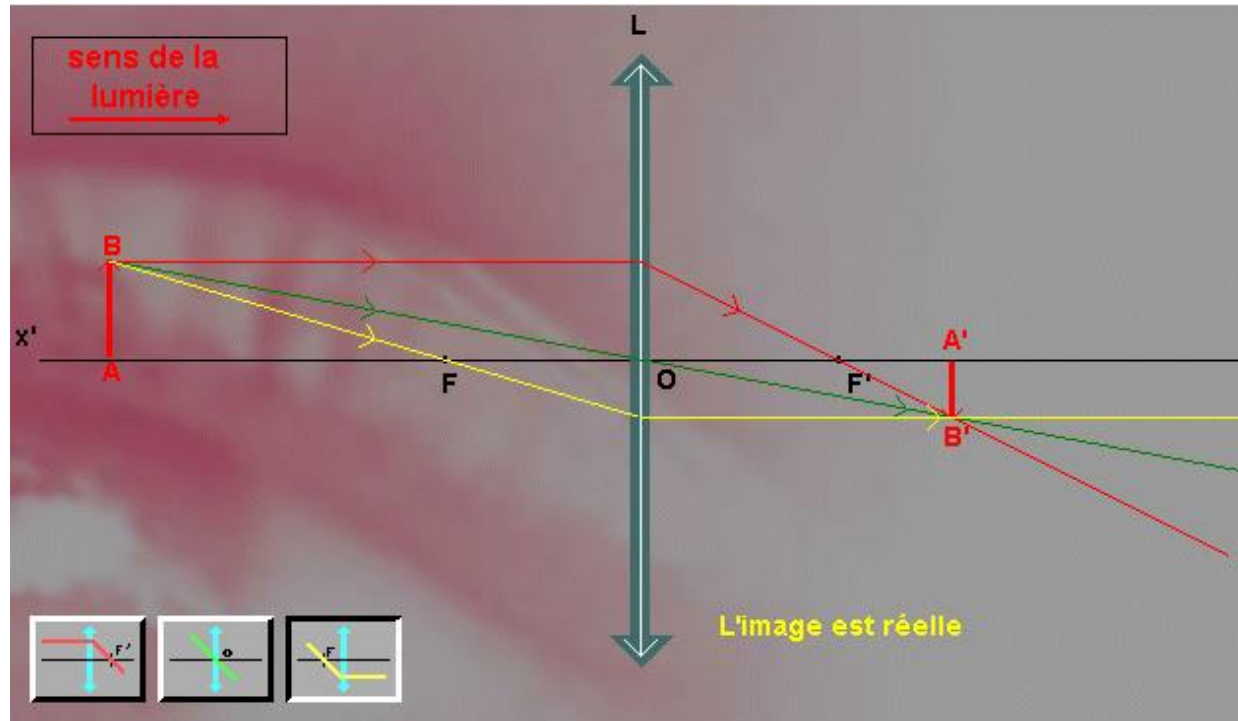


Lentilles / constructions diverses

Question 1. Construire l'image par une lentille mince, d'un objet étendu AB (segment de droite perpendiculaire à l'axe principal de la lentille). On étudiera tous les cas : lentille convergente et lentille divergente, objet réel à gauche du foyer objet (lentille convergente), objet réel à droite du foyer objet (lentille convergente), sur le foyer objet, objet virtuel, objet à l'infini ... Choisir une focale de 3cm que la lentille soit divergente ou convergente.

