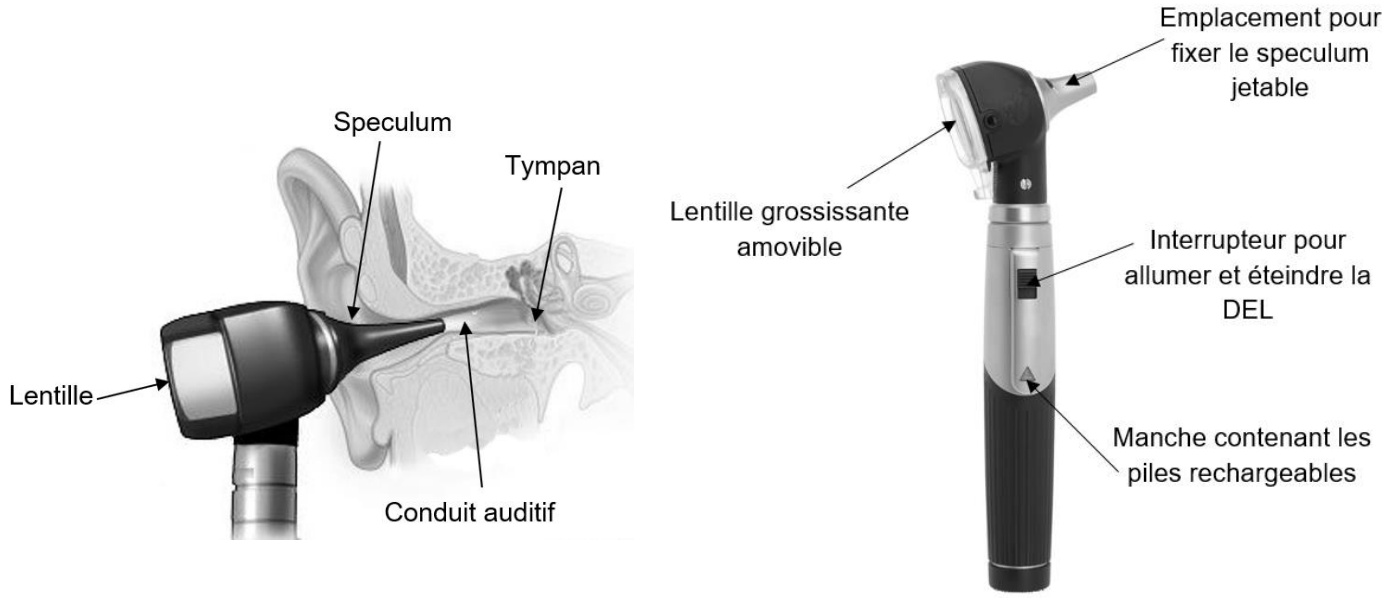
Devoir surveillé

Ex N°1/ L'otoscope

L'otoscope est un des instruments les plus utilisés lors de la pratique de la médecine générale. Cet outil médical permet d'observer le conduit auditif externe et le tympan. Le premier otoscope a été inventé par le médecin français Jean-Pierre Bonnafont en 1834. Actuellement, les otoscopes sont constitués d'un manche contenant une alimentation électrique et d'une tête munie d'un système lumineux, d'une lentille grossissante et d'un speculum[1] jetable.

[1] Pièce en forme de cône ouverte à ses deux extrémités qui permet d'explorer le conduit auditif en maintenant ses parois écartées.

Schémas d'un otoscope :



Sources : d'après https://makemehear.com (schéma de gauche) et https://www.distrimed.com (schéma de droite)

Extrait d'une brochure d'un catalogue médical :

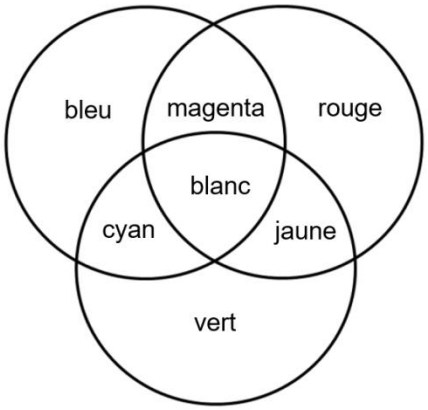
Caractéristiques de l'otoscope :

- Masse de l'otoscope : 130 g avec les piles
- Éclairage DEL fibre optique : 2,5 V - 250 mA
- Température de couleur : 4000 K
- Éclairement : 8500 lux
- Grandissement × 3
- Autonomie de fonctionnement : 10 h

Source : d'après https://www.distrimed.com

Données :

- Relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$
- Relation du grandissement : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$
- Cercle chromatique :



Partie 1 : étude de la lentille de l'otoscope

Après avoir démonté la lentille de l'otoscope, on souhaite déterminer la valeur de sa distance focale.

