



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES



Enseignement

ÉVALUATION EXTERNE NON CERTIFICATIVE

5^e ANNÉE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

EENC2023

SCIENCES

PISTES DIDACTIQUES



PHYSIQUE

À L'ATTENTION DES ENSEIGNANTS DE 4^e SECONDAIRE

Sommaire

Introduction	5
Constats issus de l'épreuve	6
Modélisation d'une situation d'équilibre à l'aide de bras de levier : les machines simples .	7
Processus travaillés	7
Visées de la piste proposée	7
Description de l'activité	8
Ressource 1	13
Énergie et puissance : questions conceptuelles	14
Processus travaillés	14
Visées de la piste proposée	14
Description des activités proposées	14
Ressource 2 - Questionnaire	16
La magie de l'image	20
Processus travaillés	20
Visées de la piste proposée	20
Description des activités proposées	21
Ressource 3 - Feuilles de consignes pour l'élève-magicien	26
Ressource 4 - Exemple de feuilles pour les élèves	27
Ressource 5 - Évaluation formative	31
Annexes	33

Ce document de pistes didactiques a été élaboré par un groupe de travail composé de :

Mercédes AVIGNON	chercheuse au service de didactique des sciences biologiques de l'Université de Liège
Claudine BAIVERLIN	inspectrice
Benoît BOUTIN	enseignant
Françoise CORNELISSENS	chargée de mission à la Direction générale du Pilotage du Système éducatif
Sébastien DELATTRE	attaché à la Direction générale du Pilotage du Système éducatif
Corry DELPLACE	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Philippe GODTS	conseiller au soutien et à l'accompagnement
Thierry GOUDERS	chercheur au service de l'Analyse des systèmes et des pratiques d'enseignement de l'Université de Liège
Brigitte JANSSENS	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Isabelle LEMAIRE	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Pierre MARICHAL	inspecteur
Pascale PAPLEUX	conseillère au soutien et à l'accompagnement
Julien PEETERMANS	inspecteur
Maggy PRINCE	enseignante
Isabelle QUERTON - PARLOIR	formatrice WBE
Pierre SEVENANTS	inspecteur
Sophie VANDER SANDE	enseignante

L'emploi dans le présent document des noms masculins pour les différents titres et fonctions est épiciène en vue d'assurer la lisibilité du texte.

Introduction

Ce document fait suite aux résultats de l'évaluation externe en sciences administrée en octobre 2023 dans les classes de 5^e secondaire. Cette évaluation à visée diagnostique et formative avait pour objectif d'établir un bilan précis de l'acquisition de certains processus et compétences et de déceler ceux qui sont moins bien maîtrisés et qui devraient faire l'objet d'une attention particulière.

L'épreuve à destination des élèves de G/TT portait sur les unités d'acquis d'apprentissage suivantes :

- UAA 3 : unité et diversité des êtres vivants.
- UAA 3 : la réaction chimique : approche quantitative.
- UAA 3 : travail, énergie, puissance.
- UAA 4 : la magie de l'image.

L'épreuve à destination des élèves de TQ/P portait sur les unités d'acquis d'apprentissage suivantes :

- UAA 6 : biodiversité et évolution.
- UAA 7 : les lentilles nous aident à observer.
- UAA 8 : vivre une sexualité responsable.
- UAA 9 : l'atome, constituant élémentaire de la matière.
- UAA 10 : les êtres vivants ont besoin d'énergie pour fonctionner.

Après analyse des résultats, le groupe de travail a rédigé des propositions d'activités concrètes qui visent à améliorer les résultats des élèves. Elles sont principalement destinées aux enseignants de 4^e secondaire.

Quatre documents distincts ont été élaborés :

- **Pistes didactiques en physique à destination des classes de G/TT ;**
- Pistes didactiques en chimie à destination des classes de G/TT ;
- Pistes didactiques en biologie à destination des classes de G/TT ;
- Pistes didactiques pour les UAA 7 et 9 à destination des classes de TQ/P.

Constats issus de l'épreuve

Nous rappelons ici quelques résultats car c'est sur la base de ces constats que les orientations pour ces pistes didactiques ont été définies.

Les élèves éprouvent globalement des difficultés à traiter des situations expérimentales modélisant des situations réelles, et permettant de mesurer effectivement des forces à exercer en fonction des bras de levier. Une hypothèse serait que ces difficultés proviendraient d'un manque d'expérimentations en classe. Les élèves ne seraient pas suffisamment entraînés à mesurer des forces ou plus simplement à placer adéquatement des dynamomètres, ce qui nécessite une bonne compréhension du principe des actions réciproques. Cette notion, mise en place en fin de 2e secondaire, intervient en réalité à chaque fois qu'un élève exerce une force sur un objet avec la main, par exemple par l'intermédiaire d'un dynamomètre, la force ressentie étant la réciproque de la force exercée.

