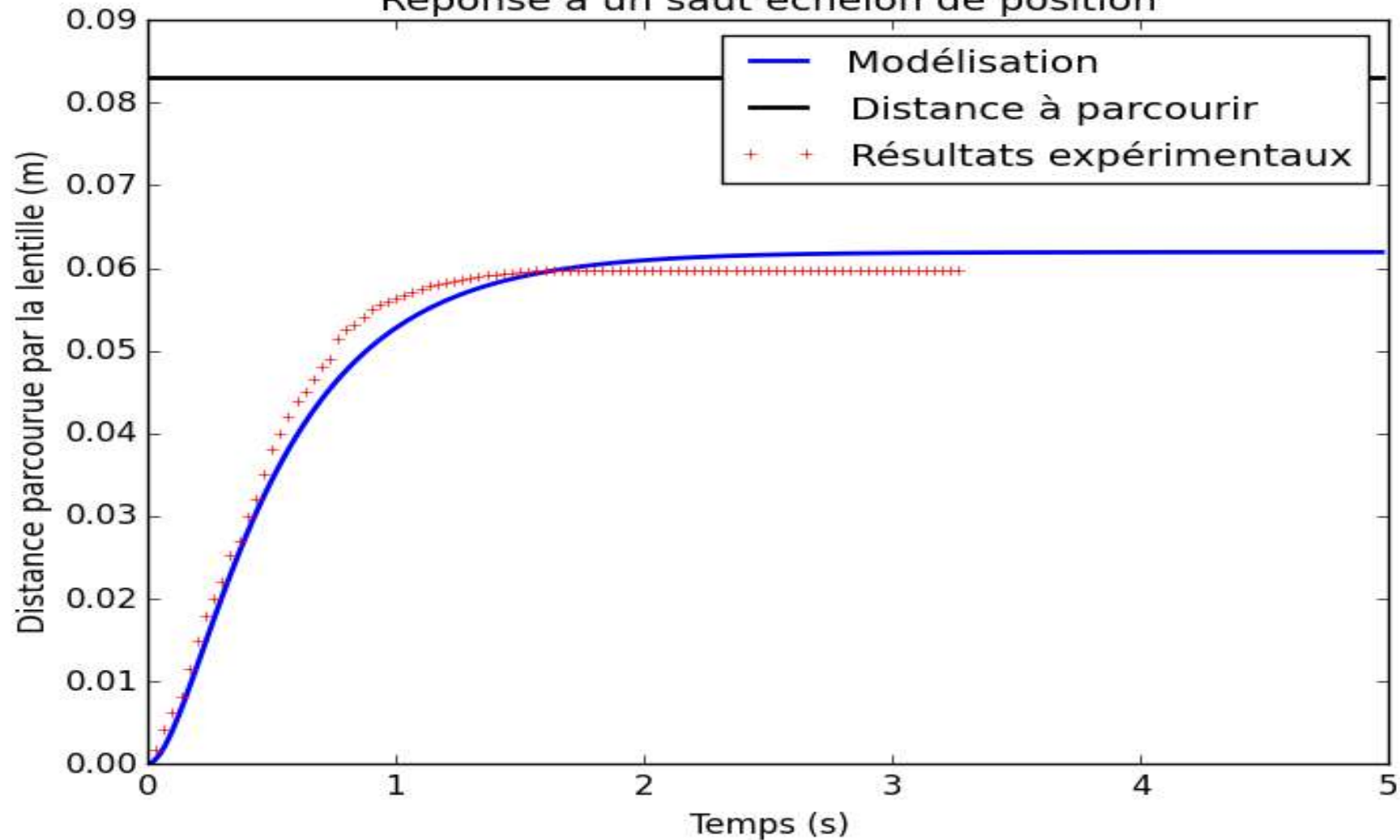
ÉTUDE DU SYSTÈME



$$C(p) = Ki$$

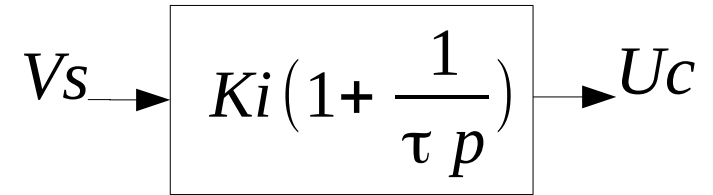


- Lentille initialement à 200 mm du capteur -
Réponse à un saut échelon de position