Afin de déterminer la valeur de la distance focale de la lentille, on procède à une série de mesures sur un banc d'optique. Pour cela, on place la lentille de centre optique O à différentes distances OA d'un objet lumineux AB perpendiculaire à l'axe optique (le point A de l'objet lumineux, et le centre optique O de la lentille se trouvent sur l'axe optique). Pour chaque valeur de la distance OA, on mesure la valeur de la distance OA' entre l'écran et le centre optique O de la lentille lorsqu'on observe une image A'B' nette sur l'écran placé perpendiculairement à l'axe optique (le point A' image du point A à travers la lentille se trouve également sur l'axe optique). Les résultats sont regroupés dans le tableau fourni **en annexe 1 à rendre avec la copie**.

1.1/ Compléter le tableau de l'annexe 1 à rendre avec la copie et placer le point correspondant sur le graphique représentant l'évolution de $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $\frac{1}{\overline{OA}}$ en annexe 1.

1.2/ Exploiter le graphique de **l'annexe 1 à rendre avec la copie** pour déterminer la valeur de la distance focale de la lentille.

Un médecin utilise un modèle d'otoscope équipé d'une lentille convergente de distance focale f' = 7,5 cm pour observer le tympan d'un patient adulte. Lorsque l'instrument est introduit dans le conduit auditif du patient, la lentille de l'otoscope se trouve à une distance OA = 5,0 cm du tympan. Ce dernier a une taille AB = 1,0 cm.

1.3/ Compléter, sur **l'annexe 2 à rendre avec la copie**, le schéma à l'échelle modélisant la situation puis construire l'image A'B' du tympan à travers la lentille de l'otoscope.

1.4/ Déterminer graphiquement les caractéristiques de l'image obtenue : position, taille, sens et nature.

1.5/ À partir de la relation de conjugaison, retrouver la position de l'image construite.

1.6/ Calculer le grandissement de cette lentille et commenter le résultat par rapport aux données de la brochure.

Partie 2 : étude de la DEL de l'otoscope

Lorsqu'on observe un tympan sans anomalie, il est perçu de couleur grise. En cas d'otite, le tympan apparaît rouge. Dans un souci de simplification, on supposera que la DEL émet une lumière blanche.

2.1/ Comment appelle-t-on la couleur d'un objet lorsqu'il est éclairé en lumière blanche.