Les élèves rencontrent aussi des difficultés face à des questions conceptuelles portant sur le lien entre l'énergie et le travail et ne nécessitant pour la plupart pas de traitement numérique.

Lors de l'évaluation externe non certificative en sciences, les résultats aux questions relatives à l'UAA 4 (la magie de l'image) ont montré que les élèves de 5TT et de 5GT ne maîtrisent pas les concepts de réfraction et de réflexion totale dans des situations en lien avec la vie quotidienne. Ce manque de maîtrise pourrait être lié à un manque d'entraînement en classe, soit parce que l'UAA4 est vue de manière très lacunaire (voire pas du tout), soit parce que le lien avec la réalité concrète est peu abordé.

Ces constats en physique donnent lieu à trois activités présentées ci-après :

- modélisation d'une situation d'équilibre à l'aide de bras de levier : les machines simples ;
- questions conceptuelles sur les liens entre énergie et travail ;
- magie de l'image.



Modélisation d'une situation d'équilibre à l'aide de bras de levier : les machines simples

Processus travaillés

Référentiels de sciences de base, sciences générales et éducation scientifique.

Physique UAA 3 : Travail, énergie, puissance

- Pour une machine simple donnée, préciser la position du point d'appui et du point d'application des forces ainsi que les bras de levier correspondants (**Connaitre**) ;
- Pour une machine simple non vue en classe (par exemple : le pédalier du vélo, la grue hollandaise), identifier les principales caractéristiques des forces en présence et déterminer l'avantage mécanique (**Transférer**).

Visées de la piste proposée

La séquence reprend les visées qui semblent faire défaut chez les élèves :

- Observer une situation réelle et formuler une problématique ;
- Relever les paramètres significatifs ;
- Utiliser un modèle expérimental permettant d'étudier l'effet de ces paramètres les uns sur les autres ;
- Traiter les résultats afin de pouvoir répondre à la problématique initiale.

Remarquons que ces visées sont précisément au cœur de la démarche scientifique ou d'investigation.

Description de l'activité

Objectifs

Étudier les caractéristiques de la languette permettant l'ouverture d'une canette

Prérequis

Les élèves auront déjà abordé la notion de bras de levier et l'avantage mécanique des leviers.

Matériel nécessaire

- Une barre à trous,
- Un axe vertical fixé à une base solidaire de la table,
- Des ficelles d'environ 15 cm de longueur,
- Deux dynamomètres (1 et/ou 2 N). Dans la suite de ce document, nous utilisons un dynamomètre vert (1 N) et un dynamomètre jaune (2 N)

Une description détaillée du matériel, notamment la barre à trous et l'axe vertical, est disponible : **"Ressource 1", page 13**

Temps estimé

Deux à trois périodes de cours



Remarque :

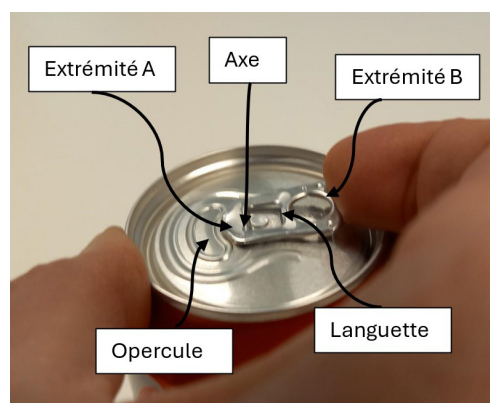
La situation proposée concerne un objet simple de la vie quotidienne, où le bras de levier est clairement identifiable et permet un avantage mécanique supérieur à 1.

De plus, il s'agit d'une situation ne faisant pas intervenir la force de pesanteur, ce qui permet de traiter le cas général des leviers. De plus, cette situation permet aux élèves de ressentir par eux-mêmes les forces exercées et donc de mieux identifier les caractéristiques.

Étape 1 : observation d'une situation de la vie quotidienne

Proposer aux élèves d'observer la structure d'un opercule de canette (plaquette de métal coincée dans le couvercle de la canette) et de la languette qui en permet l'ouverture.

La languette pivote autour d'un axe fixe quand on tire sur son extrémité B, ce qui provoque l'enfoncement de son extrémité A dans l'opercule.





Remarque :

Afin de faciliter le passage de la situation réelle au modèle, le professeur peut positionner la canette à l'horizontale lors de la présentation de la situation aux élèves.

Étape 2 : question d'investigation

Proposer une question d'investigation, par exemple :

- Quelles sont les caractéristiques de la languette qui lui permettent d'ouvrir l'opercule ?
- Quelle est l'influence de la longueur de la languette ?
- Pourquoi l'axe n'est pas situé au milieu de la languette ?