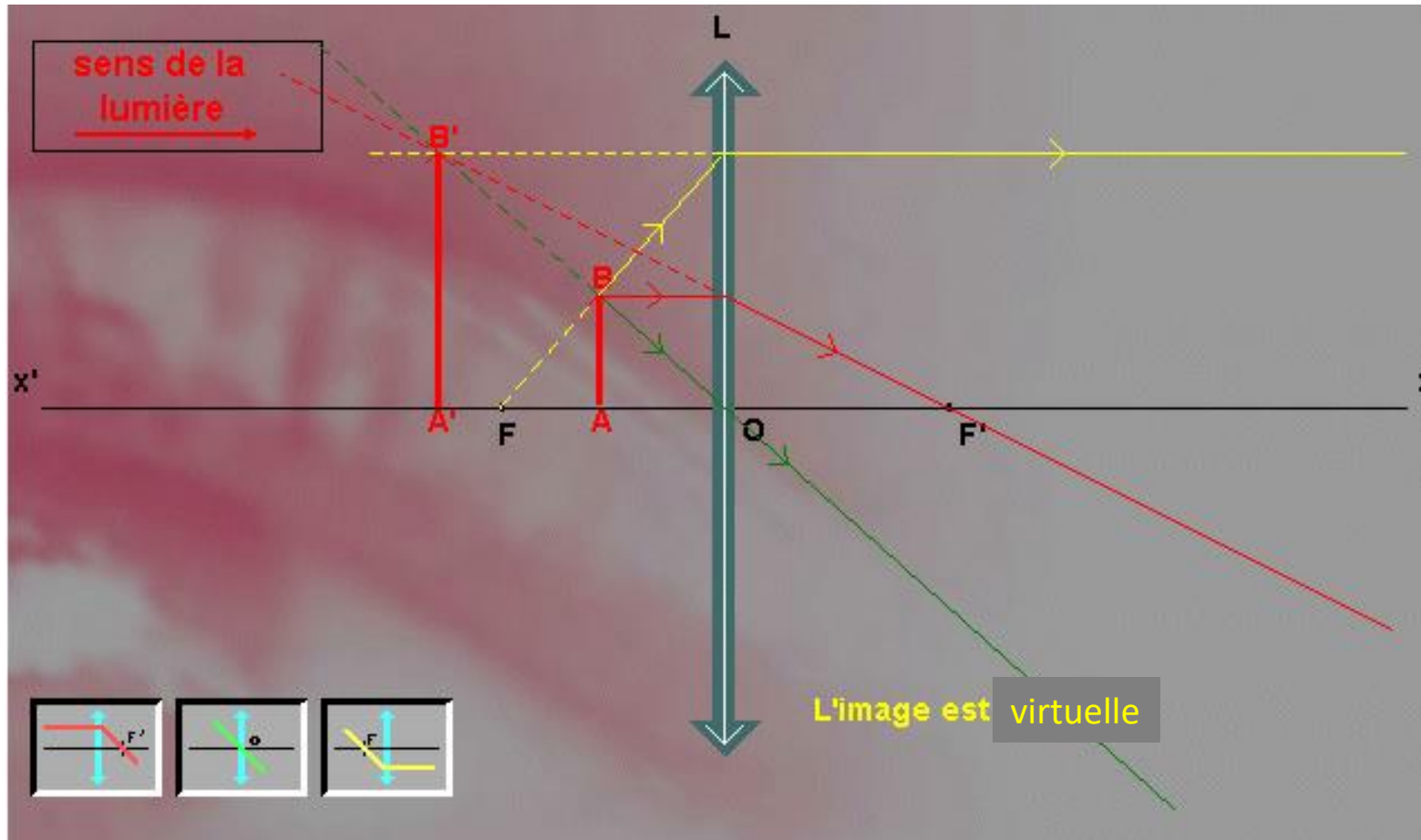
Construction d'une image (L. Convergente), cas 1



Source : UEL

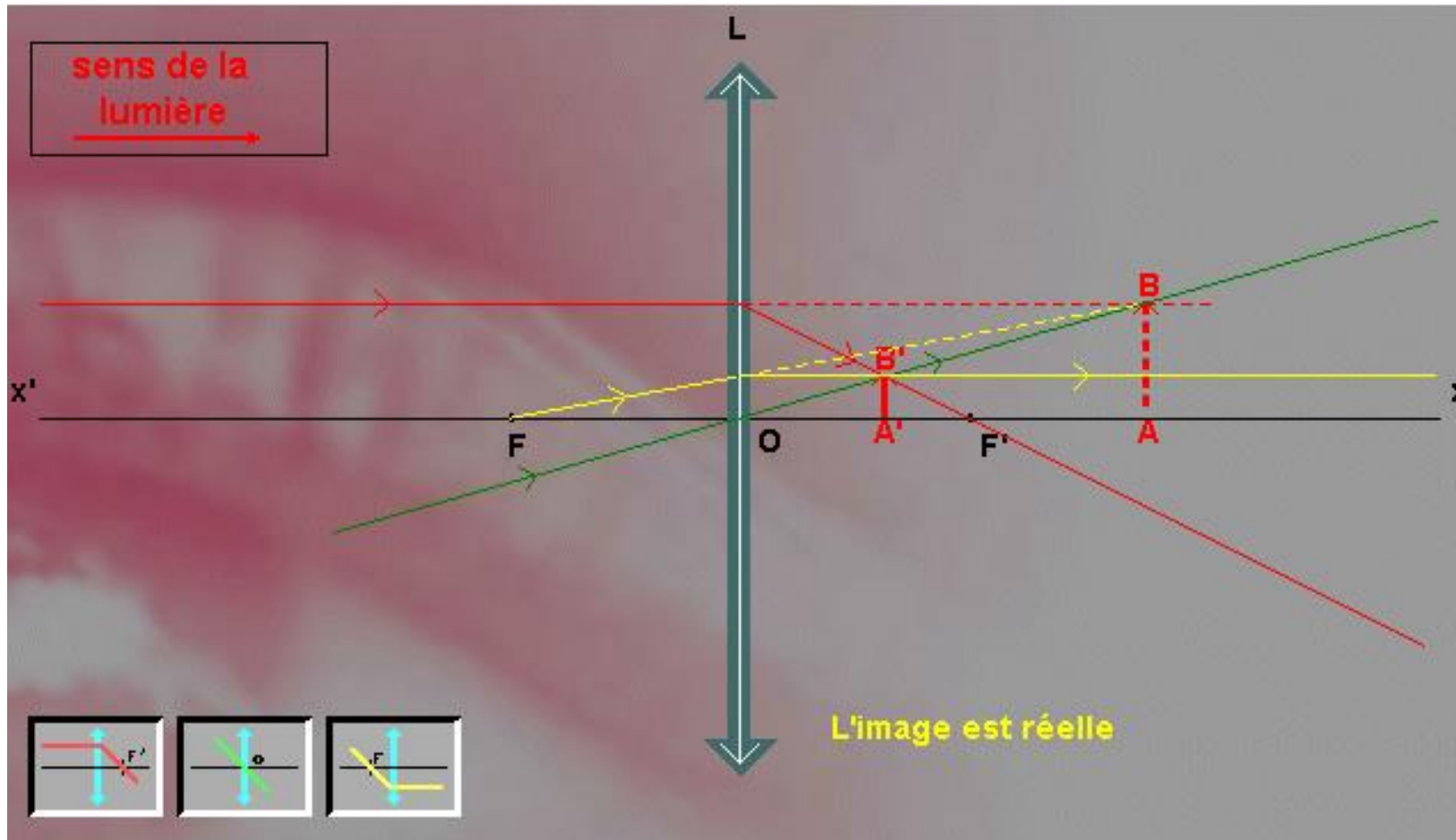
Pour un objet à l'infini, image réelle sur le foyer image de la lentille.

