Compilations des rédactions possibles et attendues

PTSI2

PTSI 2

Compte rendu : TP Optique
Focométrie.

En physique on est amené à faire de nombreuses expériences et manipulations dans le but d'obtenir des résultats précis. Cependant différents facteurs nous empêchent d'obtenir des résultats parfait, pour palier à cela on a élaboré des méthodes pour déterminer ces incertitudes. Le but de ce TP est d'essayer trois méthode de mesures de distances focales de lentilles, et de les comparer pour étudier leurs défauts et leurs qualités, notamment leurs précisions. Ainsi le TP va se dérouler selon les étapes suivantes :

- Méthode par auto-collimation
- L'exploitation de la relation de conjugaison
- La méthode de Bessel.
- Comparaison des méthodes

Chacune de ces méthodes permettra d'obtenir des résultats différents que l'on pourra comparer pour juger leur efficacité.

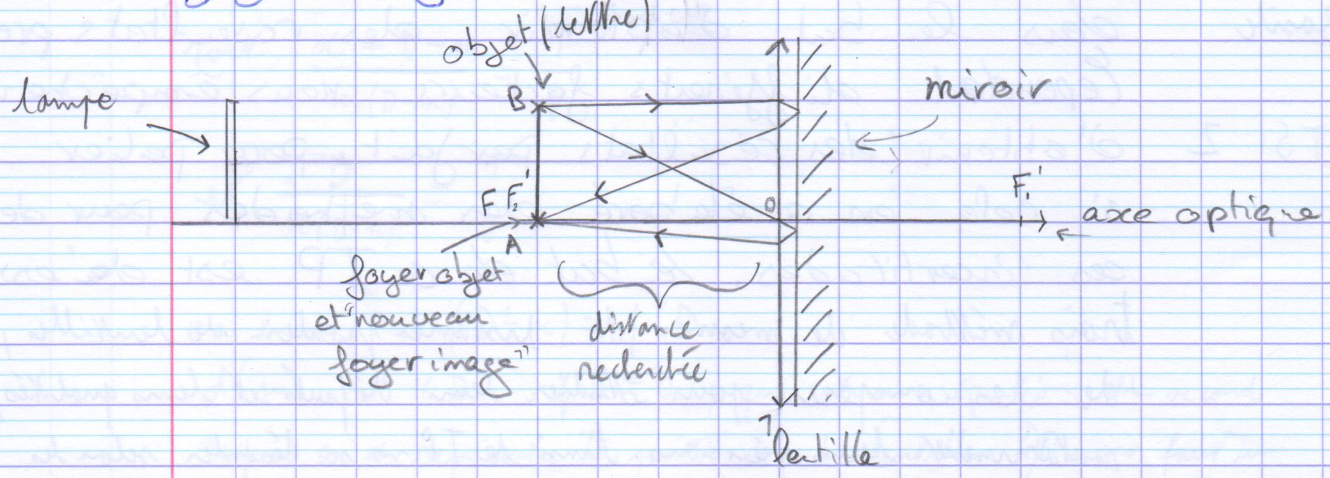
TB

I) Première méthode : l'Autocollimation

On sait que lorsque l'objet est positionné sur le foyer objet alors les rayons incidents après avoir traversé la lentille ressortent parallèle pour former une image à l'infini. De plus lorsque des rayons arrivent parallèle, dans la lentille ils ressortent en convergeant vers le foyer image. Nous allons utiliser ces deux propriétés dans la méthode d'Autocollimation, en plaçant le miroir après la lentille, les rayons

TB

sortent de la lentille parallèle entre eux et le miroir les reçoit parallèle et en ressortant de la lentille ils convergent vers le "nouveau foyer image".



<u>Protocole</u> : - réaliser le montage représenté par le schéma ci-dessus.
- placer la lampe, l'objet et système optique lentille-miroir à la même hauteur pour les aligner.
- Faire varier la distance objet-lentille jusqu'à former une image nette.
- Relever la distance objet-lentille.

<u>Mesures</u> : Nous avons relevé une valeur exacte de 12,5 cm entre l'objet et la lentille lorsque l'image formée nous paraissait la plus nette. On a donc 125 mm, ce qui est en accord avec la distance focale indiquée sur la lentille.