Remarque :

On propose de s'en tenir à des questions qualitatives dans cette première étape. Des questions quantitatives pourront être traitées lors d'activités ultérieures.

Étape 3 : préparation d'une modélisation

Proposer aux élèves d'utiliser un modèle, qui est un montage censé imiter la situation réelle et permettant de modifier des paramètres.

Identifier les parties du montage devant être modélisées :

- la languette ;
- le doigt qui tire sur la languette ;
- l'opercule qui résiste ;
- l'axe auquel la languette est attachée.

Étape 4 : modélisation par les élèves

Mettre à la disposition de chaque sous-groupe d'élèves une panoplie de matériel de mécanique (boîte d'expérimentation) et leur demander de sélectionner le matériel utile à la modélisation.

La panoplie de matériel devra comprendre au minimum :

- une barre à trous ;
- un axe vertical ;
- des ficelles ;
- deux dynamomètres.



Remarque :

Les dynamomètres ne sont utilisés ici que pour évaluer l'intensité des forces exercées, l'exploitation quantitative des résultats n'étant pas le but de cette première piste.

Étape 5 : comparaison des modèles

Inviter les sous-groupes à réaliser un premier montage et le comparer aux montages des autres sous-groupes. Les points d'attention suivants pourraient être abordés :

- **Choix de l'orientation de l'axe**

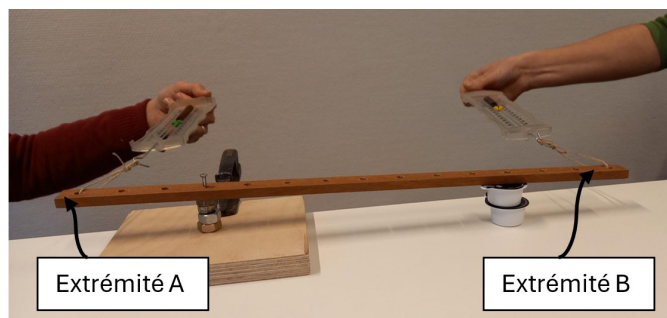
L'axe peut ici être vertical et donc le levier se mouvoir dans un plan horizontal, puisqu'aucune des forces en jeu n'est liée à la gravité. Ce choix permet une meilleure stabilité de l'ensemble.

- **Choix de la position de la barre sur l'axe.**

L'axe peut être positionné du côté de l'extrémité B de la barre, ce qui permet de pouvoir utiliser l'ensemble de la longueur de la barre. Mais cela présente le défaut que la barre n'est pas à l'équilibre sur son axe, puisqu'un des côtés est plus lourd que l'autre. Il faudrait alors serrer l'axe au moyen de rondelles et d'un boulon ou disposer un support sous le bras moteur, ce qui produit des frottements perturbateurs.

Une alternative est de positionner l'axe au milieu de la barre, et de ne pas se préoccuper des portions de la barre situées au-delà des points d'application des forces motrice et résistante.

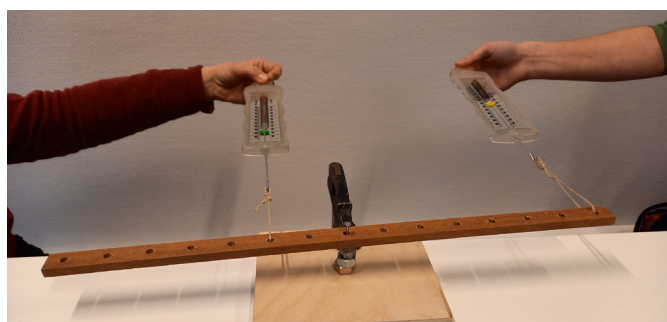
C'est la seule façon de pouvoir exclure le poids de la barre lors des mesures des valeurs des forces exercées. Ce point devrait être explicité aux élèves.



- **Choix de la transmission des forces sur la barre**

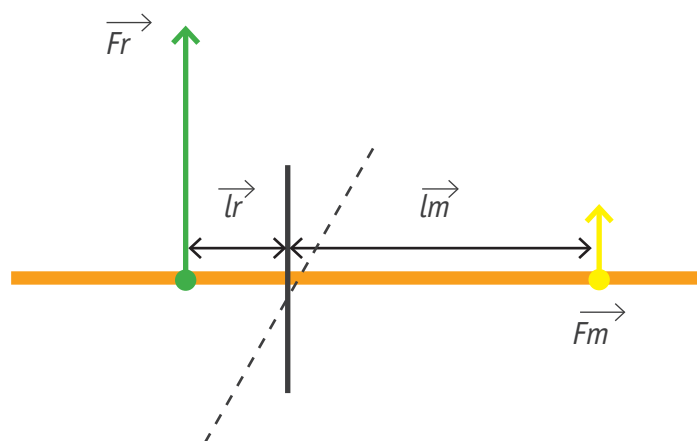
En tirant sur la barre au moyen de bouts de ficelle, on peut mieux mettre en évidence l'orientation des forces exercées sur la barre, et les distinguer des forces ressenties par les opérateurs.