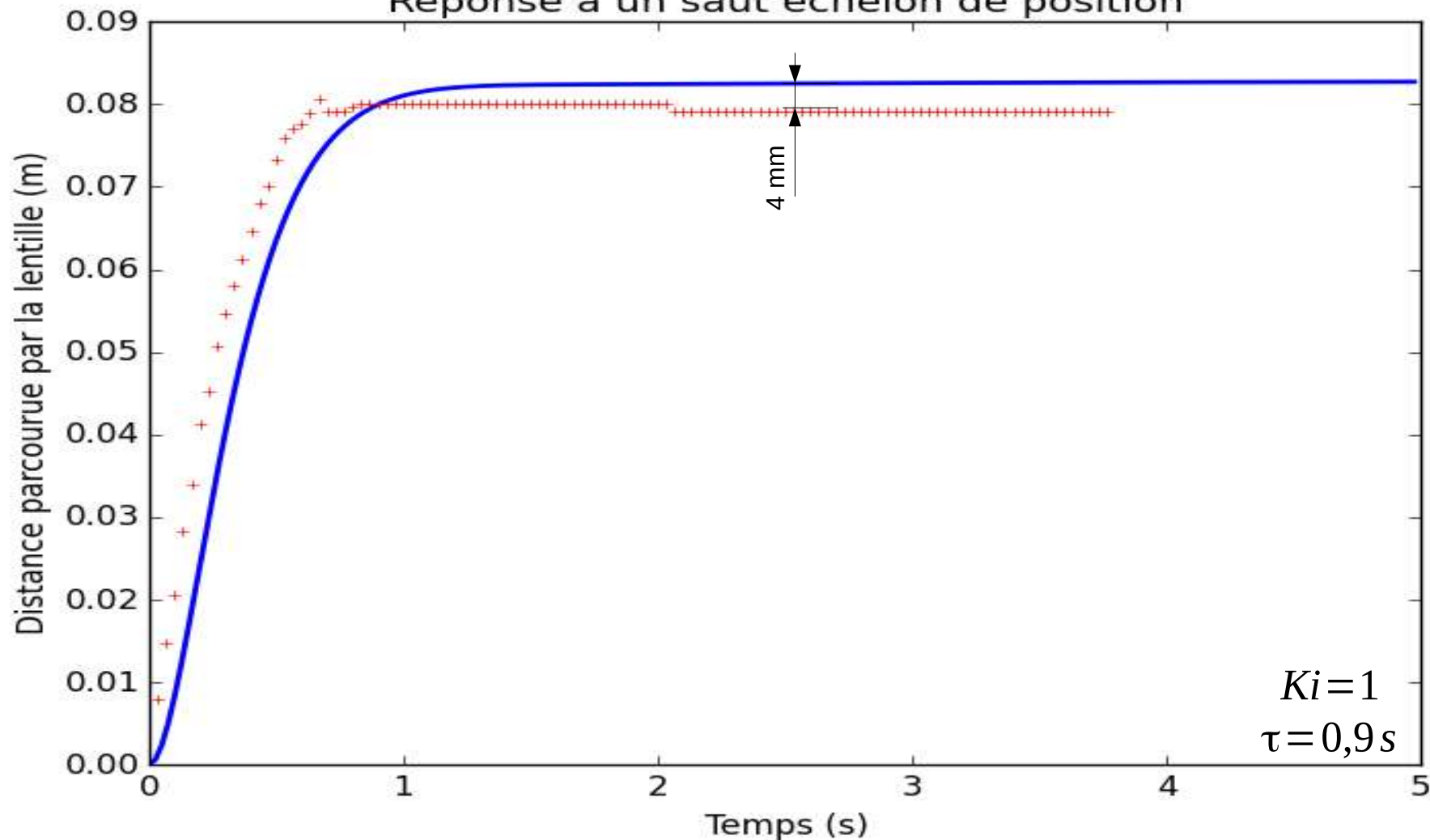


$$C(p) = Ki \left(1 + \frac{1}{\tau p} \right)$$

Objet à 80 cm du capteur

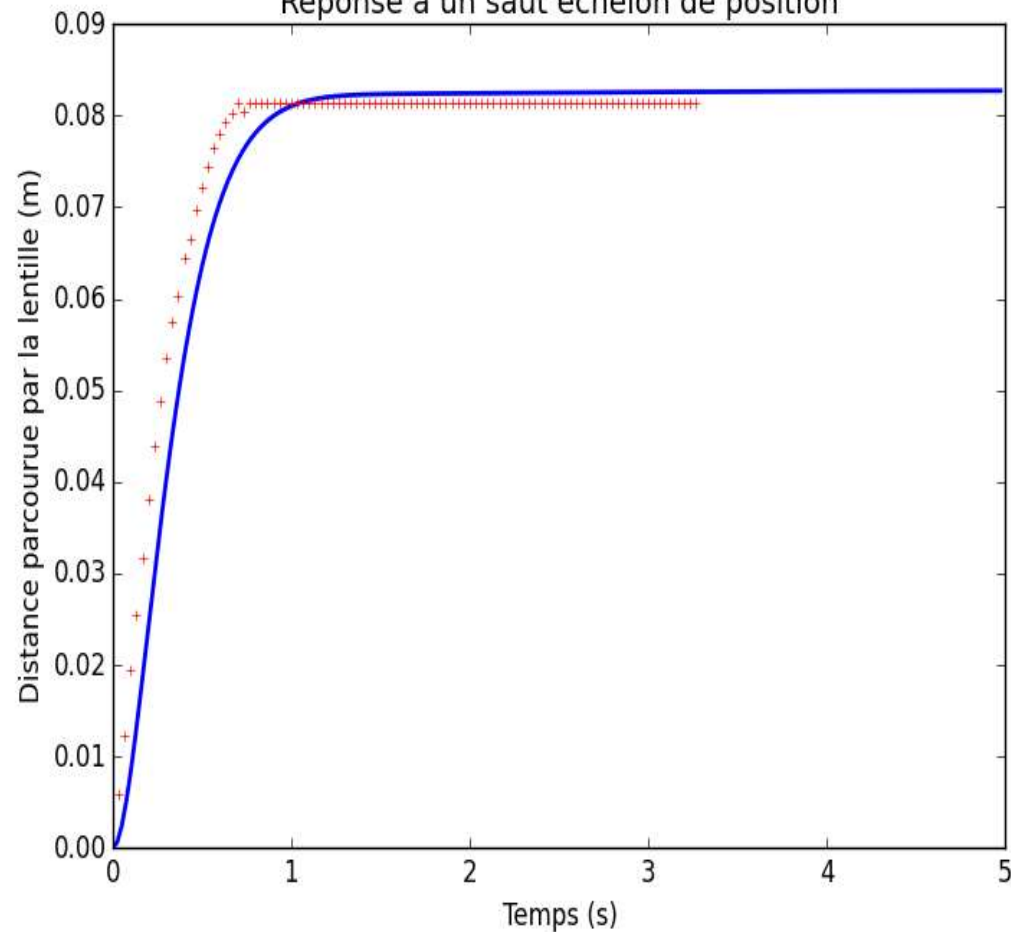


- Lentille initialement à 200 mm du capteur -
Réponse à un saut échelon de position