Construction d'une image (L. Convergente), cas 2



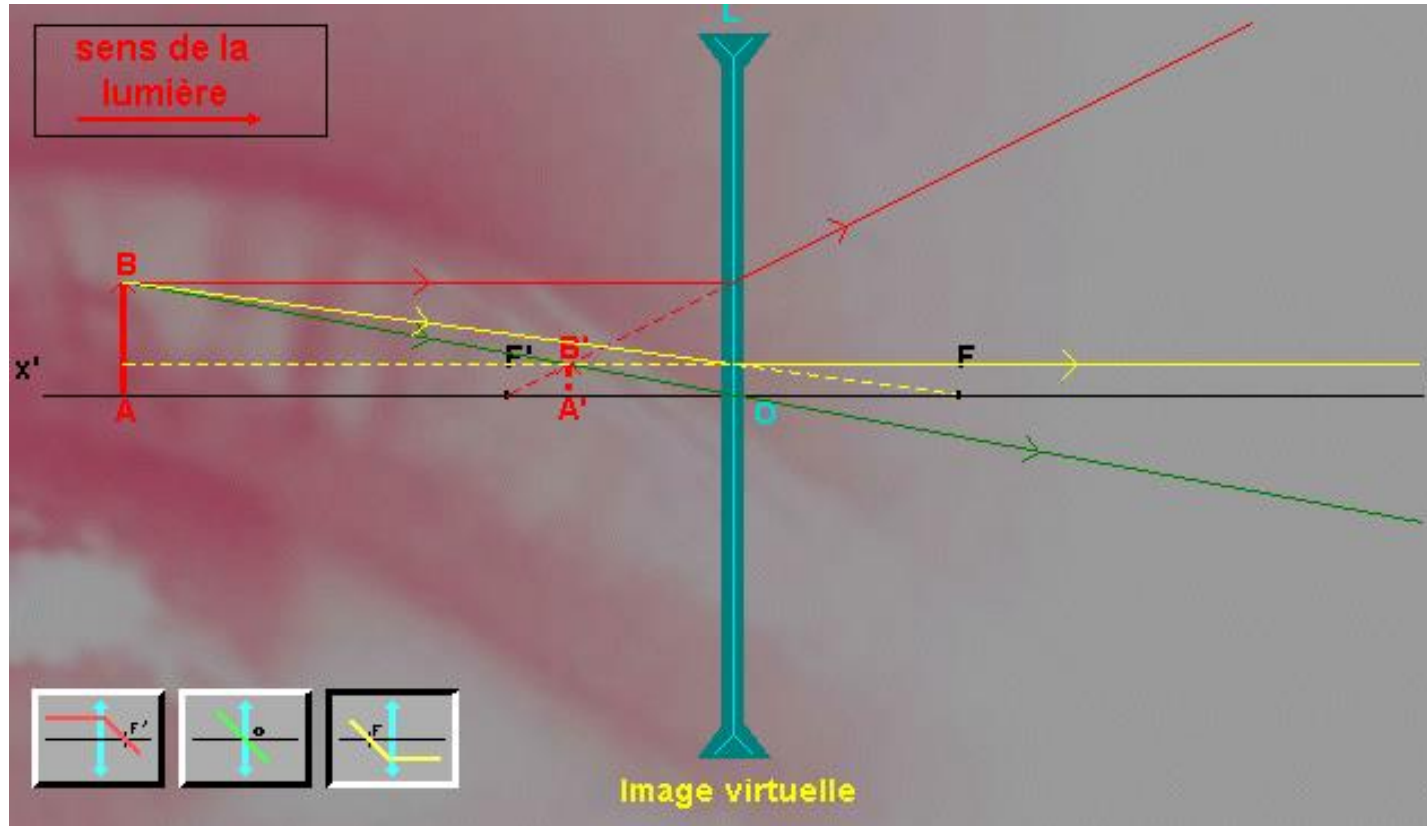
Source : UEL

Construction d'une image (L. Convergente), cas 3



Source : UEL

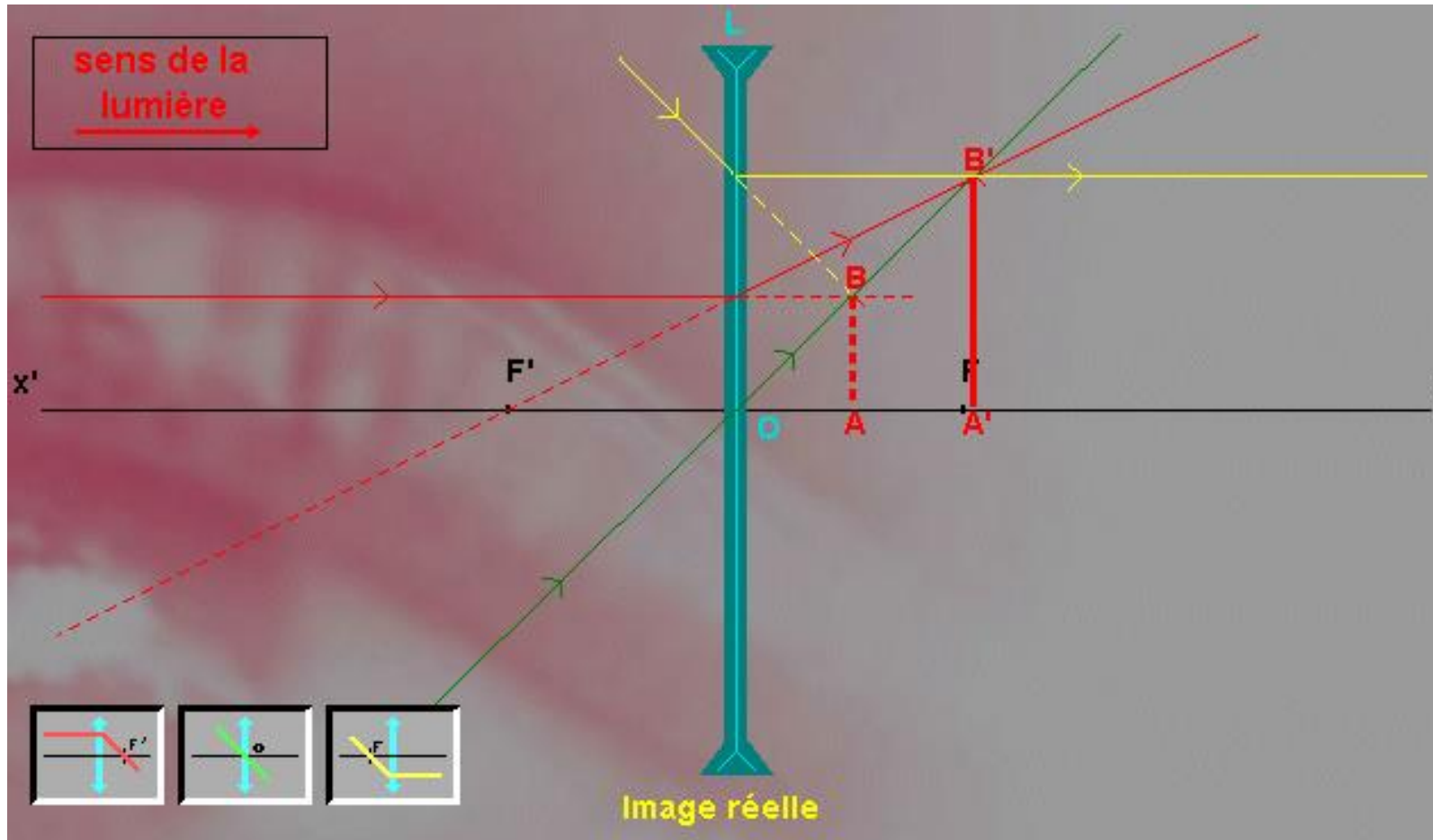
Construction d'une image (L. divergente), cas 1



