

# Formation d'une image à l'aide d'une lentille

## Document professeur

### Préambule

- Partie de programme traitée

#### 2. Vision et image

La partie « Optique » vise à consolider le modèle du rayon lumineux, à introduire la notion de spectre et à montrer que les phénomènes de réflexion et de réfraction sont bien décrits par des relations mathématiques. Le programme propose également une première approche de la notion d'image d'un objet et de sa formation.

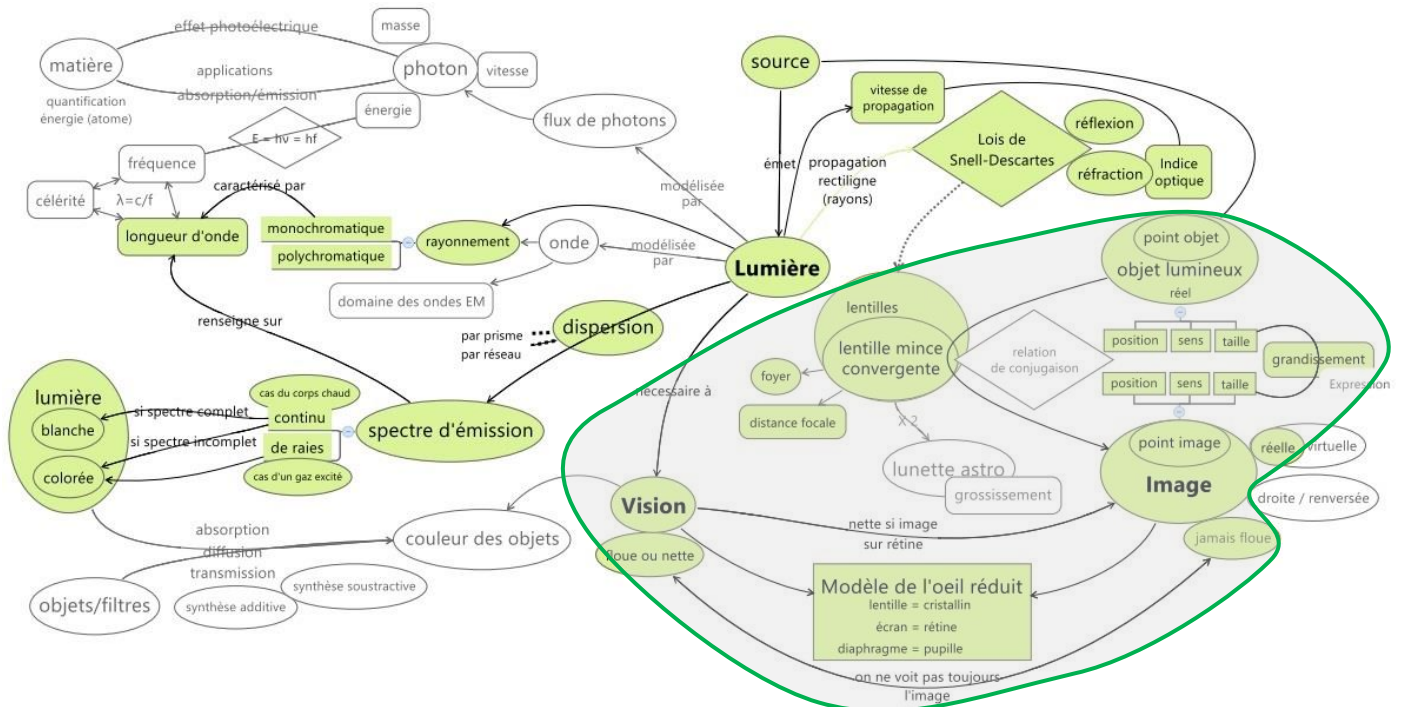
De nombreux domaines d'application sont concernés : vision humaine, photographie, astrophysique, imagerie scientifique, arts graphiques et du spectacle. Cette partie du programme est source de nombreuses expérimentations démonstratives et quantitatives.

#### Notions abordées au collège (cycle 4)

Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation. Modèle du rayon lumineux.

Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Lentilles, modèle de la lentille mince convergente : foyers, distance focale. Image réelle d'un objet réel à travers une lentille mince convergente. Grandissement. L'œil, modèle de l'œil réduit.	Caractériser les foyers d'une lentille mince convergente à l'aide du modèle du rayon lumineux. Utiliser le modèle du rayon lumineux pour déterminer graphiquement la position, la taille et le sens de l'image réelle d'un objet plan réel donnée par une lentille mince convergente. Définir et déterminer géométriquement un grandissement. Modéliser l'œil. <i>Produire et caractériser l'image réelle d'un objet plan réel formée par une lentille mince convergente.</i> <b>Capacité mathématique</b> : utiliser le théorème de Thalès.

- Positionnement du chapitre dans la carte conceptuelle.



## Activité 1 : Pour faire une photo

*Effet d'une lentille sur la lumière*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS – PRÉ REQUIS</b></p> <p>Propagation rectiligne de la lumière</p> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE À SAVOIR DÉFINIR</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>LENTILLE</b></p> <p><b>PROPRIÉTÉS</b> à connaître et à savoir exploiter :</p> <p><input type="checkbox"/> Une lentille dévie la lumière</p> <p><b>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES X</b></p> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Modéliser</b> une situation simple à l'aide du modèle du rayon lumineux.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>Identifier</b> une lentille comme moyen de dévier la lumière.</p>	<p><b>DURÉE 25 MIN</b></p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES :</b></p> <p>Feuille de consignes smartphone pour photo Expérience prof possible</p> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p> <p>Il est important de disposer ici d'un appareil photo, si possible d'un appareil réflex qui a l'avantage de faire apparaître plus clairement les éléments évoqués dans l'activité. Ceci n'empêche pas de faire utiliser leur smartphone aux élèves pour faire une photo d'un point lumineux dans la classe (provoqué un laser dirigé au plafond par exemple ou une DEL allumée au bureau par exemple) : il s'agit de vérifier qu'un smartphone peut donner d'un point de lumière un point sur le capteur (à condition que la mise au point soit effective).</p>

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

#### ACTIONS DIDACTIQUES

**Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire (sans avoir le matériel)**

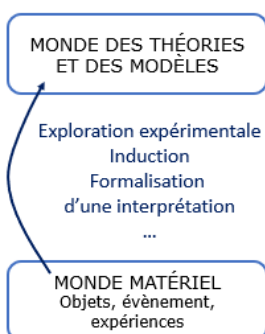
#### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

*Perception visuelle*

*Représentation figurative*

*Schéma spécifique d'un domaine*

#### MODÉLISATION



*Propagation rectiligne de la lumière depuis une source, déviation de la lumière par la lentille*

*Appareil photo, lentille*

### SAVOIRS EN JEU

L'enjeu de l'activité est d'exploiter la modélisation de la lumière à l'aide du modèle du rayon lumineux pour interpréter une situation courante (photographier un point lumineux) et justifier la nécessité de dévier la lumière en utilisant une lentille à cet effet. On illustre ainsi le rôle d'une lentille (dévier la lumière). On part pour cela simplement de la propagation rectiligne de la lumière et du fait que les rayons émergents doivent converger sur le capteur de l'appareil photo, qui a été modélisé très simplement dans cette activité.