<u>Incertitudes</u> : Cette manipulation, bien que simple, induit des incertitudes qui sont liées : - au placement du centre optique de la lentille sur son support.
- à l'imprécision du matériel (banc d'optique, supports, graduations...)

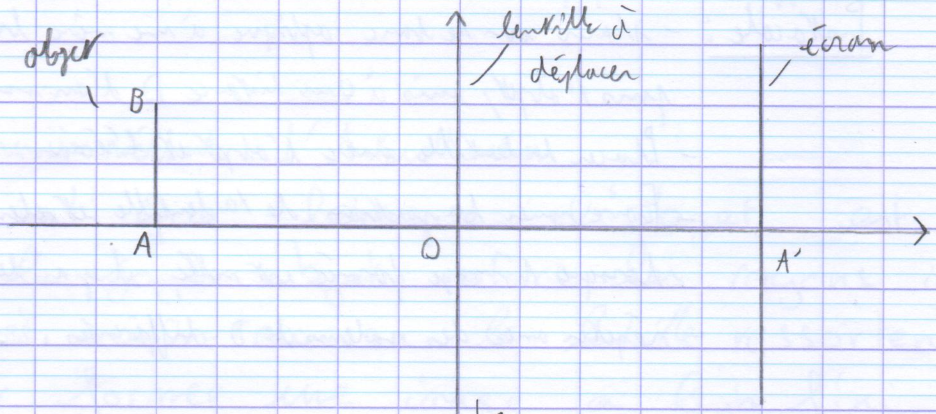
- à la subjectivité par rapport à la netteté et la taille de l'image formée.

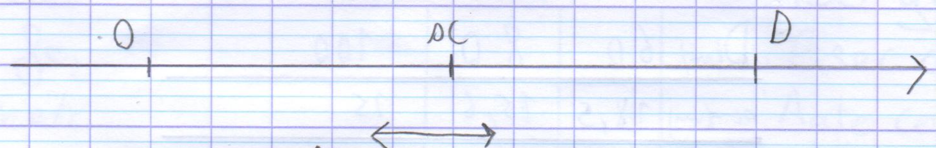
En raison de tous ces facteurs, on estime que l'incertitude est de 3 mm. D'où on présente notre mesure : $f = 1,25 \times 10^2 \pm 3$ mm.

On conclut avec l'efficacité de cette méthode. Il s'agit d'une méthode simple et rapide à mettre en place, qui permet de donner un résultat fiable avec une incertitude correcte.

2) Méthode de Bessel

On dispose d'un objet et d'un écran placés à une distance D sur un banc optique, et d'une lentille mince convergente située entre les deux dont on souhaite trouver la distance focale. La méthode de Bessel consiste à trouver deux positions de la lentille pour lesquelles se forment une image nette sur l'écran. TB





la valeur de x représente la position de L_1

Expérience :

On va désormais déplacer l'assemblage miroir-lentille le long du banc, jusqu'à ce qu'une image nette se forme au niveau de l'objet. A ce moment-là, on note la distance d entre l'image et la lentille : c'est la distance focale que l'on recherche ($d = f'$)

TB

Explication du phénomène :

Si $d = f'$, et que le miroir est placé derrière la lentille, cela signifie qu'on a placé l'objet (modélisé sur le schéma par la flèche AB) au niveau du plan focal objet de la lentille ; d'où le fait que les points A et F coïncident. Théoriquement, celui-ci est censé donner une image à l'infini : les rayons lumineux provenant de B ressortent parallèles de la lentille.
Cependant, comme l'on a placé un miroir derrière celle-ci, ces rayons sont réfléchis. Selon la loi sur la réflexion de Snell-Descartes, leur angle de réflexion r est égal à leur angle d'incidence i ; or, étants sortis parallèlement, leurs angles i respectifs sont identiques. Par conséquent, ils sont réfléchis de la même manière, et repassent en sens inverse à travers la lentille, toujours parallèles entre eux, simulant un objet à l'infini. L'image d'un tel objet se forme normalement sur le plan focal image de la lentille ; comme l'image virtuelle simulée par le premier passage des rayons se trouve en aval de cette lentille, l'image se forme dans ce cas-là sur le plan focal objet, où se trouve l'objet AB. D'où l'observation d'une image nette à ce niveau.

Bien rédigé

TB

Mesure : Nous avons placé l'objet sur le zéro du banc ($x_0 = 0$ cm), et la lentille à $x = 18,4$ cm.