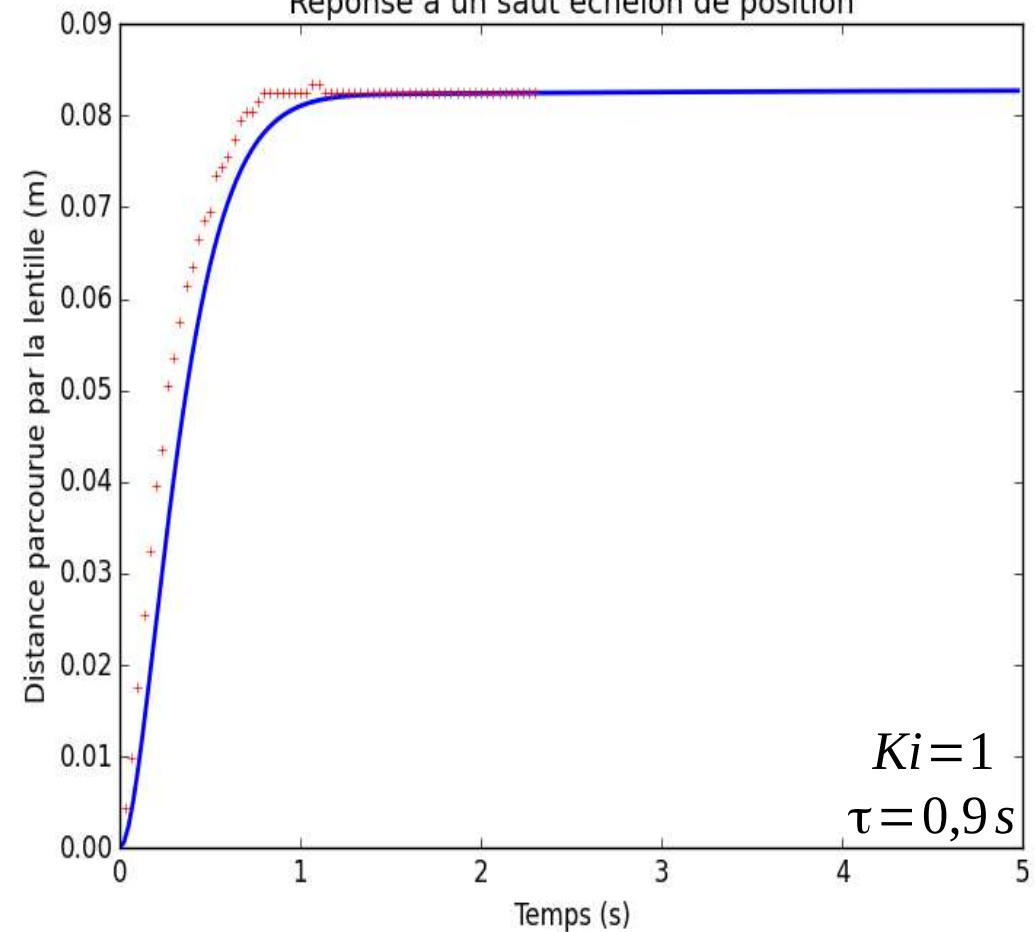


Objet à 80 cm du capteur

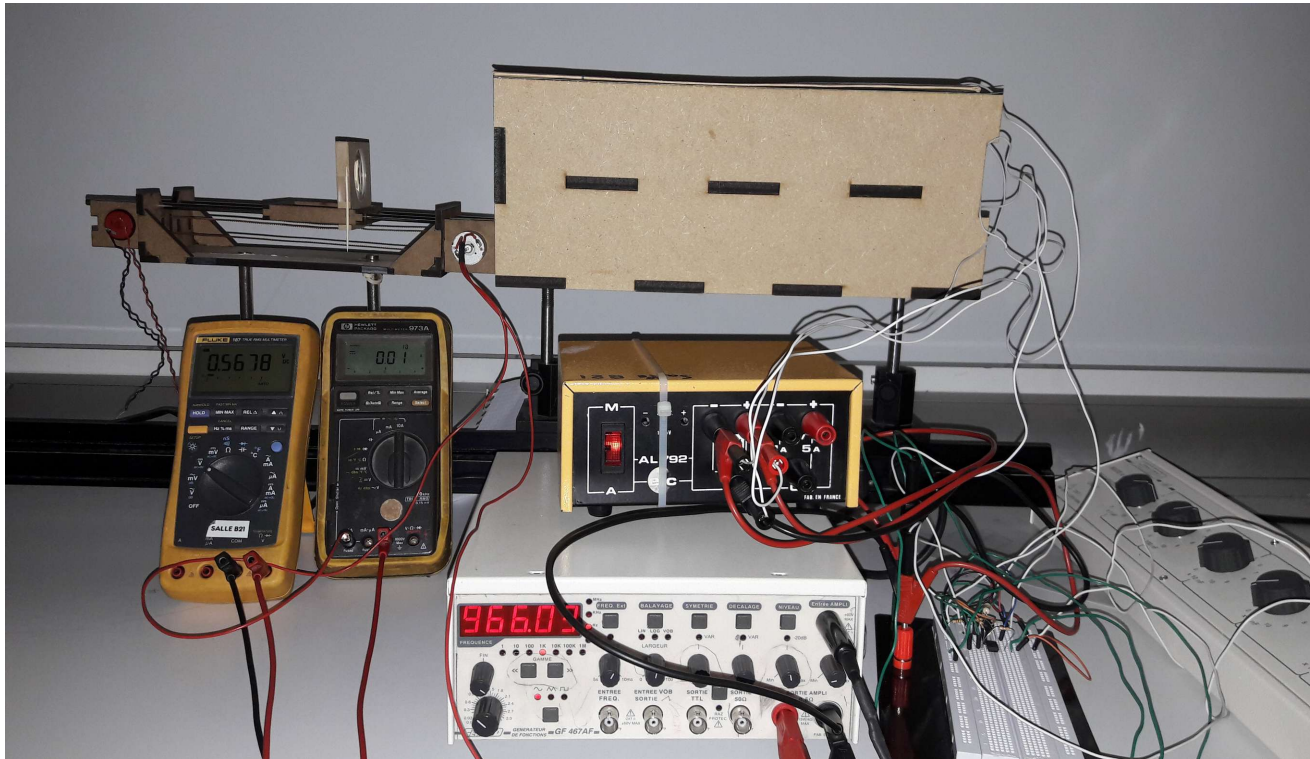
- Lentille initialement à 200 mm du capteur -
Réponse à un saut échelon de position