Le point source a été positionné assez près de la lentille pour que trois rayons prédessinés puissent atteindre la lentille. Le professeur pourra lors de la correction ajouter des rayons ou parler de faisceau lumineux.

En germe, et sans le dire ici, on prépare le terrain pour introduire les notions de point objet et point image. La dernière question permet de commencer à réfléchir au fait que les rayons lumineux modélisant la lumière émise par un objet très éloigné arrivent parallèles entre eux. On continue ainsi à avancer dans la modélisation de situations simples avec juste des rayons lumineux, un objet ponctuel et une image ponctuelle.

### COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Le début de l'activité ne présente pas de difficulté majeure à condition de s'assurer que la propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène associée à la notion de rayon lumineux puisse être mobilisée par tous les élèves. Cependant, ce chapitre arrive juste après les lois de Descartes et donc le savoir à mobiliser est encore bien présent.

L'important est bien que les élèves fassent converger les rayons émergents en un unique point.

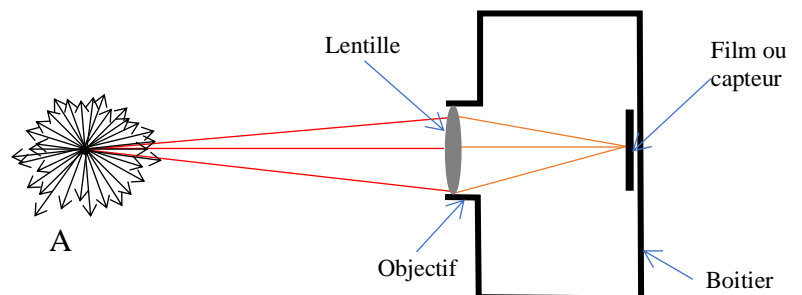
La question 4 (effet de la lentille) pose des problèmes de vocabulaire à certains élèves, ils ont du mal à verbaliser la convergence et vont parfois utiliser des gestes. L'enseignant est là pour les aider à mettre des mots sur les idées.

La question 5 peut paraître énigmatique pour les élèves car elle semble hors propos. Elle permet cependant de faire une bonne transition avec la suite et prépare les élèves pour expérimenter les effets des deux types de lentilles.

Dans l'ensemble, c'est une activité facile pour les élèves, et qui les met donc en confiance pour la suite.

### CORRECTION

1. On prolonge uniquement les rayons qui vont arriver effectivement sur la lentille. On peut choisir lors de la correction d'ajouter des rayons qui vont couvrir toute la surface de la lentille. Rayons bleus uniquement



2. La photo est nette, ce qui est le signe que tous les rayons issus du point lumineux et entrant dans l'appareil vont converger vers un unique point sur le film / capteur.
3. Rayons oranges.
4. La lentille dévie les rayons. C'est le seul moyen de faire converger les rayons en un seul point.
5. Pour un objet très éloigné, les rayons semblent arriver parallèle entre eux.

## Activité 2 : Qu'est-ce qu'une lentille et comment savoir si elle est convergente ?

*Caractérisation d'une lentille convergente par sa distance focale*

### LIEN AVEC LA FICHE CCM

#### SAVOIRS RETRAVAILLÉS

##### VOCABULAIRE À SAVOIR DÉFINIR :

Réfraction de la lumière

##### PROPRIÉTÉS À CONNAÎTRE et à savoir exploiter

Une lentille dévie la lumière

#### SAVOIRS VISÉS

##### VOCABULAIRE à savoir définir :

- lentille convergente
- lentille mince convergente
- lentille divergente
- foyer image

##### PROPRIÉTÉS :

- lieu du foyer image : point de convergence d'un faisceau parallèle à l'axe optique
- tracé d'un rayon particulier : rayon parallèle à l'axe optique

#### CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

- Modéliser** une situation simple à l'aide du modèle du rayon lumineux.
- Identifier** une lentille comme moyen de dévier la lumière.

#### CAPACITÉS VISÉES

- Caractériser** les foyers d'une lentille mince à l'aide du modèle du rayon lumineux
- Déterminer graphiquement** la position d'une image formée par une lentille mince

### CÔTÉ PRATIQUE

**DURÉE 35 MIN**

#### RESSOURCES DISPONIBLES :

Feuille de consignes avec tableau à compléter

Matériel à utiliser avec « protocole »

#### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

- jeu de lentilles convergentes et divergentes, y compris des très grosses pour que les élèves puissent percevoir leur forme.
- salle où l'on peut créer l'obscurité
- lampe sur chaque poste
- lanterne avec rayons parallèles ou faisceau de lumière parallèle

Dans la mesure du possible, pour la correction et la phase d'institutionnalisation de cette activité, l'enseignant a un dispositif optique aimanté sur son tableau pour visualiser et tracer les rayons. Idéalement, les activités 2 à 5 se font pendant une séance en effectif réduit en salle de TP. Une seule séance de TP peut ne pas suffire.

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

#### ACTIONS DIDACTIQUES

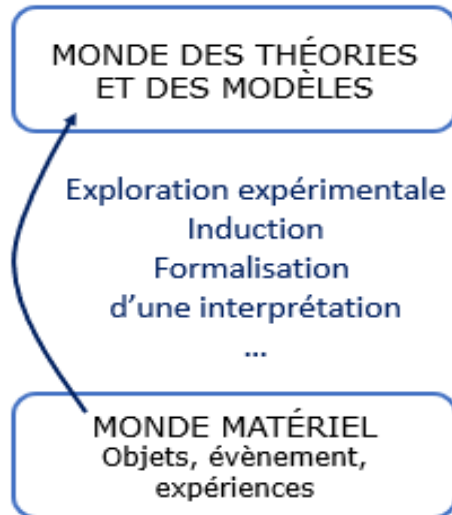
**Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire**

#### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

*Perception visuelle/représentation figurative ; perception kinesthésique ; tableaux à double entrée pour mettre en relation des observations et analyses ; schémas spécifiques d'un domaine*



## MODÉLISATION



*Rayons lumineux, foyer image, réfraction, point image, foyer image*

*lentille convergente / divergente*

*effet d'une lentille sur les rayons lumineux, lentilles de différentes formes (bombées, creuses ...), alentours observés à travers les lentilles à l'endroit ou à l'envers, plus petit ou plus grand qu'à l'œil nu*

## SAVOIRS EN JEU

Dans cette activité, on utilise ce que l'on sait déjà des rayons (ils sont déviés par la lentille, ils vont se croiser en un seul point, celui qui passe par le centre n'est pas dévié) pour définir et caractériser le foyer image et donc trouver la première image d'un objet lumineux dans le cas très particulier d'un objet à l'infini et sur l'axe. Une première partie permet de catégoriser les deux types de lentilles. Même si les lentilles divergentes ne sont pas au programme, cela permet de faire prendre conscience qu'on travaille en seconde sur certains types de lentilles et qu'il en existe d'autres.