Il faut veiller à ce que les forces soient constamment exercées perpendiculairement à la languette ou à la barre, ce qu'on peut aisément vérifier par l'observation des bouts de ficelle.



Étape 6 : rapport d'expérimentation

Les élèves rédigent un rapport d'expérimentation dans lequel ils justifient leur choix du matériel, schématisent et commentent leur montage, relèvent les paramètres du montage et explicitent leurs correspondances avec la situation étudiée, relatent comment ils adaptent les paramètres pour répondre à la question initiale, et joignent un schéma situant les paramètres étudiés.



Voici les correspondances possibles entre les paramètres du montage et ceux de la situation initiale :

- La force exercée par le doigt sur la languette correspond à la force exercée par le dynamomètre jaune sur la barre (force motrice, notée \vec{F}_m) ;
- La force exercée par la capsule sur la languette correspond à la force exercée par le dynamomètre vert sur la barre (force résistante, notée \vec{F}_r) ;
- La distance entre l'axe et l'extrémité A de la languette correspond à la longueur entre l'axe et le point d'application de la force motrice (bras de levier moteur, noté \vec{l}_m) ;
- La distance entre l'axe et l'extrémité B de la languette correspond à la longueur entre l'axe et le point d'application de la force résistante (bras de levier résistant, noté \vec{l}_r).

Prolongements possibles

- **Reprendre l'exemple de l'opercule de canette et poser une question quantitative**
Une question pourrait être de déterminer l'intensité de la force exercée par la languette sur la capsule pour qu'elle se détache du couvercle. L'utilisation du modèle (barre à trou ou autre) peut s'avérer utile pour pouvoir mesurer les forces exercées.
Lors d'un test au moyen d'un capteur de force, nous avons mesuré qu'il fallait exercer une force de 22N sur l'extrémité de la languette d'une boîte de soda pour en ouvrir l'opercule.
- **Étudier l'action du biceps sur l'avant-bras d'un archer en train de tendre un arc**
Une question pourrait être d'expliquer le déséquilibre musculaire d'un archer. Il faudra fournir aux élèves un schéma de l'implantation du biceps, lui permettant d'identifier aisément les deux bras de levier en jeu.

- **Étudier l'action d'un pied de biche permettant de soulever une dalle**

Cette piste n'a considéré jusqu'à maintenant que des situations où la force de pesanteur n'intervenait pas. On peut à présent aborder la classe des leviers mettant en jeu la force de pesanteur. Il peut s'agir de n'importe quel bras de levier faisant intervenir la force de pesanteur.

- **Étudier le mouvement d'un skate-board dans la première phase d'un Ollie**

Lors de cette phase, le skateur vise à provoquer la rotation du skateboard en exerçant à l'aide de ses pieds des moments de forces qui ne sont plus en équilibre.



Ressource 1

Lors des essais, nous avons utilisé une latte en bois d'une longueur de 37 cm et d'une section de 6 x 15 mm. La latte est percée de 15 trous d'un diamètre de 6 mm et espacés d'une distance de 2,5 cm. Les trous présentent comme avantage d'éviter la torsion de la barre lorsqu'on exerce une force à une certaine distance de l'axe de rotation. Mais le défaut est qu'il faut disposer de crochets adaptés qui puissent s'insérer aisément dans les trous qui doivent donc être d'un diamètre suffisant.



Nous avons également utilisé une latte constituée de cinq épaisseurs de cartons ondulés accolées les unes aux autres. Nous avons ainsi constitué une latte d'une longueur de 36 cm et d'une section de 15 x 20 mm, munie de 17 clous séparés d'une distance de 2 cm. L'avantage des clous est qu'il est très aisé d'y accrocher une ficelle ou un dynamomètre, mais le défaut est que l'intensité de cette force doit être limitée (environ 0,5 N) pour ne pas provoquer de torsion de la barre.

Nous avons également utilisé une latte constituée de cinq épaisseurs de cartons ondulés accolées les unes aux autres. Nous avons ainsi constitué une latte d'une longueur de 36 cm et d'une section de 15 x 20 mm, munie de 17 clous séparés d'une distance de 2 cm. L'avantage des clous est qu'il est très aisé d'y accrocher une ficelle ou un dynamomètre, mais le défaut est que l'intensité de cette force doit être limitée (environ 0,5 N) pour ne pas provoquer de torsion de la barre.