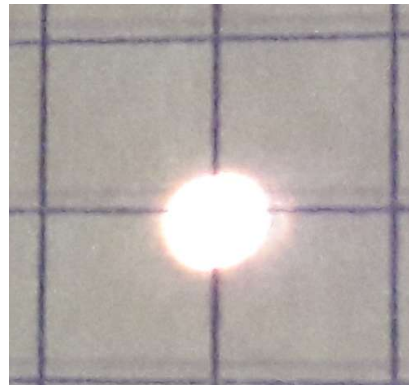
- Lentille initialement à 200 mm du capteur -
Réponse à un saut échelon de position



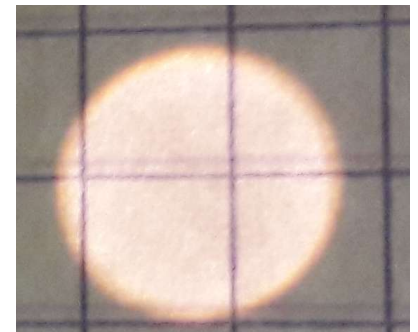
CONCLUSION



Mise au point réalisée



Écart de 0,5 cm



Écart de 2,5 cm

ANNEXE

''''''

#####

Définition des limites des figures et du nombre de rayons tracés

#####

''''''

xmax=320 #longueur utilisée pour tracer l'allure des faisceaux lumineux
ymax=50 #hauteur utilisée pour tracer l'allure des faisceaux lumineux
n=50 #nombre de rayons/2 utilisée pour tracer l'allure des faisceaux lumineux

''''''

#####

Définition des lentilles et des caches

#####

''''''

#convergente 100mm, convergente 50mm H, convergente 50mm B
lentilles=np.array([(lp,100,0,40),(210,100,0,80),(240,50,45/2,45),(240,50,-45/2,45)])
#(abscisse,focale,ordonnée du centre,diamètre)

#angles des rayons incidents en sortie de la source ponctuelle
#angles=[0.0174533*e*i for i in range(n)]+[0.0174533*-e*i for i in range(n)]

#définition de l'espace occupé par les lentilles
absord={ lp:[0], 210:[0], 240:[45/2,-45/2], } #lp : abscisse de la lentille principale
#{abscisse de la lentille:[ordonnée du centre]}
ordray={(lp,0):22.50,(210,0):80, (240,45/2):45/2, (240,-45/2):45/2}
#{(coordonnées de la lentille) : rayon de la lentille}
ordfoc={(lp,0):100,(210,0):100, (240,45/2):50, (240,-45/2):50}
#{(coordonnées de la lentille):[focale]}

#définition de l'espace occupé par les caches
caches={lp:[[-ymax,-20],[20,ymax]],0:[[-ymax,-20],[20,ymax]],210:[[-ymax,-40],[40,ymax]],230:[[-ymax,-22],[-20,20],[22,ymax]]}
#{abscisse du cache:[section du cache]}

ANNEXE

```
def rayon(angle, coordorigine=(xp,0), a=0):

    """
    Trace le trajet d'un rayon partant
    du point coordorigine avec un angle angle
    si a=1 : caches présents
    """

    y=[coordorigine[1]]

    for x in range(int(coordorigine[0])+1, xmax+1):

        y.append(y[-1]+np.tan(angle))

        if x in absord: #le rayon atteint une lentille

            ordlens=absord.get(x) # on extrait les ordonnées des lentilles concernées

            for o in ordlens: #pour toute lentille a cette abscisse

                if o-abs(ordray.get((x,o)))<y[-1]<o+abs(ordray.get((x,o))):
                    #on trouve la lentille correspondante
                    f=ordfoc.get((x,o))
                    angle=angle-(y[-1]-o)/f

    if a==1: #présence de caches
        for abscache in caches:
            ordon=caches.get(abscache)
            for section in ordon:
                if y[abscache-int(coordorigine[0])-1]!=None and section[0] <y[abscache-
int(coordorigine[0])-1] <section[1]: #si le rayon traverse le cache
                    y[abscache+1-int(coordorigine[0]):]=[None]*(len(y)-abscache-1+int(coordorigine[0]))
                    #on efface le tracé suivant le cache

    return y
```

ANNEXE

```
def resoudequa2nddeg(b,c,a=1):
```

```
    """
```

```
    (a=1,b=-D distance objet capteur, D>0, c=-Df')
```

```
    Renvoie l'abscisse à donner à la lentille principale
```

```
    pour obtenir une image nette **
```

```
    """
```

```
    d=b**2-4*a*c
```

```
    return (-b+d**.5)/(2*a)
```

```
    #on renvoie la plus grande abscisse, qui correspond à l'image se
```

```
    formant lorsque la lentille est
```

```
    #proche du capteur
```