Dans une seconde partie, on commence à poser les premiers éléments de l'optique géométrique sans surcharger le vocabulaire. La modélisation de l'observation de la convergence des rayons à travers les lentilles se fait progressivement (on garde d'abord un schéma de lentille, puis on utilise la modélisation). On formalise ainsi les observations, on ajoute des éléments de modélisation qui sont repris et institutionnalisés à la fin de l'activité par la lecture et le complément des paragraphes A, B (schéma à compléter) et C du modèle.

L'activité suivante part directement de la modélisation d'une situation et est donc beaucoup plus abstraite.

## COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

La première question est difficile pour les élèves, il faut donc minimiser l'enjeu de cette question et les encourager à continuer si besoin. Leur définition du terme *lentille* va faire intervenir surtout l'aspect de la lentille. On peut donc les laisser avec des définitions qui ne prennent pas en compte la fonction de la lentille pour l'instant et prendre en charge cet aspect lors de la correction de l'activité. On peut également les orienter en leur demandant d'utiliser l'activité précédente. La question est cependant importante car elle permet de préparer la question 3, et de réactiver les connaissances des élèves sur la réfraction. Le remplissage du tableau prend du temps : la schématisation n'est pas aisée, et la dernière ligne n'est pas explicite mais on attend de voir l'idée d'image renversée / droite. Il faut encourager les élèves à toucher les lentilles, à explorer leur comportement vis-à-vis de la lumière qui les traverse et de ce que l'on peut observer en regardant à travers. L'explication du retournement de l'image sera prise en charge par l'activité 4 et pour l'instant, on ne fait que le constat. Les deux dernières lignes du tableau sont nécessaires car de nombreux élèves vont, par eux-mêmes, manipuler, essayer de faire plein de choses avec les lentilles et entre autres, regarder un objet éloigné, le texte de l'activité à travers (comme loupe). Le fait de distinguer lentille convergente et lentille divergente n'est pas exigible mais il permet de définir et de caractériser les lentilles convergentes.

Il faut prendre le temps de définir l'axe optique lors de la correction de la question 2 afin que les élèves comprennent les représentations suivantes, en particulier celles du modèle.



Lors de la correction de la question 3, on prend en charge les deux dioptries successifs et cela permet donc de faire le lien avec le chapitre précédent sur la réfraction et de donner une première interprétation qualitative à l'origine de la déviation de la lumière par une lentille (et de ne plus considérer la lentille comme une boîte noire qui dévie la lumière).

Les questions suivantes ne posent pas de problème, les tracés sont simples.

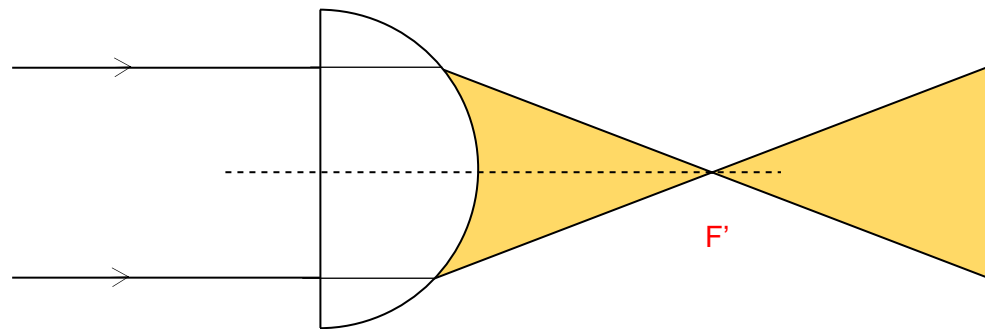
On notera que certains élèves ne sont pas persuadés qu'une lentille convergente fait converger la lumière qui la traverse car pour eux une fois passé le point de convergence les faisceaux de lumière divergent de nouveau. Il faut donc leur préciser que l'on s'intéresse au rôle de la lentille sur la lumière juste après sa traversée.

**CORRECTION**

1. Les lentilles sont des pièces solides transparentes limitées par des surfaces sphériques ou dont l'une est plane.
- 2.

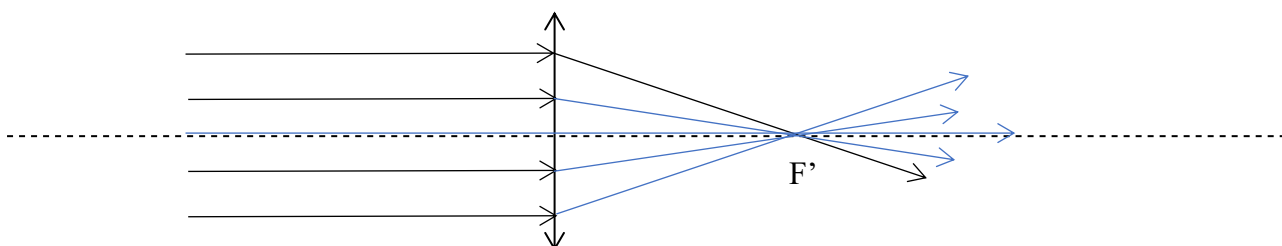
	Convergentes	Divergentes
Effet sur les rayons	Font converger les rayons (juste après leur traversée)	Font diverger les rayons
Formes (schémas)	Bords plus minces que le centre 	Bords plus épais que le centre 
Perception d'un texte proche de la lentille à travers celle-ci	Grossissent le texte qui est à l'endroit	Modifient peu le texte qui est à l'endroit
Perception d'un objet éloigné à travers la lentille	Image observée à l'envers	Image observée à l'endroit

3.



4. Le phénomène en jeu est la réfraction. La lumière arrive sur une surface de séparation entre l'air et le plexiglass. Si elle arrive perpendiculaire, elle n'est pas déviée. En revanche, quand elle arrive à la surface plexiglass / air, elle n'arrive plus perpendiculaire au dioptre et la lumière subit donc une déviation.

5.



C'est aussi le schéma qu'on doit faire pour compléter le § b du modèle (ajouter juste la distance  $f'$ ).

## Activité 3 : Où est l'image d'un point lumineux ?

Détermination de la position de l'image d'un point à l'aide d'éléments de modélisation géométriques

### LIEN AVEC LA FICHE CCM

#### SAVOIRS RETRAVAILLÉS

**VOCABULAIRE** à savoir définir :  
lentille convergente ; foyer image

#### SAVOIRS VISÉS

**VOCABULAIRE** à savoir définir :

- axe optique
- objet lumineux
- image optique
- centre optique
- foyer image
- point image conjugué d'un point objet
- point objet/ point image

**PROPRIÉTÉS** à connaître et à savoir exploiter :

- Tracés de deux rayons particuliers

#### CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

**Modéliser une situation** simple à l'aide du modèle du rayon lumineux ; tracé d'un rayon particulier : rayon parallèle à l'axe optique

#### CAPACITÉS VISÉES

- Déterminer graphiquement la position d'une image réelle formée par une lentille mince (pour un objet à une distance donnée hors de l'axe optique)
- Visualiser sur un écran l'image d'un objet lumineux à travers une lentille et la caractériser (position).