Source : UEL

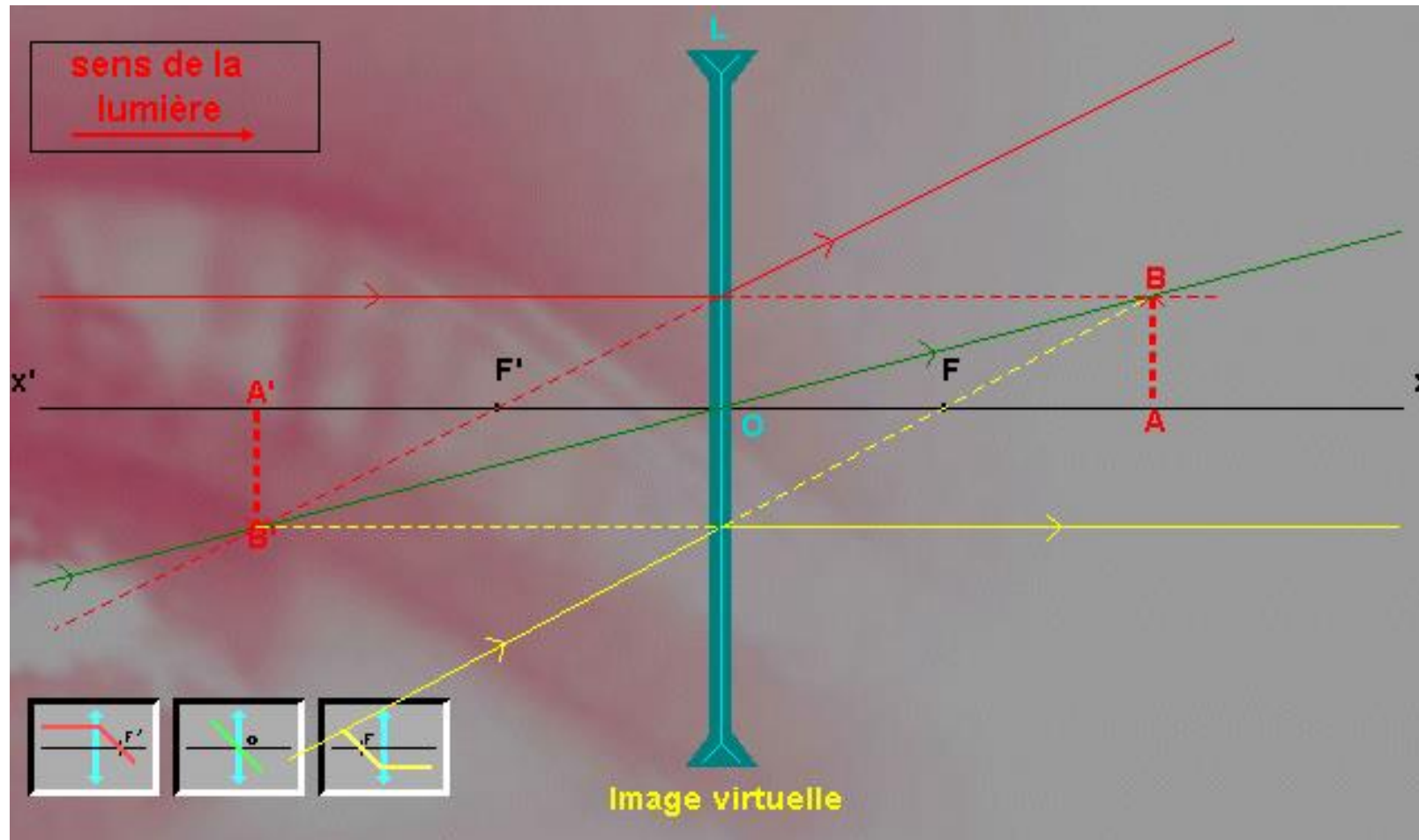
Pour un objet à l'infini, image virtuelle sur le foyer image de la lentille.

Construction d'une image (L. divergente), cas 2



Source : UEL

Construction d'une image (L. divergente), cas 3



Source : UEL

Lentilles convergentes / Objet réel

Question 1. Prédire la position et la taille de l'image à l'aide de la relation de conjugaison et de l'expression du grandissement.

$$\frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF}} = -\frac{1}{\overline{OF'}}$$

ou

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = -\frac{1}{\overline{OF}}$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

- Lentille convergente $\overline{OF'} = 3 \text{ cm}$ et $\overline{OF} = -3 \text{ cm}$

Objet réel: $\overline{OA} < 0$

$ \overline{OA} > \overline{OF} $	$ \overline{OA} > 2 \times \overline{OF} $	$ \overline{OA'} < \overline{OA} $	$ \gamma < 1$	image réelle inversée visible sur écran derrière la lentille
	$ \overline{OA} = 2 \times \overline{OF} $	$ \overline{OA'} = \overline{OA} $	$ \gamma = 1$	
	$ \overline{OA} $ entre $2 \times \overline{OF} $ et $ \overline{OF} $	$ \overline{OA'} > \overline{OA} $	$ \gamma > 1$	
$ \overline{OA} = \overline{OF} $		$ \overline{OA'} = \alpha$	$\gamma = \alpha$ <i>grossissement pour une loupe</i> $(G = \frac{d_m}{\overline{OF'}})$ au lieu du grandissement	image virtuelle à l'infini droite visible par un œil placé derrière la lentille (effet loupe)
$ \overline{OA} < \overline{OF} $		$ \overline{OA'} > \overline{OA} $	$ \gamma > 1$	image virtuelle droite effet loupe
$ \overline{OA} $ à l'infini		Image sur foyer image	$ \gamma < 1$	image réelle inversée