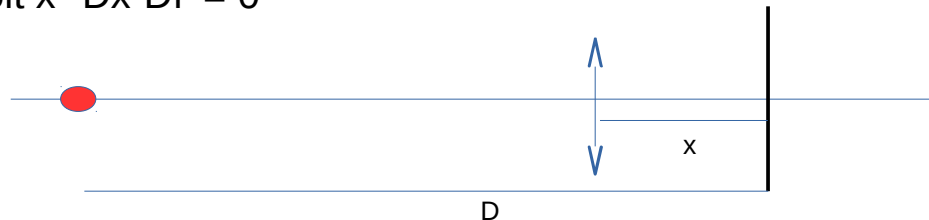
**

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{-1}{f'} \text{ avec } AA' = D$$

On a donc $OA - OA' = -D$ et $Df' = OA' \cdot OA$

Donc $x \cdot (x - D) = Df'$

Soit $x^2 - Dx - Df' = 0$



ANNEXE

"Tracé du trajet des rayons provenant d'une source ponctuelle en (xp,yp),
lentille principale en lp"

```
j=10 #allure du faisceau lumineux
if j==1:
    xpj=-950 #abscisse source
    xp=xpj
    yp=0 #ordonnée source
    lp=-30 #position lentille principale
    angles=[np.arctan(40/(abs(xpj-lp)))/(n+1)*i for i in range(n)]+
    [np.arctan(40/(abs(xpj-lp)))/(n+1)*-i for i in range(n)] #permet d'obtenir
    un faisceau lumineux englobant l'ensemble de la #lentille principale *
```

```
if j==1 : #figure expérience
    yf=[]
    plt.figure()
    for i in range(len(angles)):
        y1=rayon(angles[i],(xpj,yp),ca)
        plt.plot(np.array([x for x in range(xpj,xmax+1)]),y1,'-r')
        yf.append(y1[-1])

    plt.ylim(-ymax,ymax)
    plt.xlim(xp-20,xmax)
```


ANNEXE

"Objet à position fixe, lentille principale mobile"

```
l=0
if l==1:
    lp=1 # on donne une valeur pour ne pas avoir d'erreur lors
    #de la def des lentilles ; sera redéfini par la suite
    xpl=-1400 #abscisse source d'origine
    xp=xpl

if l==1:

    lpl=[3*k for k in range(-100,2)]
    yp=0
    angles=[np.arctan(40/(2*abs(xp+100)))/(n+1)*i for i in range(n)]+[np.arctan(40/
(2*abs(xp+100)))/(n+1)*-i for i in range(n)]
    yf=[] #position finale du spot lumineux
    xt=[] #position de la lentille
    U=[]
    for lp in lpl : #pour chaque position de la lentille mobile

        #convergente 100mm, convergente 50mm H, convergente 50mm B
        lentilles=np.array([(lp,100,0,40),(210,100,0,80),(240,50,45/2,45),(240,50,-45/2,45)])
        #(abscisse,focale,ordonnée du centre,diamètre)

        #définition de l'espace occupé par les lentilles
        absord={ lp:[0],210:[0], 240:[45/2,-45/2], }
        ordray={(lp,0):22.50,(210,0):80, (240,45/2):45/2, (240,-45/2):45/2,}
        ordfoc={(lp,0):100,(210,0):100, (240,45/2):50, (240,-45/2):50}
        #définition de l'espace occupé par les caches

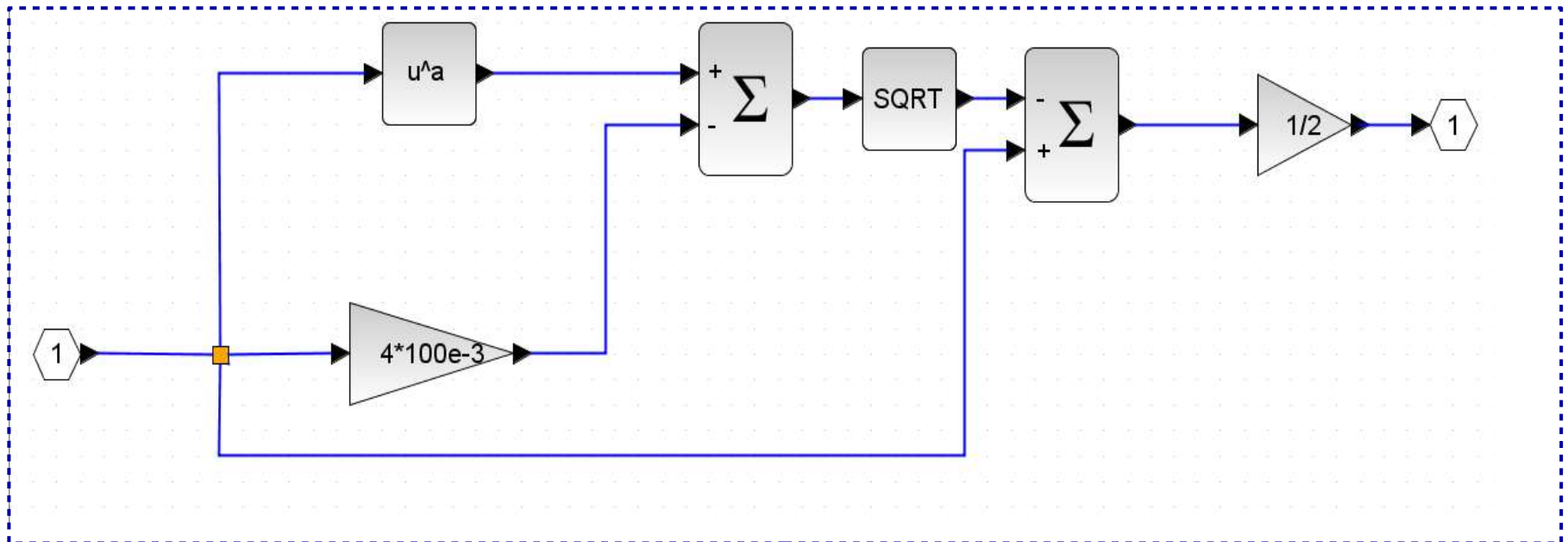
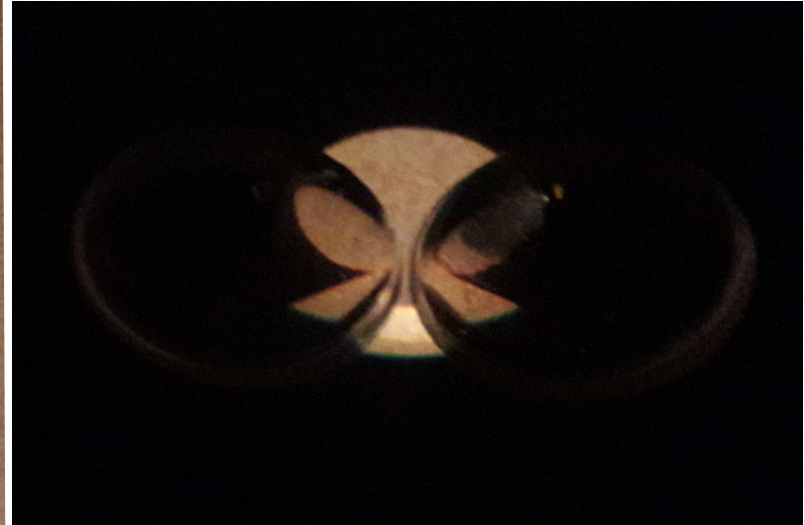
        caches={lp:[[-ymax,-20],[20,ymax]],0:[[-ymax,-20],[20,ymax]],210:[[-ymax,-40],
[40,ymax]],230:[[-ymax,-22],[-20,20],[22,ymax]]}
```