### CÔTÉ PRATIQUE

**DURÉE** 20 MIN

#### RESSOURCES DISPONIBLES :

Feuille de consignes  
Feuille Modèle  
matériel + protocole  
ordinateur pour simulation

#### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

possibilité de vérifier à l'aide d'un simulateur sur ordinateur, par exemple *simuOPTIQUE* disponible sur Pegase :

<http://pegase.ens-lyon.fr/enseigner/hors-niveau/nos-simulateurs>

Matériel avec banc d'optique pour vérifier la construction géométrique et la position du point image. Pour cela il faut prévoir un cache percé d'un petit trou pour servir de point objet.

Idéalement, les activités 2 à 5 se font pendant une séance en effectif réduit en salle de TP.

On peut préparer cette activité à la maison sauf la visualisation expérimentale (il faut alors penser à donner aux élèves l'adresse du simulateur *simuOPTIQUE* ; cependant, l'acquisition du vocabulaire sera difficile.

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

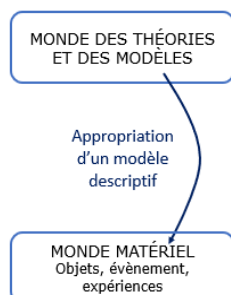
#### ACTIONS DIDACTIQUES

**Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative de vérification d'un modèle ou d'une prévision à l'aide du modèle**

#### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Formulation écrite avec des mots ; schéma spécifique

#### MODÉLISATION



*Modélisation de la lentille. Modèle de l'optique géométrique*

*lentille, lanterne, écran, figure lumineuse nette*

La dernière question fait « remonter » au modèle puisqu'on teste le modèle.

### SAVOIRS EN JEU

Cette activité propose de continuer la construction du modèle de l'optique géométrique :

- appropriation du vocabulaire et de définitions (image)
- tracés de rayons particuliers, dans un cas un peu moins simple, en utilisant deux rayons particuliers : celui passant par le centre optique et celui qui arrive parallèle à l'axe optique
- simulation de la situation à l'aide d'un simulateur s'appuyant sur les lois du modèle de l'optique géométrique

La fin de l'activité met en jeu une expérimentation à l'aide du banc d'optique qui permet de confronter les résultats théoriques du début d'activité aux observations expérimentales et donc de tester le modèle.

Cette fois-ci, à la différence des activités précédentes, on va partir du modèle que les élèves doivent lire et mettre en œuvre pour faire une construction géométrique dont la validité sera vérifiée à l'aide d'un simulateur. Le recours au simulateur permet aux élèves de trouver une validation de leur travail par eux-mêmes en cherchant la cohérence entre ce qu'ils ont obtenu avec les mêmes éléments de modélisation mais avec deux outils différents. On ne va donc pas ajouter du modèle à partir de l'expérience mais s'approprier le modèle et son vocabulaire associé et l'appliquer à un cas modélisé.

On complexifie le tracé des rayons en partant d'un objet qui n'est pas sur l'axe et qui n'est pas à une distance infinie, et on ajoute le tracé du rayon passant par le centre de la lentille. On ajoute du vocabulaire petit à petit sur la modélisation de la lentille. Pour la première fois on s'appuie sur la définition de l'image d'un point objet donnée dans le modèle.

Enfin, cette activité permet également d'avancer dans les capacités expérimentales également, puisque les élèves vont devoir recueillir une image sur un écran pour la première fois. On donne donc du sens à l'image et ses caractéristiques. Pour cela l'enseignant ne doit pas hésiter à faire le lien entre les observations expérimentales et la modélisation à l'aide des constructions géométriques lorsque les élèves déplacent l'écran au voisinage de la position du point image : les rayons convergent avant le point image et sur l'écran lorsqu'on le rapproche du point image on observe un cercle lumineux (en accord avec le fait que les rayons lumineux ne passent pas par un même point) dont le diamètre diminue. Inversement, lorsqu'on éloigne l'écran, le diamètre du cercle augmente en accord avec les rayons lumineux qui s'écartent.

À la fin de l'activité, lors de l'institutionnalisation, le professeur fait compléter le § D du modèle aux élèves.

### COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

On demande aux élèves de d'utiliser trois paragraphes du modèle mais seul le § C, qui permet de mettre des mots sur des notions également déjà traitées, est nouveau pour cette activité. Cependant, cela fait beaucoup d'informations à utiliser et les élèves vont peut-être trouver cela assez indigeste au départ, il faut donc les rassurer à ce niveau et prendre le temps de les accompagner, en complétant les schémas avec eux et en insistant sur l'essentiel.

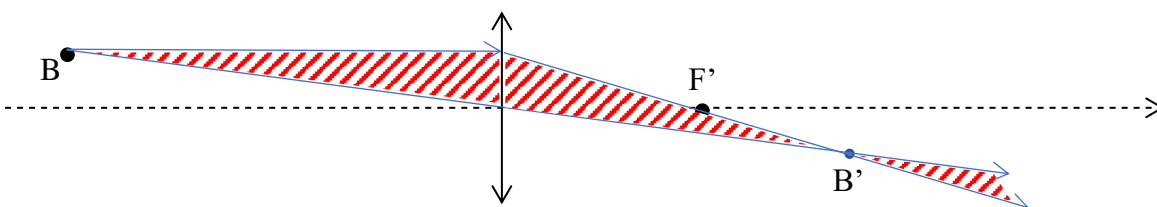
Un fois la partie modèle prise en charge, les élèves se lancent dans l'activité. Les tracés et l'activité de manière générale ne posent pas de problème majeur si les élèves identifient bien le lien entre l'intérêt de tracer la marche de rayons issus du point objet B après la lentille et la définition de l'image d'un point objet. Pour les élèves qui seraient arrêtés à ce stade, l'enseignant doit veiller à renvoyer les élèves vers la lecture du modèle quitte à leur indiquer le paragraphe voire même la définition à mettre en œuvre.

Les vérifications à l'aide du simulateur et expérimentale prennent du temps car les élèves doivent apprivoiser l'environnement numérique et le matériel.

Le simulateur sera de nouveau utilisé dans les activités suivantes et il est donc important d'y passer un peu de temps (l'enseignant peut projeter au tableau le simulateur pour expliquer les fonctionnalités).

C'est aussi la première fois que les élèves disposent d'un banc d'optique. Il faut donc prévoir un temps de présentation de celui-ci et de ses spécificités (choix des lentilles, mise en place de la lentille sur son support, onglets de repérage des positions de l'objet, de la lentille et de l'écran ...). Très vite, les élèves sont étonnés de voir l'image renversée, l'enseignant peut alors les renvoyer aux tracés qu'ils viennent de réaliser à la main et à l'aide du simulateur.