L'axe vertical peut être constitué d'un clou traversant une planchette ou plusieurs morceaux de cartons accolés. La fixation peut être réalisée à l'aide d'un serre-joint ou d'une pince à ressort disponible en grandes surfaces. Il peut être utile de placer quelques boulons ou rondelles entre la planchette et la latte pour limiter les frottements.



Énergie et puissance : questions conceptuelles

Processus travaillés

Référentiels de sciences de base et éducation scientifique. Physique UAA 3 : « Travail, énergie, puissance »

Processus **Connaître** :

- Relier le travail à la variation d'énergie mécanique dans une situation courante.

Processus **Appliquer** :

- Estimer les pertes d'énergie dans une transformation énergétique correspondant à une situation donnée.

Processus **Transférer** :

- Dans une situation donnée, estimer (via l'énergie cinétique) le lien entre une variation de vitesse et la sécurité d'un déplacement.

Visées de la piste proposée

- Permettre aux élèves d'évaluer leur compréhension de la matière lors d'un travail collaboratif et formatif lié à des situations quotidiennes.
- Fournir à l'enseignant des indices sur les difficultés conceptuelles rencontrées par les élèves.

Description des activités proposées

Objectifs
<ul style="list-style-type: none">• Renforcer la maîtrise des concepts théoriques, un prérequis pour la réalisation des problèmes quantitatifs• Mettre en relation les concepts théoriques avec les phénomènes réels
Prérequis
Les élèves auront abordé les notions de travail, d'énergies mécaniques, de conservation et de dissipation de l'énergie mécanique totale.
Matériel nécessaire
Néant
Temps estimé
Une à deux périodes de cours en fonction du nombre de questions proposées aux élèves.

Les questions suivantes pourraient être proposées aux élèves dans le cadre d'un travail formatif (en sous-groupes, seul ou à domicile) suite à une première approche des notions essentielles :

- Lien entre le travail et la variation d'une des formes d'énergie mécanique;
- Conservation de l'énergie mécanique totale dans les situations sans frottement;
- Dissipation de l'énergie mécanique lors des frottements.

Une grille d'autoévaluation comprenant les réponses attendues pourra alors être transmise aux élèves pour leur permettre d'évaluer leur compréhension de la matière et leur indiquer les concepts à retravailler.

Réponses au questionnaire

Voici les réponses attendues au questionnaire ("**Ressource 2 - Questionnaire**", page 16) à imprimer et à distribuer aux élèves.

Question 1	<ul style="list-style-type: none"> • 1/2 de l'énergie initiale est dissipée.
Question 2	<ul style="list-style-type: none"> • De l'énergie cinétique existe déjà avant que le travail soit produit (OU le cycliste avançait déjà avant cette phase) OU le travail ne correspond pas à la totalité de l'énergie cinétique à la fin de la phase OU le travail correspond à une partie de l'énergie cinétique. • Réponse faisant intervenir le lien entre l'énergie cinétique et la masse • La puissance correspond au travail fourni par unité de temps
Question 3	<ul style="list-style-type: none"> • Réponse mentionnant que la variation d'énergie cinétique n'est pas proportionnelle à la variation de vitesse • L'énergie cinétique est réduite (et l'énergie potentielle reste constante), donc l'énergie mécanique totale est réduite • L'énergie cinétique est réduite car la vitesse a diminué
Question 4	<ul style="list-style-type: none"> • Sa vitesse ne varie pas et sa masse (ou son poids) non plus • Son énergie mécanique totale reste constante. Le travail produit par le cycliste permet de garder sa vitesse constante • Le cycliste est obligé de continuer à pédaler pour contrer les frottements et maintenir sa vitesse constante • Le cycliste, en pédalant, exerce une force vers l'avant qui compense exactement les forces de frottement. La résultante est nulle OU il y a équilibre de translation
Question 5	<ul style="list-style-type: none"> • L'élève ne souligne rien • L'élève ne souligne rien • L'élève souligne uniquement la phrase : "d'après moi, la dépense..." • L'élève souligne uniquement la phrase : "dès lors, nous consommons..."

Ressource 2 - Questionnaire

Question 1

Un pot de fleurs de 5 kg tombe du haut d'un immeuble de 30 m. Juste avant d'atteindre le sol, sa vitesse est de 20 m/s. Les frottements ne sont pas négligés.

COCHE la case correspondant à la proportion d'énergie potentielle initiale qui a été transformée en chaleur pendant la chute (utilise $g = 10$).

<input type="checkbox"/>	Toute l'énergie est dissipée.
<input type="checkbox"/>	1/3 de l'énergie initiale est dissipée.
<input type="checkbox"/>	1/2 de l'énergie initiale est dissipée.
<input type="checkbox"/>	Aucune, car l'énergie est conservée lors de la chute.