ANNEXE

```
for i in range(len(angles)): #pour chaque rayon partant de la source
    y1=rayon(angles[i],(xpl,yp),ca) #tracer le trajet du rayon
    xt.append(lp) #on ajoute la position de la lentille à la liste
abscisse
    yfi=y1[-1] #et la position finale du spot lumineux sur le plan des
photodiodes
    yf.append(yfi)

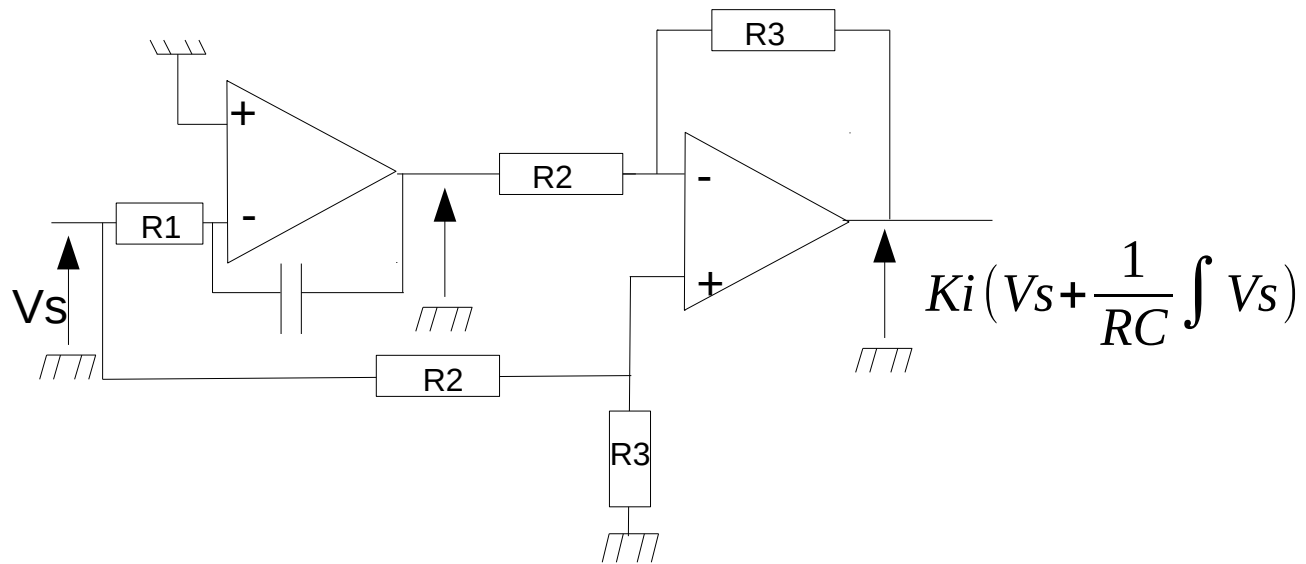
plt.figure()
plt.title('Objet à '+str(xp)+' mm du capteur')
plt.xlabel('Position de la lentille mobile par rapport au capteur(mm)')
plt.ylabel('Position du point lumineux sur le plan des photodiodes')
```