### CORRECTION





Correction des questions 1 à 3 sur le schéma ci-dessous

A la question 2, on s'appuie pour trouver la position de l'image B' sur la définition d'une image donnée au paragraphe C du modèle : « L'image A' d'un point lumineux A (A est un *point objet*) est le point où convergent tous les rayons de lumière issu de A ».

4- Les élèves utilisent le simulateur *simuOPTIQUE* pour vérifier leur travail.

Puis les élèves visualisent expérimentalement la position de l'image d'un point objet (pour une lentille de 33 cm de distance focale)

Pour le schéma du paragraphe D du modèle à compléter lors de l'institutionnalisation, pour un format A4, on propose de placer les foyers à 2 cm de la lentille, et le point objet à 5 cm horizontalement de celle-ci et 1 cm verticalement de l'axe optique. Cela permet d'obtenir une image à 3,3 cm horizontalement de la lentille et 0,7 cm verticalement de l'axe optique.

## Activité 4 : Et si l'objet n'était plus un point ?

*Construction et caractérisation d'une image pour un objet étendu*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE</b> à savoir définir :</p> <p>foyer image ; objet lumineux ; image optique ; point image conjugué d'un point objet, axe optique ; point objet / point image ; centre optique</p> <p><b>PROPRIÉTÉS</b> à connaître et à savoir exploiter :</p> <p>Tracés de deux rayons particuliers : rayon passant par O, rayon parallèle à l'axe</p> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE</b> à savoir définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> foyer objet,</li> <li><input type="checkbox"/> distance focale</li> </ul> <p><b>PROPRIÉTÉS</b> à connaître et à savoir exploiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Le foyer objet est le symétrique du foyer image par rapport au centre optique</li> <li><input type="checkbox"/> Tracés des rayons particuliers</li> </ul> <p><b>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES</b></p> <p><b>Modéliser une situation</b> simple à l'aide du modèle du rayon lumineux.</p> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Déterminer graphiquement</b> la position, la taille et le sens d'une image réelle formée par une lentille mince (pour un objet étendu perpendiculaire à l'axe optique)</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Visualiser sur un écran l'image d'un objet lumineux à travers une lentille et la caractériser (sens, taille, position).</b></li> </ul>	<p><b>DURÉE 30 MIN</b></p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES :</b></p> <p>Feuille de consignes Feuille Modèle matériel + protocole simulateur</p> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p> <p>Pour cette activité, on a besoin d'une salle avec ordinateur et avec des rideaux obscurcissant pour la manip. Les résultats de cette activité sont ré-exploités ensuite dans l'activité 6.</p> <p>L'enseignant doit penser à modifier dans le texte de l'activité la forme de l'objet lumineux utilisé en fonction du matériel disponible.</p> <p>On peut utiliser aussi le simulateur en faisant varier les grandeurs « par curiosité ». On peut imaginer facilement quelques questions supplémentaires pour les élèves rapides sous forme de QCM pour tester leur compréhension : « si la distance focale augmente, le pouvoir de convergence de la lentille augmente – diminue – reste constant » etc.</p> <p>Idéalement, les activités 2 à 5 se font pendant une séance en effectif réduit en salle de TP.</p>

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

#### ACTIONS DIDACTIQUES

**FAIRE RÉALISER UNE EXPÉRIENCE QUANTITATIVE (AVEC PRISE DE MESURES)**

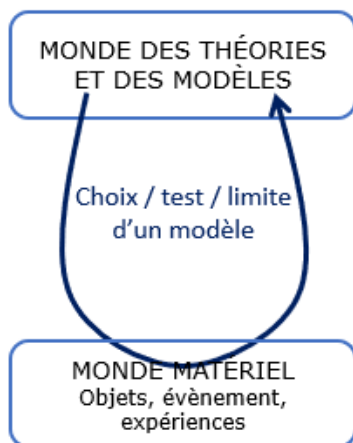
**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

*Formulation écrite avec des mots / Schéma spécifique*

*tableau double entrée / perception visuelle*

*Valeurs et relations formelles entre grandeurs scalaires*

**MODÉLISATION**



*Modèle de l'optique géométrique*

*lentille, lanterne, écran, figure lumineuse nette, banc d'optique gradué*

**SAVOIRS EN JEU**

Aucun nouvel élément de modèle n'est ajouté dans cette activité mais on passe du point à l'objet, étape essentielle pour comprendre la formation des images. On teste le modèle quantitativement grâce à des mesures et au simulateur (qui fait « vivre » le modèle). En faisant l'expérience, puis le tracé et enfin l'utilisation du simulateur, on va comparer les valeurs et ainsi mettre à l'épreuve le modèle, en partant d'un cas plus complexe.

On continue à complexifier la situation mais à donner plus de sens au travail demandé en utilisant un objet étendu. En effet, lors des deux premières activités on a évoqué l'utilisation de l'appareil photo et les élèves ont regardé leur environnement à travers des lentilles, ils savent donc que les lentilles permettent d'observer des objets étendus. Le premier enjeu de cette activité est donc que les élèves parviennent à considérer un objet étendu comme une infinité de points objet.

Sans en donner le nom aux élèves, la condition d'aplanétisme permet alors de faciliter le travail de construction de l'image étendue en évitant de construire l'image de cette infinité de points. On amène ici les élèves à comprendre qu'il suffit de tracer les trois rayons particuliers connus pour le point de l'objet à son extrémité (hors de l'axe) et d'en construire l'image pour obtenir celle de l'objet étendu. On réinvestit ainsi tout le vocabulaire et les propriétés du modèle et on va utiliser pour la première fois la notion de foyer objet, jusque-là jamais utilisé.

On va ensuite travailler sur la caractérisation de l'image d'un objet étendu et le langage lié. Il est essentiel lors de l'institutionnalisation d'indiquer les nuances de significations du mot *image* en physique et dans la vie courante. En physique, par définition, une image ne peut pas être floue. Ce qu'on identifie comme une « image » floue est en fait la *figure* visible sur un écran qui n'est pas positionné là où est l'image...

On vérifiera avec le simulateur les résultats expérimentaux et obtenus graphiquement en précisant bien que le simulateur est construit pour fonctionner selon les lois du modèle de l'optique géométrique dont disposent les élèves. Ce qui s'affiche à l'écran devrait donc être superposable à un tracé « fait main » qui lui aussi ne fait qu'utiliser le modèle. Cette fois encore le recours au simulateur permet aux élèves de valider par eux-mêmes leur travail en cherchant la cohérence entre leur construction et celle du simulateur.

**COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

On commence cette fois-ci par l'expérimentation, dans la continuité de la fin de l'activité précédente. Les mesures ne sont pas très précises en raison de la latitude de mise au point mais il ne faut pas hésiter à demander aux élèves de bouger leur écran autour de la position de l'image pour prendre conscience de cela. Le tracé demande de la précision et donc du temps pour les élèves. L'enseignant doit insister sur la précision nécessaire au tracé (pensez à bien tailler les pointes de crayon à papier). Une échelle horizontale est utilisée

pour la première fois. La justification de l'utilisation d'une échelle est assez triviale si on se réfère à la situation expérimentale mais l'enseignant ne doit pas oublier de le faire pour lever tout implicite.