Question 2

Un cycliste roule à une vitesse initiale de 5 m/s sur une route horizontale. Il adapte son effort de manière à atteindre une vitesse finale de 10 m/s.

Voici trois affirmations :

- Le travail qu'il produit, pendant cet effort, correspond à son énergie cinétique à la fin de cette phase.
- La puissance développée durant cette phase par le cycliste dépend de sa masse.
- La puissance développée durant cette phase par le cycliste dépend du temps nécessaire pour atteindre une vitesse de 10 m/s.

JUSTIFIE, à l'aide de tes connaissances scientifiques, pourquoi, l'affirmation a) est incorrecte.

JUSTIFIE, à l'aide de tes connaissances scientifiques, pourquoi, l'affirmation b) est correcte.

JUSTIFIE, à l'aide de tes connaissances scientifiques, pourquoi, l'affirmation c) est correcte.

Question 3

Un cycliste roulant à une vitesse de 10 m/s voit un obstacle sur une route horizontale. Il ne pédale plus et freine de manière à réduire sa vitesse de moitié afin d'éviter l'obstacle.

On considère 3 affirmations :

- a) Après le freinage, l'énergie cinétique du cycliste est réduite de moitié par rapport à ce qu'elle valait avant le freinage.
- b) Le travail des forces de frottement a réduit l'énergie mécanique totale du cycliste.
- c) Le travail des forces de frottement a réduit l'énergie cinétique du cycliste.

JUSTIFIE, à l'aide de tes connaissances scientifiques, pourquoi, l'affirmation a) est incorrecte.

JUSTIFIE, à l'aide de tes connaissances scientifiques, pourquoi, l'affirmation b) est correcte.

JUSTIFIE, à l'aide de tes connaissances scientifiques, pourquoi, l'affirmation c) est correcte.

Question 4

Un cycliste roule sur une route rectiligne et horizontale. Il pédale continuellement et parvient à conserver une vitesse constante. On considère 4 affirmations :

- a) L'énergie cinétique du cycliste reste constante.
- b) Le travail produit par le cycliste augmente son énergie mécanique totale.
- c) Il n'y a pas de frottement dans cette situation.
- d) La force totale résultante s'exerçant sur le cycliste est nulle.

JUSTIFIE chacune de ces affirmations à l'aide de tes connaissances scientifiques.

- L'affirmation A est correcte parce que _____

- L'affirmation B est incorrecte parce que _____

- L'affirmation C est incorrecte parce que _____

- L'affirmation D est correcte parce que _____

Question 5

Afin de faire des économies d'énergie, des scientifiques proposent régulièrement de limiter la vitesse maximale sur autoroute.

Malika, Olga, Vincent et Carlos sont quatre amis. Ils décident de réaliser un trajet en voiture Bruxelles-Ostende. Ils parcourent les 100 kilomètres d'autoroute à vitesse constante. Durant le trajet, chacun d'entre eux formule des arguments pour tenter d'expliquer en quoi la limitation d'une vitesse maximale (par exemple de 120 km/h à 100 km/h) conduirait (ou pas) à réaliser une économie énergétique.

SOULIGNE, s'il y en a une, la phrase erronée sur le plan scientifique **dans chacun des propos**.

Malika : Pour atteindre 120 km/h avec la voiture, il a fallu travailler davantage que si nous avons limité notre vitesse à 100 km/h.

Olga : Comme notre vitesse ne change ni en grandeur ni en direction, les différents frottements qui nous freinent sont exactement compensés par la traction de la voiture. Sur l'autoroute, la valeur de l'énergie dépensée vaut le travail des forces de frottement. En réduisant le frottement, on dépensera moins d'énergie.

Carlos : J'ai des doutes sur le fait que circuler plus lentement conduise à réaliser un gain énergétique. Si on va plus vite, la voiture possèdera davantage d'énergie cinétique. Mais on restera moins longtemps sur l'autoroute. D'après moi, la dépense énergétique du fait de rouler plus vite à un moment donné sera compensée par le fait qu'on sera arrivés plus rapidement.

Vincent : Je pense que le conseil qui nous a été donné devrait tenir compte du type de véhicule. Toutes les situations ne sont pas équivalentes. Pour ce qui nous concerne, notre voiture est électrique. Dès lors, nous consommons beaucoup moins d'énergie. Le conseil ne s'applique pas à notre cas.



La magie de l'image

Processus travaillés

Référentiel de sciences de base. Physique UAA 4 : « La magie de l'image »

Processus **Connaitre** :

- Identifier la réfraction de la lumière (sans formule ni calculs) dans une situation de la vie quotidienne.
- Identifier la réflexion totale dans une situation de la vie quotidienne.