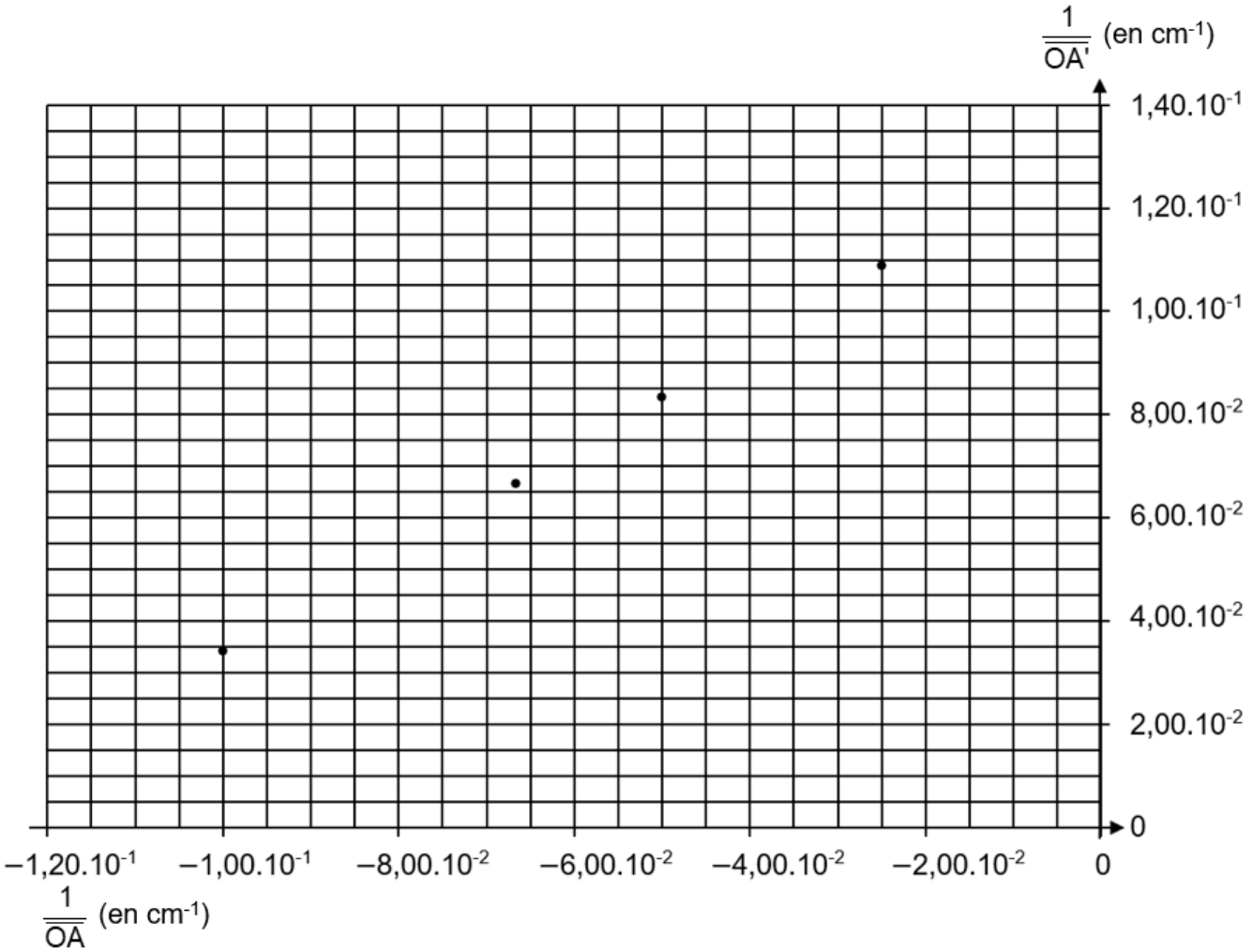
2.2/ Indiquer la ou les couleurs absorbées et diffusées par le tympan en cas d'otite.

2.3/ Si la lumière émise par la DEL était un lumière de couleur jaune, cela changerait-il la perception du tympan en cas d'otite ? Expliquer.