$d = x - x_0 = 18,4 - 0 = 18,4$ cm $\Rightarrow f' = 184$ mm

2. Méthode de Bessel

Dans cette partie, on s'interesse à l'existance de deux positions de la lentille donnant une image nette, avec une condition sur D, la distance entre l'écran et l'objet.

Voir Schéma 2

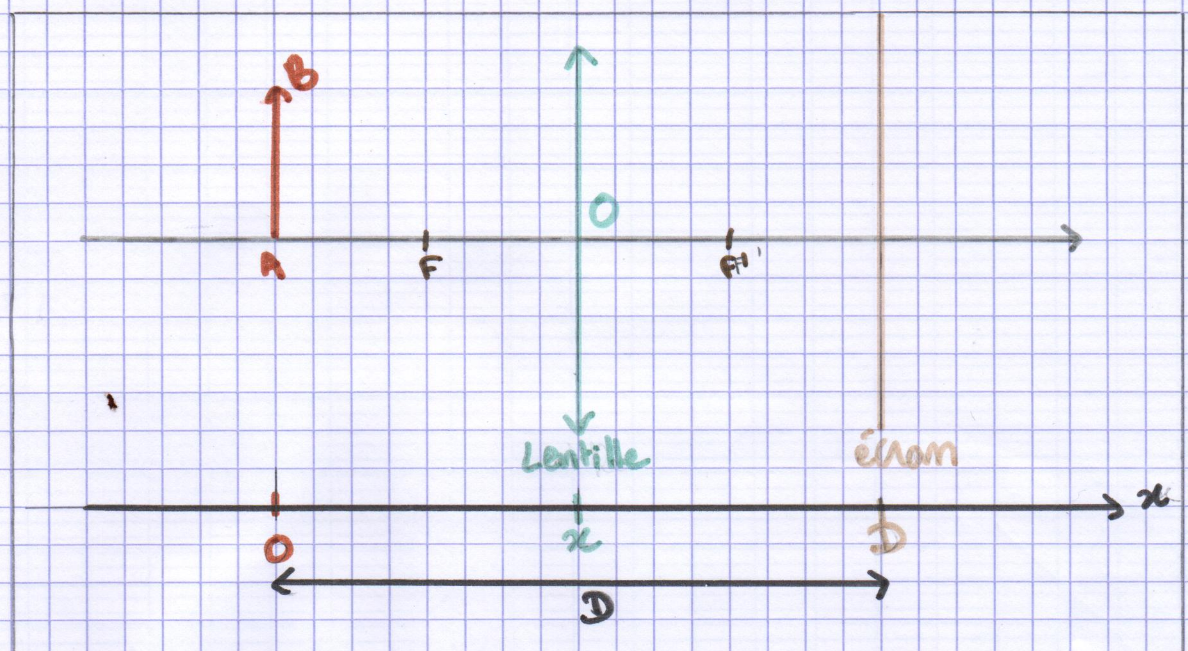


SCHÉMA 2 : MÉTHODE DE BESSEL

TB

Avec la relation de conjugaison, on pose $x = -\overline{OA}$

ainsi $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \iff \frac{1}{D-x} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f'}$

on obtient $\boxed{\frac{1}{D}x^2 - x + f' = 0}$, un polynome du second degré

$\Delta = 1 - 4 \times \frac{1}{D} \times f'$

On a deux images, donc deux racines réelles

Ainsi $\Delta > 0$

On isole donc D : $D > 1 - 4f'$

Ainsi, pour voir 2 images réelles, D doit être supérieur à $1-4f'$.