ANNEXE



ANNEXE

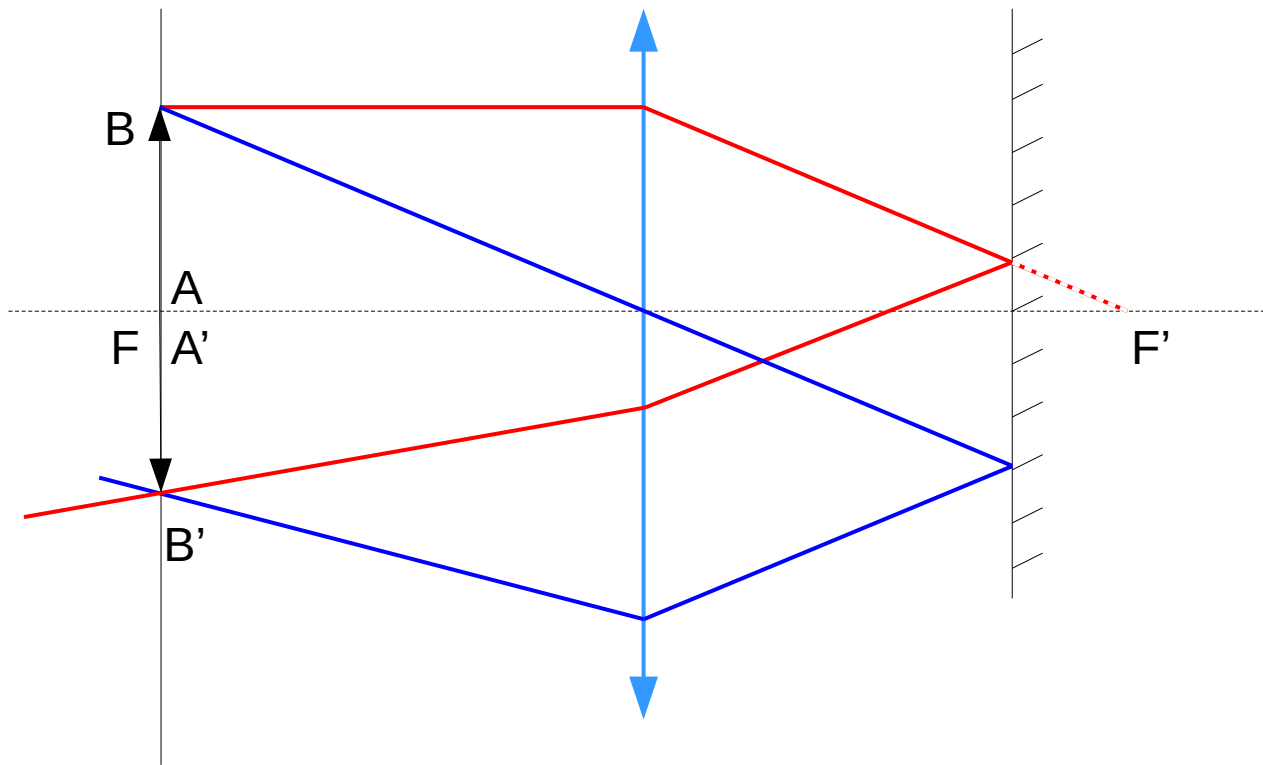
Correcteur réalisé :



$$K_i = \frac{R_3}{R_2}$$
$$\tau = RC$$

ANNEXE

Détermination des distances focales des lentilles : méthode d'autocollimation



**Lentille
collimatrice:**
 $f=101 \pm 2\text{mm}$

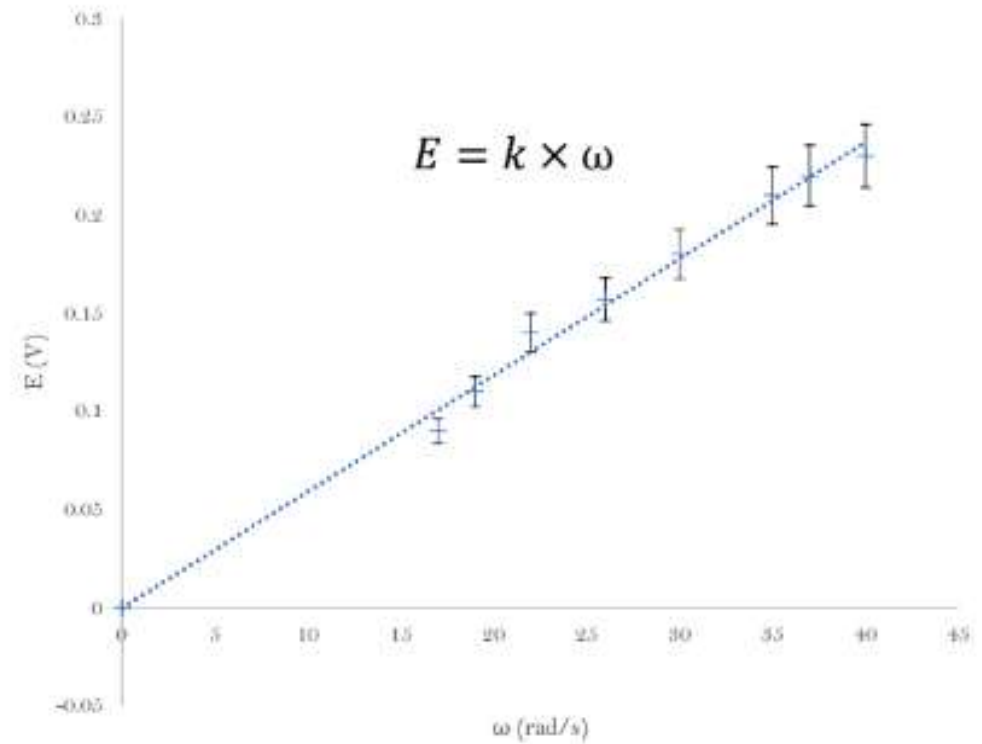
**Lentilles de
focalisation :**
 $f=50 \pm 2\text{mm}$

ANNEXE

Détermination de K



Détermination de K



$$k = 5.9 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$$

ANNEXE

Essai en court-circuit : **détermination de R**

On néglige l'influence de L

On a $U = RI + E$

donc en court-circuit , on a $RI = - E$

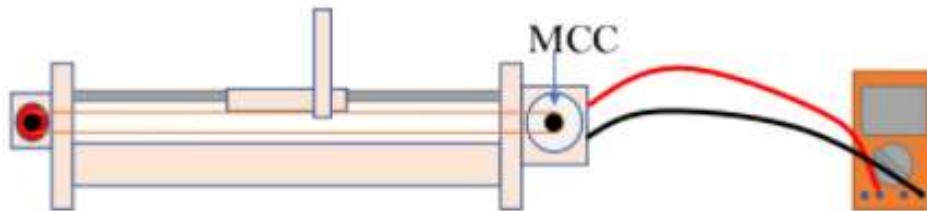


Pour plusieurs valeurs de ω , on détermine E donc R

On trouve **$R = 0.79 \pm 0.03 \Omega$**

ANNEXE

Détermination de C_f



$$J \frac{d\Omega}{dt} = C_m - C_f \text{ à la limite de rotation } \frac{d\Omega}{dt} = 0$$
$$\Rightarrow C_m = C_f = k \times I_{lim}$$