Objet virtuel: $\overline{OA} > 0$

Quelque soit la position $ \overline{OA} $		$ \overline{OA'} < \overline{OA} $	$ \gamma < 1$	image réelle droite
--	--	--------------------------------------	----------------	----------------------------

Lentilles divergentes / Objet réel

Question 1. Prédire la position et la taille de l'image à l'aide de la relation de conjugaison et de l'expression du grandissement.

$$\frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}} = -\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OF}} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = -\frac{1}{\overline{OF}}$$
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

- Lentille divergente : $\overline{OF'} = -3 \text{ cm}$ et $\overline{OF} = + 3 \text{ cm}$

Objet réel: $\overline{OA} < 0$

Quelque soit la position $ \overline{OA} $		$ \overline{OA'} < \overline{OA} $	$ \gamma < 1$	image virtuelle droite
$ \overline{OA} $ à l'infinie		image sur le foyer image	$ \gamma < 1$	image virtuelle droite

Objet virtuel: $\overline{OA} > 0$

$ \overline{OA} > \overline{OF} $	$ \overline{OA} > 2 \times \overline{OF} $	$ \overline{OA'} < \overline{OA} $	$ \gamma < 1$	image virtuelle inversée
	$ \overline{OA} = 2 \times \overline{OF} $	$ \overline{OA'} = \overline{OA} $	$ \gamma = 1$	
	$ \overline{OA} $ entre $2 \times \overline{OF} $ et $ \overline{OF} $	$ \overline{OA'} > \overline{OA} $	$ \gamma > 1$	
$ \overline{OA} = \overline{OF} $		$ \overline{OA'} = \alpha$	$\gamma = \alpha$ <i>grossissement pour une loupe</i> $(G = \frac{d_m}{\overline{OF'}})$ au lieu du <i>grandissement</i>	image réelle droite à l'infini effet loupe
$ \overline{OA} < \overline{OF} $		$ \overline{OA'} > \overline{OA} $	$ \gamma > 1$	image réelle droite effet loupe

Association de lentilles minces

On suppose dans tout l'exercice que la lumière se propage de la gauche vers la droite. Soit une lentille mince convergente L_1 de distance focale $O_1F_1 = -2$ cm et de centre O_1 . Un objet AB de hauteur 3 cm est placé à l'abscisse $O_1A = -4$ cm ; A est situé sur l'axe optique. La lentille L_1 donne de AB une image A_1B_1 .

Question 1. Donner la relation de conjugaison qui s'applique dans le cas d'une lentille mince.

$$\frac{1}{\overline{O_1A}} - \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = -\frac{1}{\overline{O_1F'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1F_1}}$$

Association de lentilles minces

On suppose dans tout l'exercice que la lumière se propage de la gauche vers la droite. Soit une lentille mince convergente L_1 de distance focale $O_1F_1 = -2 \text{ cm}$ et de centre O_1 . Un objet AB de hauteur 3 cm est placé à l'abscisse $O_1A = -4 \text{ cm}$; A est situé sur l'axe optique. La lentille L_1 donne de AB une image A_1B_1 .

Question 2. On cherche la position de l'image A_1B_1 . Pour ce faire, calculer la distance algébrique O_1A_1 . Quelle est la nature de l'image obtenue ?

$$\frac{1}{-0,04} - \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = -\frac{1}{0,02}$$
$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = 50 - 25 = 25D \text{ soit } \overline{O_1A_1} = 0,04 \text{ m}$$

Image réelle

Association de lentilles minces

On suppose dans tout l'exercice que la lumière se propage de la gauche vers la droite. Soit une lentille mince convergente L_1 de distance focale $O_1F_1 = -2$ cm et de centre O_1 . Un objet AB de hauteur 3 cm est placé à l'abscisse $O_1A = -4$ cm ; A est situé sur l'axe optique. La lentille L_1 donne de AB une image A_1B_1 .

Question 3. Déterminer le grandissement transversal et en déduire la taille de l'image. L'image est-elle droite ou renversée ?