Il est possible de faire une correction du tracé au tableau avant de lancer la confrontation expérience/modèle. Car même si la démarche est assez détaillée dans l'énoncé et que les élèves ont déjà tracé les rayons particuliers demandés, c'est la première fois que les élèves construisent l'image d'un objet étendu. La confrontation modèle / expérience peut mettre certains élèves en difficulté car les résultats ne sont pas exactement les mêmes. On peut donc en profiter pour faire une allusion aux incertitudes (sur le repérage de la position de l'image, la valeur de la distance focale ...) sans les estimer forcément mais en recueillant les valeurs de tous les groupes de la classe, ou en proposant des ensembles de valeur. Lors de l'utilisation du simulateur, on peut insister sur le fait qu'il est basé sur le même modèle que celui mis en œuvre par les élèves et devrait donc donner les mêmes résultats que leurs tracés.

## CORRECTION

1.2. On remarque que l'image est renversée par rapport à l'objet.

Tableau de valeurs :

	Valeurs expérimentales	Valeurs obtenues par le modèle
OA	80,0 cm	80,0 cm
OA'	57,8 cm	57 cm
AB	1,5 cm	1,0 cm
A'B'	1,1 cm	0,7 cm

3. a. En principe, les positions sont similaires

b. Sur le schéma, l'image B' de B est au-dessous de l'axe optique, alors que l'objet B est au-dessus. On est donc bien renversé.

c. Oui

## Activité 5 : Retour sur le rôle de la lentille

*Utiliser le modèle de l'optique géométrique pour prévoir et interpréter*

### LIEN AVEC LA FICHE CCM

#### SAVOIRS RETRAVAILLÉS

**VOCABULAIRE** à savoir définir :

lentille convergente ; image optique ; point objet / point image ; point image conjugué d'un point objet

#### CAPACITÉS RETRAVAILLÉES

Modéliser une situation simple à l'aide du modèle du rayon lumineux ;

Visualiser sur un écran l'image d'un objet lumineux à travers une lentille et la caractériser (sens, taille, position).

### CÔTÉ PRATIQUE

**DURÉE 15 MIN**

#### RESSOURCES DISPONIBLES :

Feuille de consignes

Feuille Modèle

Matériel + protocole

#### REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL

Idéalement, les activités 2 à 5 se font pendant une séance en effectif réduit en salle de TP. Pour cette activité, on a besoin d'une salle avec des rideaux obscurcissant pour la manip.

## CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

### ACTIONS DIDACTIQUES

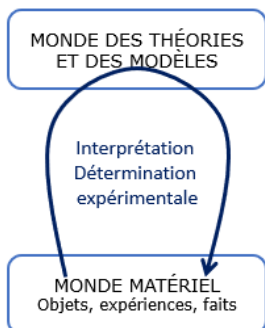
**Faire expliciter et prendre en compte des idées (initiales) quotidiennes**

**Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative de vérification d'un modèle ou d'une prévision à l'aide du modèle**

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

*perception visuelle / formulation avec des mots*

**MODÉLISATION**



*Objet et image optique, rayons lumineux, lentille mince, faisceau*

*Objet lumineux, lentille, cache, figure sur l'écran*

**SAVOIR EN JEU**

Dans cette activité, on ne fait intervenir aucun nouveau savoir, aucun nouvel élément de modèle. On ne va chercher qu'à expliciter les idées des élèves à l'aide des prévisions demandées, construites à partir du modèle ou non, puis à verbaliser les interprétations de ce que l'on observe à l'aide des éléments du modèle. L'enjeu est d'illustrer que même après enseignement certaines intuitions sont tenaces en optique et s'avèrent erronées au regard de l'expérience... et du modèle !

Plus d'une moitié d'élèves produit encore après introduction du modèle une prévision incorrecte dans le 2<sup>e</sup> cas (cacher la lentille). L'expérience est alors très surprenante pour eux mais l'enjeu de l'activité est de montrer que le modèle permet d'expliquer ce qu'on observe.

**COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

Pour la première prévision, à ce stade du chapitre, un certain nombre d'élèves a déjà fait l'expérience volontairement ou non : ils ont oublié de mettre la lentille par exemple. La plupart imagine donc assez facilement le résultat. En revanche, la formulation et l'interprétation du modèle est plus complexe. S'ils trouvent facilement, il faut les encourager à formuler leur interprétation (et à la défendre auprès de leurs camarades). Lors de l'expérimentation, certains élèves vont contester qu'une image se forme par exemple sur le mur. Il ne faut alors pas hésiter à former une figure nette en plaçant une lentille pour leur montrer que ce qu'ils croient voir sur l'écran ou sur le mur n'est pas une image car ce n'est pas une figure lumineuse nette en comparaison de la projection que l'on peut faire à l'aide d'une lentille.

Pour la seconde prévision, peu d'élèves émettent une proposition correcte. La plupart imagine que l'image sera à moitié tronquée. On voit même parfois des élèves qui pensent que la moitié cachée sera différente selon qu'on cache avant ou après la lentille, en conformité avec la conception de l'image voyageuse (voir [document Eduscol](#)). Il faut donc prendre le temps lors de la correction de faire un tracé ou s'appuyer sur une projection du tracé de la marche de faisceaux de lumière issus d'au moins deux points de l'objet pour mettre en évidence qu'une partie de la lumière issue de chacun passe à travers la lentille et forme l'image, ce qui permet aussi d'expliquer qu'elle est vue moins lumineuse. Même avec la correction, certains élèves ont du mal à être convaincus et donc le recours à l'expérimentation est essentiel ici. Si cette activité n'a pas eu le temps d'être réalisée pendant la séance en groupe, l'enseignant doit faire la manipulation devant les élèves en classe entière.

Cette activité peut aussi être traitée en tout début de chapitre pour tester les idées initiales des élèves et les happer par ce « tour de magie ». C'est une activité très motivante quelle que soit sa place.

Il est intéressant de laisser d'abord chaque élève écrire son idée puis de faire débattre les élèves à 2, 3 ou 4 avant de faire l'expérience. Cela permet aux élèves de verbaliser en utilisant éventuellement le modèle. L'expérience peut être réalisée par chaque groupe d'élève ou par l'enseignant, ce qui permet aussi de mettre en commun les idées initiales.