On obtient le schéma ci-contre

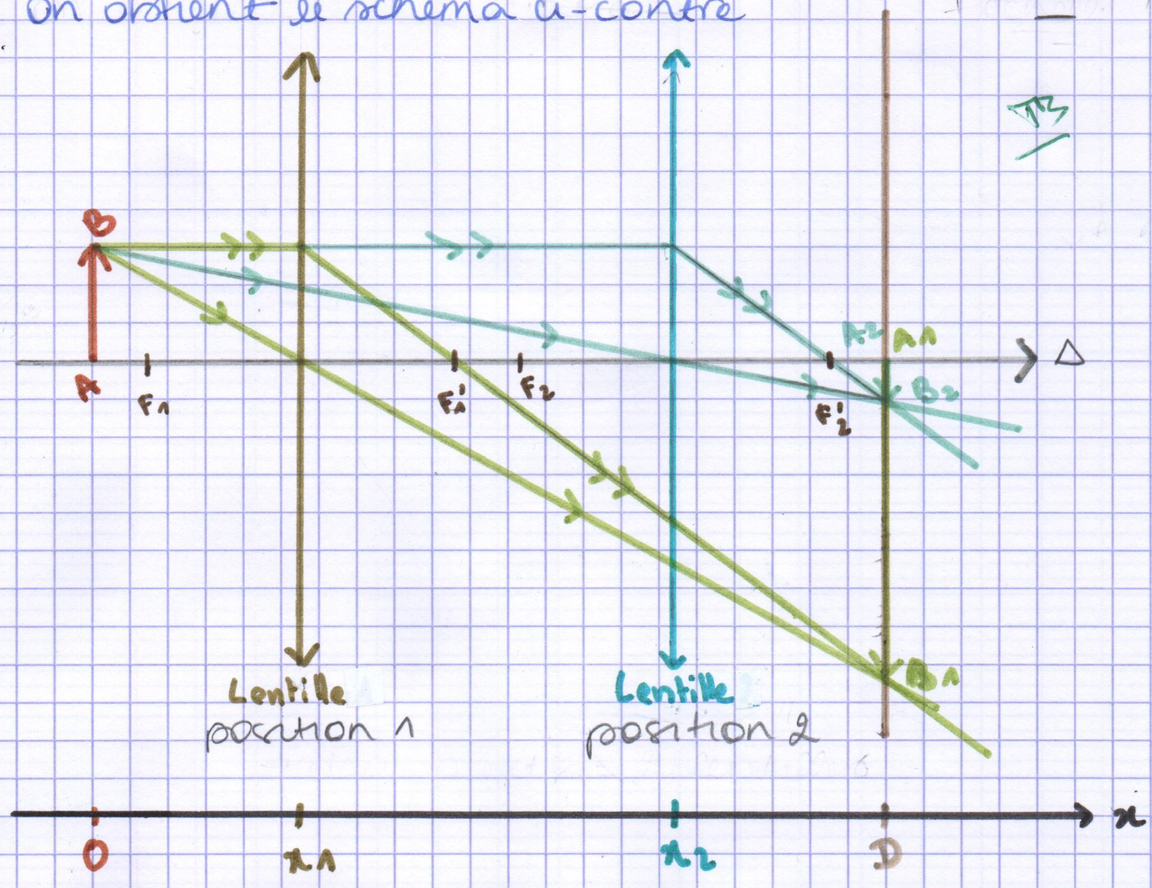


SCHÉMA 3 : DEUX SOLUTIONS AVEC LA MÉTHODE DE BESSEL

Bonne présentation

On s'intéresse à trouver la distance focale f de la lentille. Or, de manière théorique, on a :

Soit d la distance entre les deux positions x_1 et x_2 $(x_2 > x_1)$

On a alors :

$$d = x_2 - x_1 \Leftrightarrow d = \frac{1-\sqrt{\Delta}}{2\times\frac{1}{D}} - \frac{1+\sqrt{D}}{2\times\frac{1}{D}}$$

$$\Leftrightarrow d = \frac{\sqrt{\Delta}}{\frac{1}{D}}$$

$$\Leftrightarrow d = D\sqrt{1-4f'\frac{1}{D}} \quad (\Delta > 0)$$

$$\Leftrightarrow d^2 = D^2\left(1-4f'\frac{1}{D}\right)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{f' = \frac{D^2-d^2}{4D}}$$

Eulalie
Blandine

On applique cette formule à nos données expérimentales :
On obtient $x_1 = 76,0\,cm$
$x_2 = 27,1\,cm$

On a alors $\begin{cases} D = 105,0\,cm \\ d = 48,9\,cm \end{cases}$

et $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D} = \frac{(105,0)^2 - (48,9)^2}{4 \times 105,0}$

AN : $f' = 20,6\,cm$

D'après cette méthode, la distance focale est de **20,6 cm**

Il existe des sources d'incertitude lors de cette expérience, comme la précision du banc d'optique et des supports et la difficulté à trouver les positions **exactes** où les images étaient nettes.
Pour réduire ces incertitudes, on réitère cette expérience plusieurs fois en faisant varier la distance D. On obtient donc plusieurs valeurs de x_1 et x_2 en fonction de D
On obtient le tableau suivant