Les élèves auront l'occasion de pratiquer :

- l'expérimentation ;
- l'observation ;
- le questionnement ;
- la modélisation ;
- la communication.

Visées de la piste proposée

La visée principale de la piste proposée est de faire découvrir deux propriétés de la lumière : la réfraction et la réflexion totale à travers une activité nécessitant du matériel simple. De manière analogue à la piste didactique concernant l'UAA 3, on partira d'une situation réelle impliquant la réfraction et la réflexion totale pour ensuite la modéliser à l'aide des rayons lumineux.



Remarque :

L'appellation rayon lumineux laisse croire à l'élève que le rayon est un émetteur de lumière alors qu'il ne fait que modéliser le déplacement de celle-ci. C'est pourquoi l'appellation "rayon de lumière" présenterait moins d'ambiguïtés. Dans la suite de ce document, nous conserverons les appellations de "rayon lumineux" ou "faisceau lumineux" car il s'agit de celles utilisées dans le référentiel.

Notons également qu'un rayon de lumière n'a pas d'existence propre et ne se conçoit que comme représentant une partie d'un faisceau de lumière.

Description des activités proposées

Objectifs

- Expérimenter afin de s'approprier les concepts de réfraction et de réflexion totale.
- Faire le lien entre l'observation et la modélisation de la situation (schéma), dans chaque cas.
- Identifier un phénomène de réfraction dans une situation de la vie quotidienne.
- Identifier un phénomène de réflexion totale dans une situation de la vie quotidienne.

Prérequis

Les élèves ont abordé la réflexion et ont connaissance de la modélisation des rayons lumineux pour la réflexion.

Matériel nécessaire

- Une tasse ou un récipient opaque.
- Un verre transparent ou n'importe quel récipient transparent (barquette en plastique...) pourvu qu'il soit légèrement évasé.
- Une pièce de monnaie.
- Un récipient contenant de l'eau.
- Une paille (si l'évaluation formative est réalisée dans la foulée de la séquence).

Temps estimé

Une à deux périodes de cours

Déroulement

Après introduction de la séance, des groupes de 3 ou 4 élèves sont formés. Au sein de chaque groupe, un élève est désigné en tant qu'élève-magicien : cet élève sera chargé de mener les expérimentations à l'aide d'une feuille de consigne ("**Ressource 3 - Feuilles de consignes pour l'élève-magicien**", page 26), tandis que les autres élèves seront les spectateurs.

A la fin de chaque expérimentation, les élèves sont invités à répondre à des questions portant sur les aspects conceptuels de ces expériences.

Une évaluation formative est proposée sur base d'une 3^e expérience, afin de déterminer la maîtrise des concepts liés aux premières expériences.

Tour de magie n°1

Étape 1 : expérimentation en petits groupes

		
L'élève-magicien place la pièce de monnaie dans la tasse.	Les élèves spectateurs reculent jusqu'au moment où ils ne voient plus la pièce.	L'élève-magicien ajoute de l'eau dans la tasse.



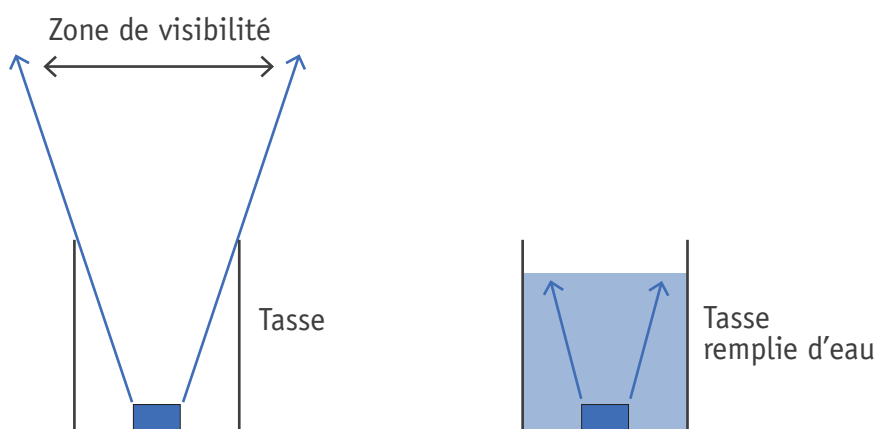
Remarque :

Les élèves spectateurs, bien qu'ils ne se soient pas déplacés, voient la pièce apparaître dans la tasse.