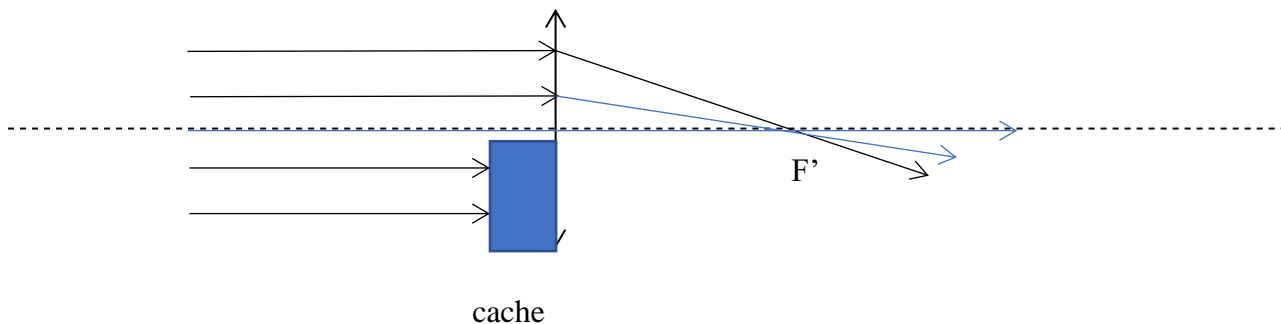
**CORRECTION**

1. **Même en déplaçant l'écran, on n'observe pas de figure lumineuse nette.**

Interprétation : sans la lentille, les rayons lumineux ne sont pas déviés et donc les rayons issus d'un même point ne convergent pas en un seul et unique point. Aucune image n'est donc formée en absence de lentille.

2. On observe toujours la même image. Cependant, l'image est moins lumineuse.

Interprétation : en cachant la lentille, on empêche certains rayons de passer. Ainsi, on capte moins de lumière, d'où la perte de luminosité. Cependant, les rayons issus d'un point objet qui passent dans la « demi-lentille » continuent de se croiser au même point image. Ainsi, l'image est toujours la même.



## Activité 6 : Peut-on prévoir la taille d'une image ?

*Définition et calcul du grandissement*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p><b>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</b></p> <p><b>VOCABULAIRE</b> à savoir définir :</p> <p>image optique ; point objet / point image ; point image conjugué d'un point objet,</p> <p><b>SAVOIRS VISÉS</b></p> <p><b>Vocabulaire</b> à savoir définir :</p> <p><input type="checkbox"/> grandissement</p> <p><b>Relations</b> à connaître et à savoir exploiter :</p> <p>expression du grandissement en fonction des tailles de l'objet et de l'image et en fonction des distances objet-lentille et image lentille</p> <p><b>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES</b></p> <p>Modéliser une situation simple à l'aide du modèle du rayon lumineux ;</p> <p>Visualiser sur un écran l'image d'un objet lumineux à travers une lentille et la caractériser (sens, taille, position).</p> <p><b>CAPACITÉS VISÉES</b></p> <p>Déterminer le grandissement associé à la formation d'une image</p>	<p><b>DURÉE</b> 15 MIN (SANS LA PARTIE POUR ALLER PLUS LOIN)</p> <p><b>RESSOURCES DISPONIBLES :</b></p> <p>Feuille de consignes Feuille modèle Simulateur</p> <p><b>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL</b></p> <p><i>peut être préparé à la maison jusqu'à la question 3 à condition de disposer des valeurs de l'activité 4.</i></p>

### CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

#### ACTIONS DIDACTIQUES

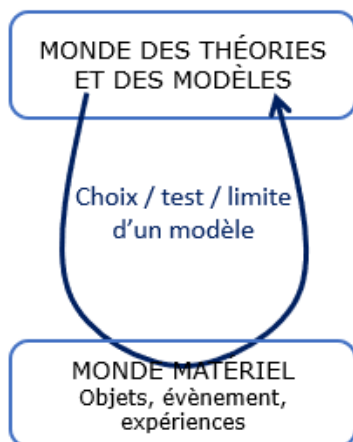
**Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative de vérification d'un modèle ou d'une prévision à l'aide du modèle**

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :**

*perception visuelle / formulation avec des mots*

*Valeurs et relations formelles entre grandeurs scalaires*

**MODÉLISATION**



*Grandissement, objet, image, distance  $AB$ ,  $A'B'$ ,  $OA$ ,  $OA'$*

*Lentille, mesures de distances sur les éléments observables*

**SAVOIRS EN JEU**

Les éléments de modélisation du chapitre sont comme depuis le début découverts et mis en œuvre petit à petit et cette activité permet d'introduire la notion de grandissement. De nouveau, on choisit de tester le nouvel élément de modélisation dont la définition est donnée à lire aux élèves en début d'activité, et on lui donne du sens en l'utilisant immédiatement. En confrontant l'expérience à la construction graphique et la simulation, on vérifie la validité du modèle.

Les deux premières questions sont une simple mise en application des calculs de grandissement à partir de mesures déjà réalisées.

La question 4 permet de faire comprendre à l'élève que le grandissement n'est pas une valeur fixée pour une lentille et qu'il variera selon la position de l'objet (mais pas de sa taille...).

Enfin, la question 5 permet de donner du sens à l'introduction de cette nouvelle grandeur : en lui donnant deux expressions, on peut ainsi déterminer la position ou la taille d'un objet / d'une image si on connaît 3 de ces grandeurs.

La partie « pour aller plus loin » dépasse clairement le cadre du programme de seconde : elle permet d'explorer un peu plus la complexité du modèle de l'optique géométrique en introduisant l'algébrisation (certains élèves ont peut-être été interpellés par les signes sur le simulateur...). Elle permet aussi aux élèves d'établir par un raisonnement géométrique l'égalité entre les deux rapports donnant le grandissement. Cette démonstration n'est en rien exigible en seconde.

**COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES**

Les élèves, que l'on a préservés jusque-là de tout calcul, peuvent avoir cette fois des difficultés calculatoires. Cependant, les calculs sont relativement simples et seule la dernière question (7) demande de manier les relations mathématiques. Cette activité permet aussi de travailler l'association d'une grandeur à une valeur en prenant garde aux unités.

On notera que pour les questions 1 et 2, il faut vraiment avoir pris des mesures précises car sinon les deux grandissements sont très différents.

Dans la partie « pour aller plus loin » la question relative à l'algébrisation du grandissement permet de répondre aux interrogations de certains élèves qui ont peut-être été interpellés par les signes sur le simulateur. Par contre la dernière question de cette partie, est plus délicate pour les élèves et réservée aux élèves habiles avec les mathématiques car même s'ils connaissent le théorème de Thalès ils ne savent pas forcément comment le mettre en œuvre ici.



Si l'activité est réalisée en classe entière, la vérification avec le simulateur peut être faite par l'enseignant en projetant au tableau les simulations. On peut aussi imaginer que l'enseignant a un banc optique sur son bureau pour faire la manipulation.

**CORRECTION**

1. On calcule le grandissement à partir de la relation  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{1,1}{1,5} = 0,73$  d'après les mesures.
2. D'après les valeurs du schéma  $= \frac{A'B'}{AB} = \frac{0,7}{1} = 0,7$ . Les valeurs sont proches l'une de l'autre. Le grandissement serait indépendant de la taille de l'objet ?
3. *Simulateur.*
4. *Expérience.*
5. La valeur du grandissement indique si l'image est plus grande ( $>1$ ) ou plus petite ( $<1$ ) que l'objet.
6. Le nouveau grandissement vaut  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{1,8}{1,5} = 1,2$ . Cette fois-ci l'image est plus grande que l'objet. Le grandissement varie en fonction de la position de l'objet.
7. D'après la formule, on a  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$  donc,  $OA' = OA \times \frac{A'B'}{AB} = 60 \times \frac{1,8}{1,5} = 72 \text{ cm}$ . Le simulateur donne 73 cm. Les valeurs sont très proches.