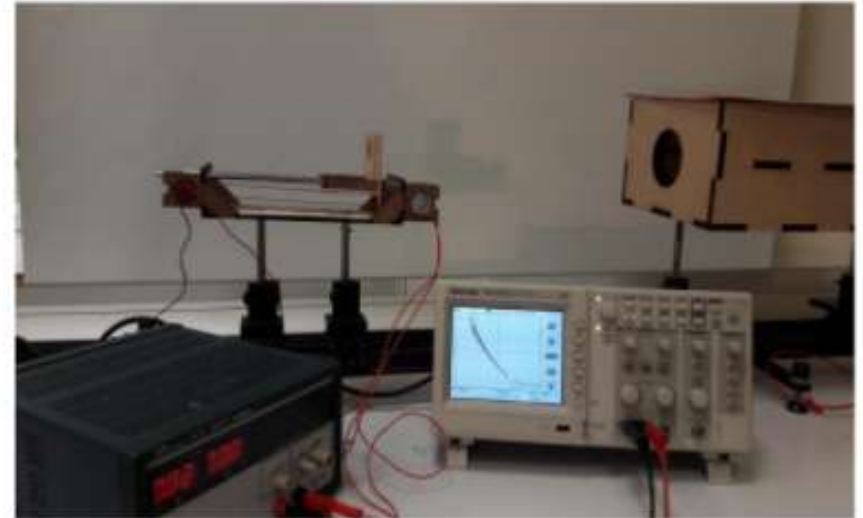
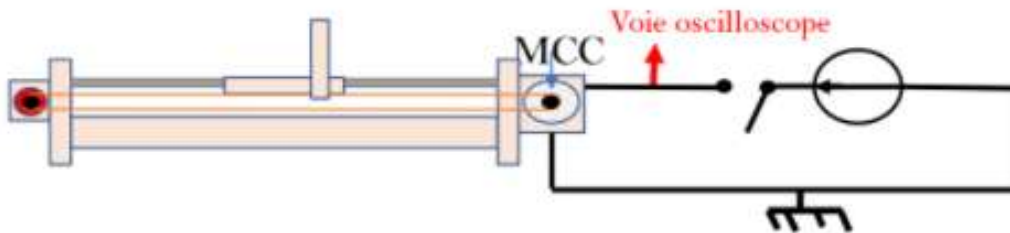
On relève $I_{lim} = 1.31 \pm 0.02 \text{ A}$

On en déduit alors $C_f = 6.85 \pm 0.10 \text{ mN.m}$

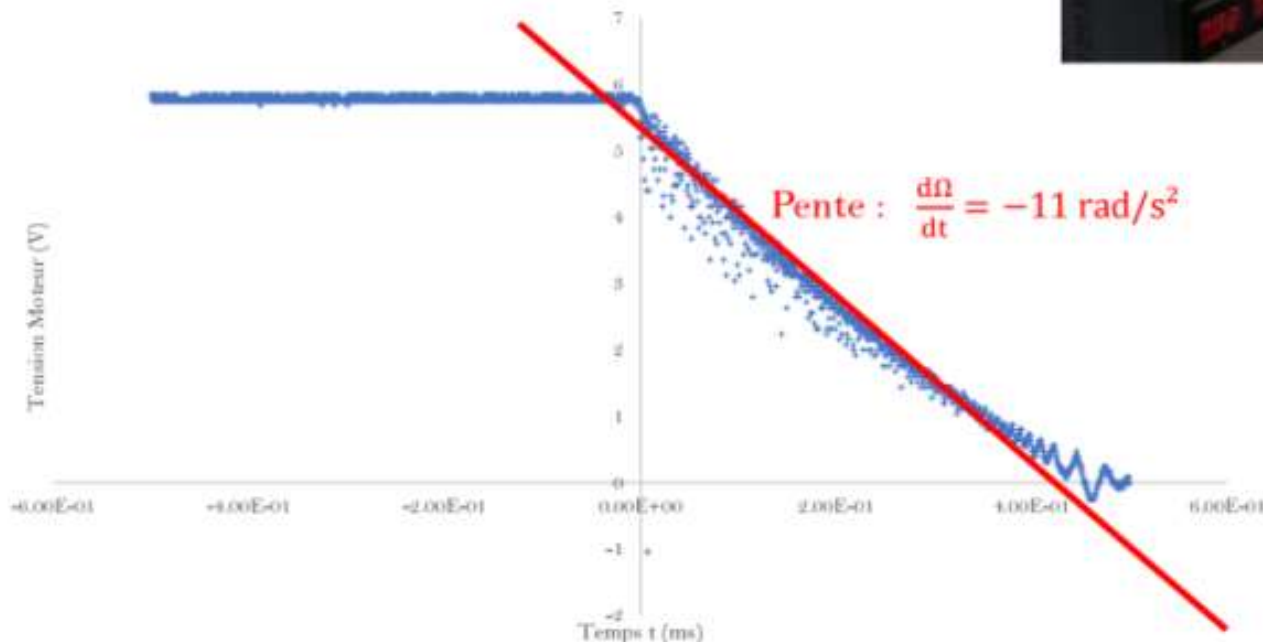


ANNEXE

Détermination de J_{eq}



Essai de lâcher



$$\text{on a } J_{eq} \frac{d\Omega}{dt} = -C_f$$

$$\Rightarrow J_{eq} = 3.1 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2$$