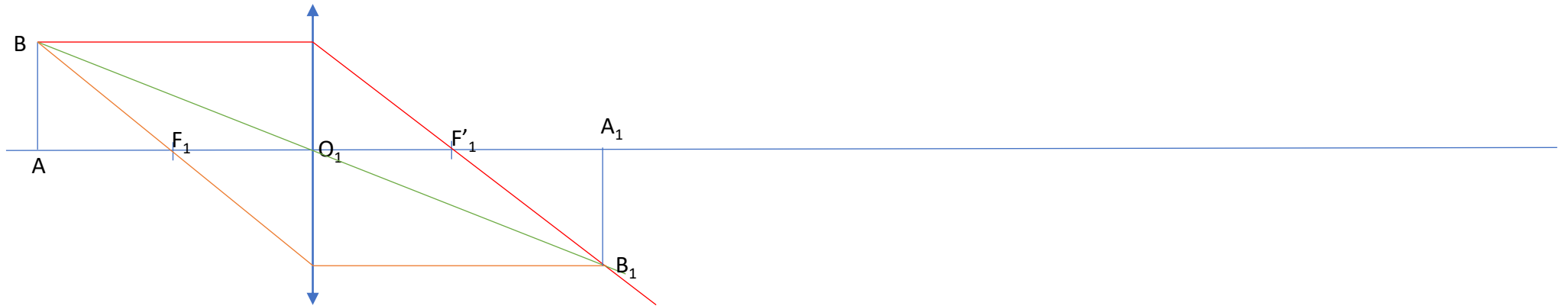
$$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = \frac{0,04}{-0,04} = -1$$

$$\overline{A_1B_1} = \gamma * \overline{AB} = -3 \text{ cm}$$

Image inversée

Association de lentilles minces

Question 4. Construire l'image A_1B_1 de l'objet AB en traçant les trois rayons faisant intervenir le centre optique et les foyers de la lentille.



Association de lentilles minces

On place à droite de la lentille L_1 , à une distance de 12 cm, une lentille divergente L_2 de distance focale $O_2F'_2 = -4\text{cm}$, de centre optique O_2 . La lentille L_2 donne de A_1B_1 une image A_2B_2 .

Question 1. Calculer la distance algébrique O_2A_1 . A l'aide de la relation de conjugaison, déterminer la distance algébrique O_2A_2 . En déduire la nature de l'objet A_1B_1 et de l'image A_2B_2 .

$$\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} - \overline{A_1O_1} = -12 - (-4) = -8 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2A_1}} - \frac{1}{\overline{O_2A_2}} = -\frac{1}{\overline{O_2F'_2}} = -\frac{1}{-0,04} = 25\text{D}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2A_2}} = -(25 + 12,5) = -37,5\text{D}$$

$$\overline{O_2A_2} = -0,0267 \text{ m} = -2,7 \text{ cm}$$

Association de lentilles minces

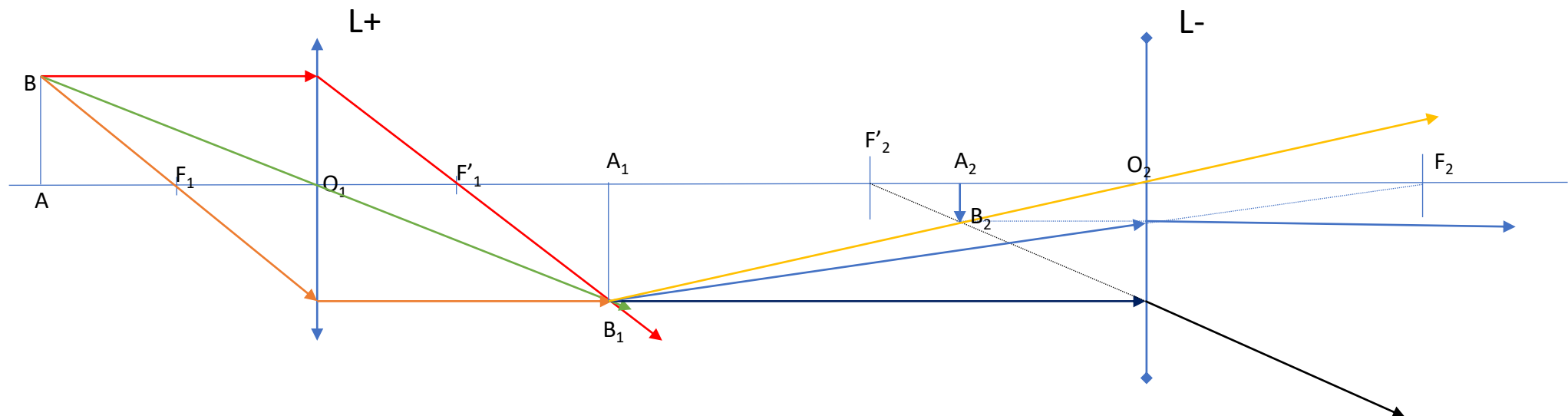
Question 2. Déterminer le grandissement γ_2 , puis le grandissement total des lentilles L_1 et L_2 . En déduire la taille de l'image finale de AB.