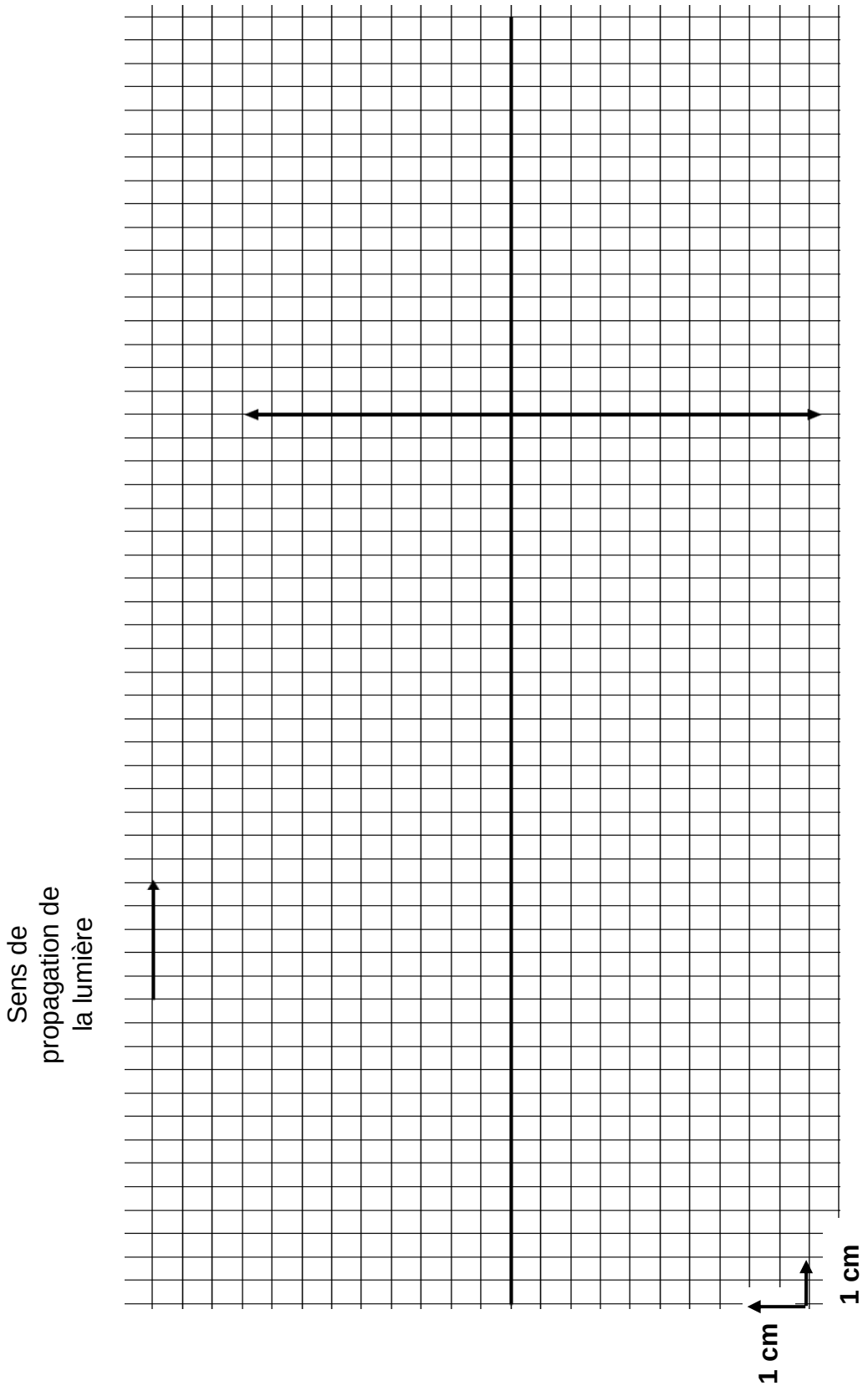
Annexe 1 à compléter et à rendre avec la copie (questions 1.1. et 1.2.)

$\overline{OA}$ (en cm)	- 10,0	- 15,0	- 20,0	- 30,0	- 40,0
$\overline{OA'}$ (en cm)	29,3	15,0	12,0	10,0	9,20
$\frac{1}{\overline{OA}}$ (en cm^{-1})	$-1,00 \times 10^{-1}$	$-6,67 \times 10^{-2}$	$-5,00 \times 10^{-2}$	……..	$-2,5 \times 10^{-2}$
$\frac{1}{\overline{OA'}}$ (en cm^{-1})	$3,41 \times 10^{-2}$	$6,67 \times 10^{-2}$	$8,33 \times 10^{-2}$	……..	$1,09 \times 10^{-1}$

Graphique représentant l'évolution de $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $\frac{1}{\overline{OA}}$



Annexe 2 à compléter et à rendre avec la copie (question 1.4.)