Pour aller plus loin :

8. Le signe négatif veut dire que l'image est renversée par rapport à l'objet.
9. En utilisant Thalès dans les triangles OAB et OA'B', on montre que  $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{OB'}{OB}$ . CQFD.

**Activité 7 : Dans l'œil aussi, une lentille convergente ...**

*Modélisation de l'œil à l'aide du modèle de l'optique géométrique*

**LIEN AVEC LA FICHE CCM****SAVOIRS RETRAVAILLÉS**

**VOCABULAIRE** à savoir définir :

Lentille convergente ; foyer image ; distance focale ; image optique ; objet lumineux ; point image conjugué d'un point objet

**PROPRIÉTÉS** à connaître et à savoir exploiter :

Tracés de deux rayons particuliers : rayon issu de F, rayon passant par O,

Lieu du foyer image : où se croise les rayons parallèles à l'axe optique

**SAVOIRS VISÉS**

**VOCABULAIRE** à savoir définir :

- diaphragme
- iris, cristallin, rétine

**CAPACITÉS RETRAVAILLÉES**

- Modéliser** une situation simple à l'aide du modèle du rayon lumineux.

**CAPACITÉS VISÉES**

- Modéliser** l'œil à l'aide d'éléments utilisés en optique (lentille, écran, diaphragme)

**CÔTÉ PRATIQUE**

**DURÉE 20 MIN**

**RESSOURCES DISPONIBLES :**

Feuille de consignes  
Documents  
Feuille Modèle

**REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL**

Il est conseillé de disposer d'une maquette de l'œil et d'un banc d'optique avec les éléments qui permettent de modéliser l'œil (diaphragme, lentille, écran). On peut même utiliser des dispositifs faits maison avec des tube PVC (pour plomberie) de longueur égale à la lentille qu'on fixe à une des extrémités, l'autre extrémité étant munie d'un papier calque.

*L'activité peut être faite à la maison*

## CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

### ACTIONS DIDACTIQUES

**Faire analyser des documents (situation d'étude matériellement non disponible)**

**Modéliser une situation**

### LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

*Schémas spécifiques*

*représentation figurative*

### MODÉLISATION



## SAVOIRS EN JEU

Cette activité est une activité de modélisation à partir d'un schéma (qui a donc déjà fait des choix de modélisation). Les élèves utilisent leur connaissance et toutes les activités précédentes pour retrouver le rôle du cristallin et de la rétine.

Les questions 3 et 4 permettent de réfléchir encore au modèle de la lentille et permettent de retourner au monde matériel.

## COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Cette activité peut être préparée à la maison, ce qui permet aux élèves de réinvestir le travail fait en classe chez eux. Cette activité capte généralement bien l'attention des élèves, grâce à la contextualisation, après des activités plus théoriques. Il faut se préparer à de nombreuses questions sur les verres correcteurs et autres défauts de l'œil.

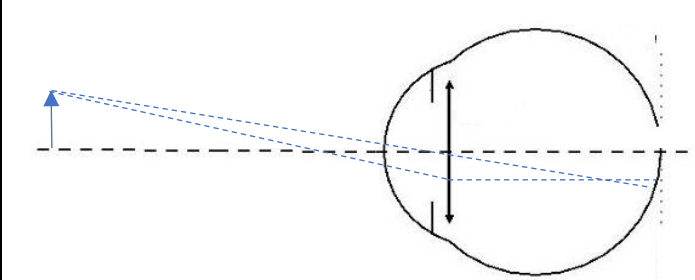
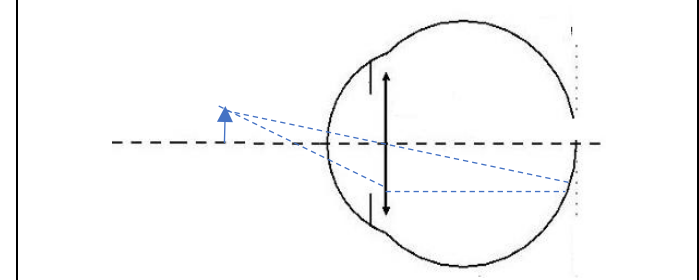
Il ne faut pas hésiter à renvoyer les élèves à l'activité 2 s'ils bloquent sur la question 2. De la même façon, pour les élèves qui ne parviennent pas à appréhender la question 3, l'enseignant peut leur demander d'étudier le cas d'un objet proche en schématisant la formation de l'image au niveau de l'œil.

## CORRECTION

1. Diaphragme : iris ; lentille : cristallin ; écran : rétine
2. L'image se forme à l'envers par rapport à l'objet. C'est notre cerveau qui « remet l'image à l'endroit ».
3. Un œil a un diamètre d'environ 2-3 cm. Quand on regarde au loin un point situé sur l'axe optique, les rayons arrivent parallèles à celui-ci et se croisent (l'image de se forme) au niveau du foyer image  $F'$  (voir activité 2). La distance focale est la distance cristallin – rétine, soit environ 2,5 cm.
4. Si on observe un objet plus proche, les rayons issus de l'objet et qui arrivent sur le cristallin sont davantage divergents et donc, ils convergeront après la traversée du cristallin plus loin que le foyer image, et donc que la rétine. Il faut donc que la lentille (le cristallin) devienne davantage convergente et donc que la distance focale du cristallin varie (diminue)





<b>Mauvaise vision de loin : myopie</b>	<b>Mauvaise vision de près : hypermétropie</b>
(cristallin . . <b>trop</b> . convergent ou œil trop long)	(cristallin . <b>pas assez</b> . convergent ou œil trop court)
	

5. a- Pour la myopie, les rayons se croisent trop tôt, il faut donc rendre l'œil moins convergent, on ajoute une lentille divergente.
- b- Pour la hypermétropie, les rayons se croisent trop tard, il faut donc rendre l'œil plus convergent, on ajoute une lentille convergente.

Pour aller plus loin :

6. La personne voit mal de loin (myope) : elle a donc des verres divergents dont la fonction est de modifier le trajet de la lumière qui pénètre dans l'œil ; ces lunettes filtrent les UV et la lumière bleue, leurs verres ont donc aussi pour fonction d'absorber les UV et la lumière bleue.
7. A priori, il ne doit pas y avoir de problème à utiliser ces verres corriger l'hypermétropie tout en filtrant la lumière bleue puisque la filtration est liée à la nature du matériau qui constitue le verre et cela n'a pas d'incidence sur la convergence de celui-ci. La convergence du verre ne dépend que de sa forme qui varie en fonction de la correction à apporter.