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{A_1 B_1}} = \frac{\overline{O_2 A_2}}{\overline{O_2 A_1}} = \frac{-0,027}{-0,08} = 0,33$$

$$\overline{A_2 B_2} = \gamma_2 \times \overline{A_1 B_1} = 0,33 \times (-3 \text{ cm}) = -1 \text{ cm}$$

Grandissement totale des lentilles : $\frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{AB}} = \gamma_1 \times \gamma_2 = -1 \times 0,33 = -0,33$

Image diminuée d'un tiers et inversée



Dioptre sphérique

Un dioptre sphérique convexe, convergent de 60 D, sépare l'air ($n_{\text{air}} = 1$) d'un milieu dont l'indice de réfraction est 1,353.

Question 1. Précisez la position des foyers objet et image de ce dioptre.

Dioptre sphérique convexe convergent :

$$n_1 < n_2$$

Sens positif correspond au sens de la lumière (de gauche à droite).

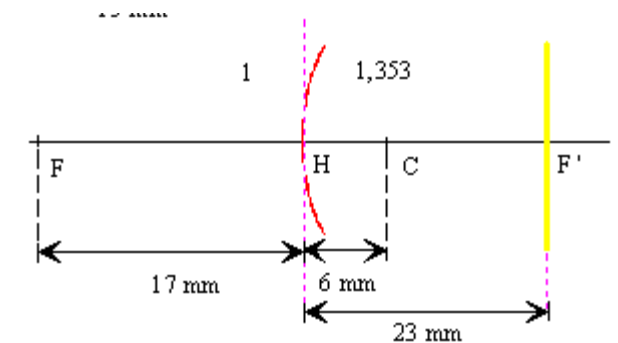
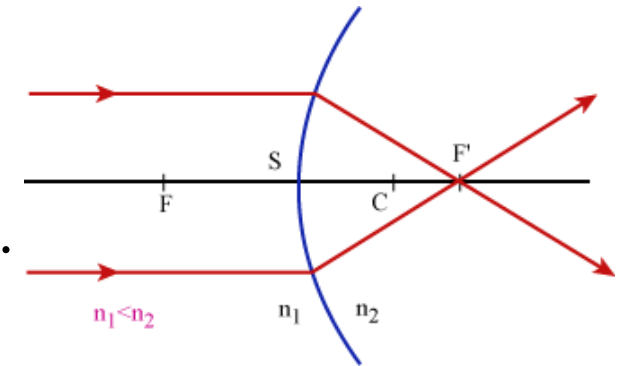
$$\overline{SC} > 0 ; \overline{SF} (f) < 0 ; \overline{SF'} (f') > 0$$

Foyer objet : $D = -\frac{n_1}{\overline{SF}}$ et donc $\overline{SF} = -1/60 \text{ (m)} = -0,01666 \text{ m}$

Résultat : -16,7 mm.

Foyer image : $D = \frac{n_2}{\overline{SF'}}$ et donc $\overline{SF'} = 1,353/60 = 0,02255 \text{ m}$

Résultat : 22,55 mm



C'est environ le cas de l'œil réduit

Dioptre sphérique

Question 2. Précisez la position de l'image d'un objet positionné à 5 m du dioptre.

Rappel des formules du dioptre :

$$\frac{n_1}{\overline{SA}} - \frac{n_2}{\overline{SA'}} = -\frac{n_2}{\overline{SF'}} = \frac{n_1}{\overline{SF}}$$

$$\frac{1}{-5} - \frac{1,353}{\overline{SA'}} = -60$$

$$\overline{SA'} = 22,6 \text{ mm}$$

L'image est donc sur le foyer image (pour l'œil, sur la rétine).

Dioptre sphérique

Question 3. Précisez la position de l'image d'un objet positionné à 0,25 m du dioptre.

Rappel des formules du dioptre :

$$\frac{n_1}{\overline{SA}} - \frac{n_2}{\overline{SA'}} = -\frac{n_2}{\overline{SF'}} = \frac{n_1}{\overline{SF}}$$

$$\frac{1}{-0,25} - \frac{1,353}{\overline{SA'}} = -60$$

$$\overline{SA'} = 24,2 \text{ mm}$$

Dioptre sphérique

Question 4. De combien la puissance doit augmenter pour maintenir l'image au même niveau que l'objet à 5 m (cas a) pour un objet à 25 cm (cas b)

$$\frac{n_1}{SA_1} - \frac{n_2}{SA'} = -D_1$$

$$\frac{n_1}{SA_2} - \frac{n_2}{SA'} = -D_2$$

$$\frac{n_1}{SA_1} - \frac{n_1}{SA_2} = D_2 - D_1 = \frac{1}{-5} - \frac{1}{-0,25} = 3,8 \text{ D}$$

Question 5. A une distance de 5m, quelle est la taille de l'image pour un objet de 1,20 m de haut.

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \frac{1}{1,353} \times \frac{0,0226}{-5}$$

$$\overline{A'B'} = \gamma \times \overline{AB} = -0,00334 \times 1,20 \text{ m} = -0,004 \text{ m} \text{ (-4 mm)}$$