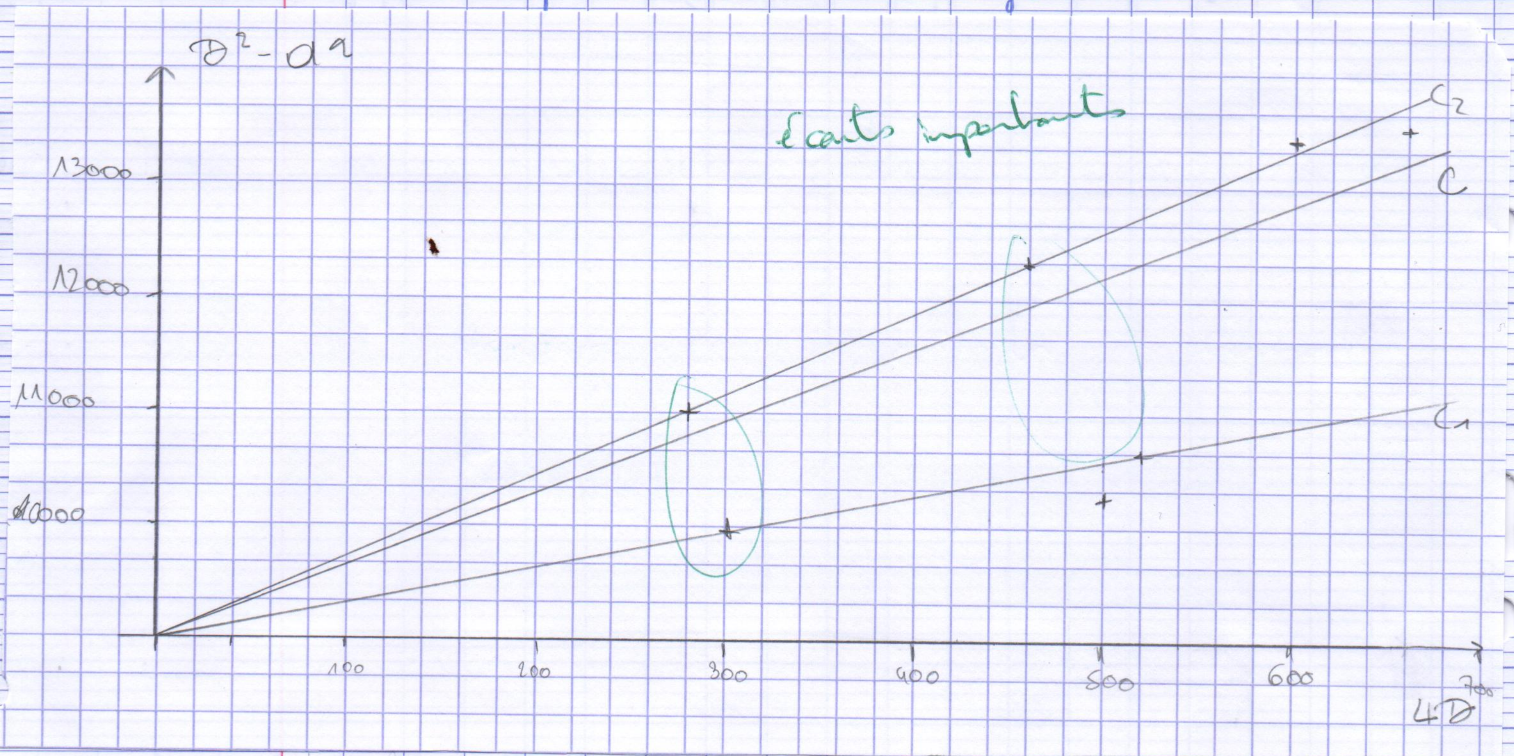
	1	2	3	4
x_1	105,0	125,0	150,0	165,0
x_2	76,1	98,0	119,1	140,1
d	27,1	25,0	24,0	23,2
D	48,9	73,1	95,0	112,0

D'après la formule précédente,
$4D \times f' = D^2 - d^2$ avec f' constant
On pose $x = 4D$ et $y = D^2 - d^2$

TB

On obtient donc une fonction linéaire de $D^2 - d^2$ en fonction de a
$af' = y$
f' est donc le coefficient linéaire de cette droite.