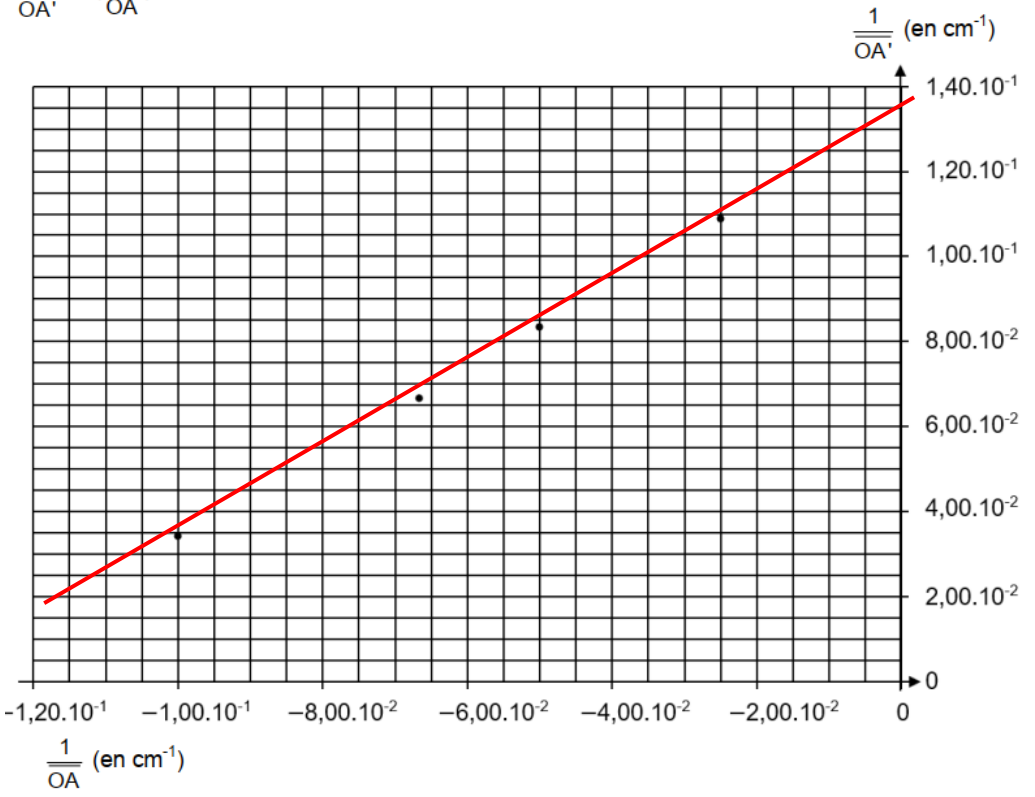
Corrigé

1.1/

$\overline{OA}$ (en cm)	- 10,0	- 15,0	- 20,0	- 30,0	- 40,0
$\overline{OA'}$ (en cm)	29,3	15,0	12,0	10,0	9,20
$\frac{1}{\overline{OA}}$ (en cm^{-1})	$-1,00 \times 10^{-1}$	$-6,67 \times 10^{-2}$	$-5,00 \times 10^{-2}$	$\mathbf{-3,33 \times 10^{-2}}$	$-2,5 \times 10^{-2}$
$\frac{1}{\overline{OA'}}$ (en cm^{-1})	$3,41 \times 10^{-2}$	$6,67 \times 10^{-2}$	$8,33 \times 10^{-2}$	$\mathbf{1,00 \times 10^{-1}}$	$1,09 \times 10^{-1}$

Graphique représentant l'évolution de $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $\frac{1}{\overline{OA}}$

$\frac{1}{\overline{OA'}} = f\left(\frac{1}{\overline{OA}}\right)$



1.2/ La relation de conjugaison est $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$, soit $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}}$.