On effectue une régression linéaire sur cette fonction pour determiner ce coefficient linéaire, en réduisant l'influence de l'erreur de mesure et ainsi, obtenir une valeur moyenne de f'.
On trace alors, avec un programme python, la courbe représentante de la fonction



Courbe representant la regression linéaire

TB

avec quel logiciel obtenez vous cela ?

R^2 est égal à 92%. Le modèle est acceptable.
On obtient la droite d'équation
avec un coefficient directeur f' égal à 26 cm.
Avec la méthode des droites parallèles, on obtient
une incertitude de 4,49 cm
Ainsi, d'après cette expérience,

$f' = 26 \pm 4,49$ cm

3. Comparaison des méthodes

On cherche à vérifier la compatibilité de ces mesures
On calcule donc un critère sur écart normalisé.

$$EN = \frac{|19,5 - 26|}{\sqrt{(0,5)^2 + (4,49)^2}}$$

$\simeq 1,4$

L'écart normalisé est inférieur à 2 donc les mesures sont compatibles. TB

Conclusion

étrange

conclusion : La méthode de Bessel est plus précise mais plus longue à mettre en place que l'au

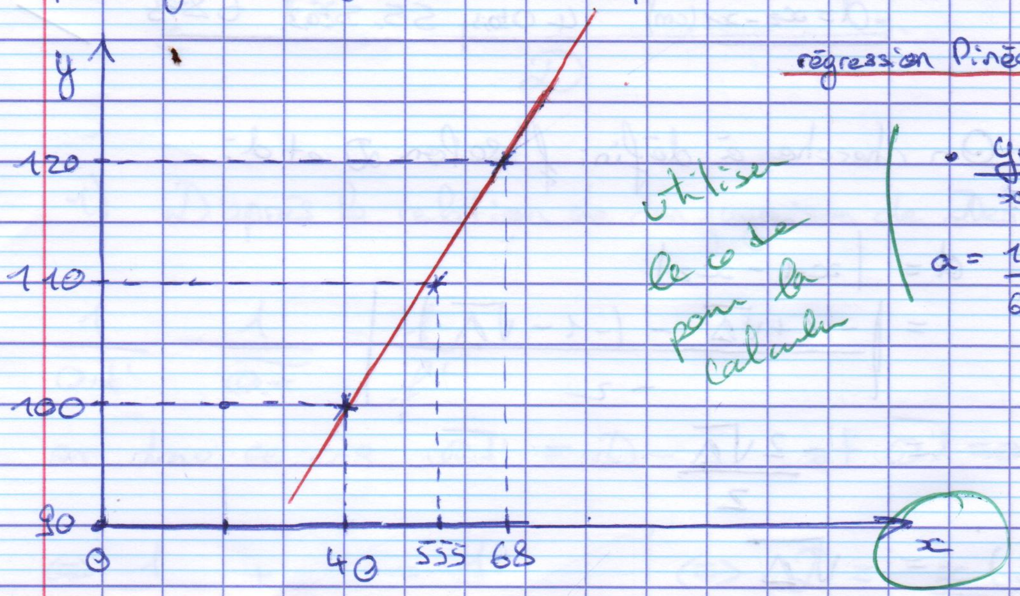
Exemple d'utilisation du code

Cette équation est de la forme $y = ax$,
avec $y = D^2 - d^2$ et $ax = 4Df'$, ainsi f' est égal à la pente a de y.

Grâce à la régression linéaire on peut estimer la valeur de cette pente.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
x = np.array([40; 55,5; 68])
y = np.array([100; 110; 120])
plt.plot(x, y, marker = '*', color='r', linestyle = '-')
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('y')
plt.legend('regression linéaire f'')
```

TB



utiliser le code pour le calcul

$\frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$

$a = \frac{120 - 100}{68 - 40} = \frac{20}{28} = 0{,}71$

~~pas~~ que tracez vous ?

Cherchons l'incertitude de cette pente :

$f_2 = f' \pm \delta f_2$, avec $\delta f_2 = \frac{\sigma}{\sqrt{3}}$ oui

et $\sigma = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{3} (f_i - \bar{f})^2} \simeq 0{,}82$ TB