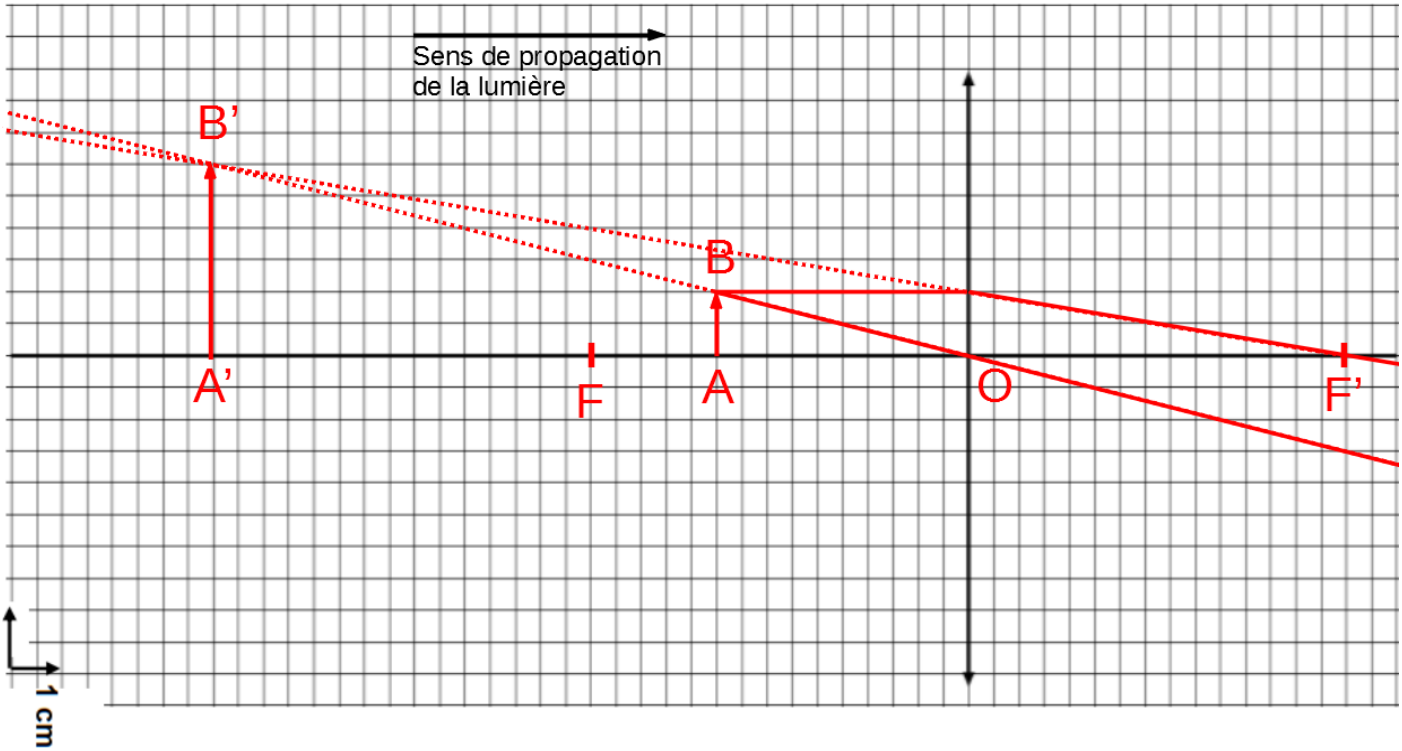
Analogie : $y = a.x + b$

Par rapport au graphique, cela signifie que $\frac{1}{\overline{OF'}}$ correspond à l'ordonnée à l'origine b de la droite, soit $\frac{1}{\overline{OF'}}$ = $1,35 \times 10^{-1}$ cm^{-1}.

Finalement, $\overline{OF'} = \frac{1}{1,35 \times 10^{-1}}$ = 7,4 cm.

Remarque : on pouvait deviner cette distance focale directement depuis le tableau : lorsque $\overline{OA'} = -\overline{OA}$, alors c'est que $\overline{OA'} = 2 \times \overline{OF'}$.

1.3/



1.4/ On obtient une image en avant la lentille, on ne peut pas la recueillir sur un écran. Cette image est de nature virtuelle. L'image est dans le même sens que l'objet, elle est droite.

Graphiquement on mesure la taille de l'image : A'B' = 3,0 cm et sa position $\overline{OA'}$ = – 15,0 cm.

1.5/ La relation de conjugaison est $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$

soit $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}}$

puis $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OF'}+\overline{OA}}{\overline{OA}\times\overline{OF'}}$

et enfin $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}\times\overline{OF'}}{\overline{OF'}+\overline{OA}}$.

Application numérique : $\overline{OA'} = \frac{-5{,}0\times 7{,}5}{7{,}5+(-5{,}0)} = -15\ cm.$

1.6/ Le grandissement est défini par $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-15}{-5{,}0} = 3{,}0$

Ce qui permet de conclure sur la conformité du grandissement " x3 " indiqué dans les données.

2.1/ Couleur propre

2.2/ Si le tympan apparaît rouge sous un éclairage blanc, c'est qu'il diffuse majoritairement les couleurs proches du rouge et absorbe les autres.

2.3/ La lumière jaune se compose de rouge, de vert et de jaune. Seule le rouge peut être diffusé par le tympan donc en lumière blanche ou jaune, la perception de l'otite sera identique.