Étape 2 : émission d'hypothèses

Les élèves reçoivent la "Ressource 4 - Exemple de feuilles pour les élèves", page 27 comprenant :

- Un schéma de la tasse vide avec les rayons lumineux délimitant la zone de visibilité.
- Un schéma de la tasse remplie d'eau à compléter



Exemple de schéma fourni aux élèves (extrait de la "Ressource 4 - Exemple de feuilles pour les élèves", page 27)

Les élèves émettent des hypothèses quant à l'influence de l'eau sur la trajectoire des rayons lumineux et proposent un trajet des rayons lumineux à l'extérieur de l'eau (ceux dans l'eau sont fournis avec le schéma).

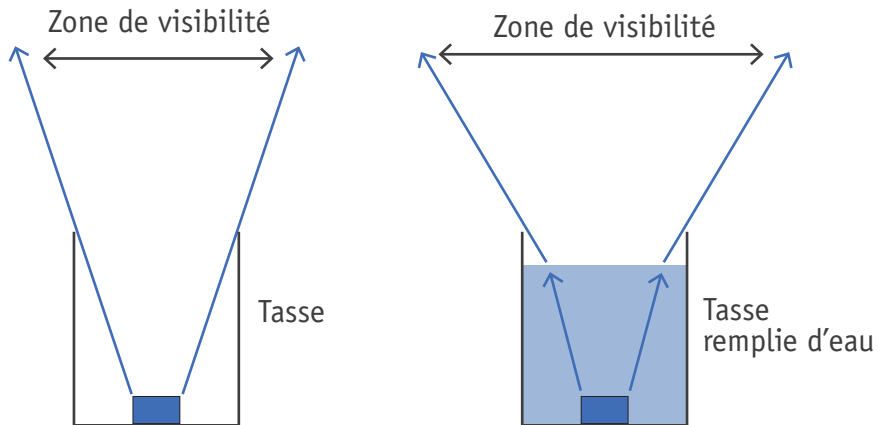


Remarque :

Pendant cette phase, l'enseignant peut inviter les élèves à se déplacer pour repérer tous les endroits d'où la pièce de monnaie est visible, en présence ou en absence d'eau.

Étape 3 : mise en commun et discussion des hypothèses

Les hypothèses sont discutées avec la classe. Le professeur réalise le schéma correct au tableau et définit le phénomène de réfraction.



Tour de magie n°2¹

Étape 1 : expérimentation en petits groupes



L'élève-magicien place une pièce sous le verre.



La pièce est visible pour tous les élèves placés autour du verre.

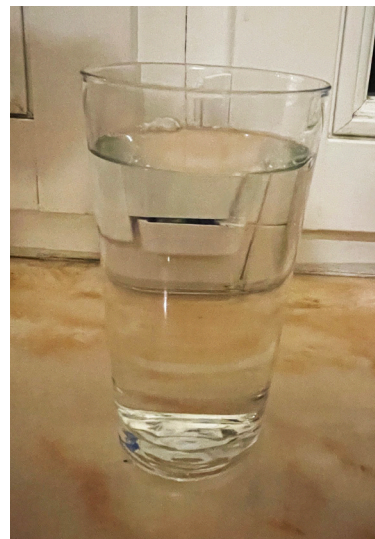


L'élève-magicien remplit le verre avec de l'eau.

Remarques :

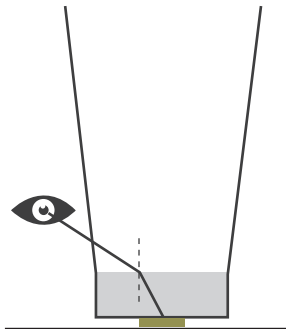
Les élèves spectateurs observent la « disparition » de la pièce de monnaie.

- La matière du récipient ne joue aucun rôle notable au niveau de la propagation de la lumière, et peut donc être remplacé par un récipient en plastique fin.
- Théoriquement, si le verre est cylindrique, la lumière émise par la pièce de monnaie pourrait encore sortir par la face latérale dans certains cas limites. Par contre, si le récipient est légèrement évasé, la lumière subit dans tous les cas la réflexion totale.
- Une activité de vérification peut ici être proposée à l'élève par l'utilisation d'un simulateur disponible gratuitement sur internet. Des exemples de schémas obtenus à l'aide d'un simulateur (phet.colorado.edu) sont disponibles : **"Annexes", page 33.**

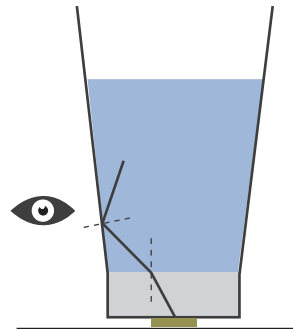


Étape 2 : émission d'hypothèses

Les élèves reprennent le document "Ressource 4 - Exemple de feuilles pour les élèves", page 27 avec les schémas complétés.



Situation de départ



Situation avec de l'eau

Étape 3 : mise en commun et discussion des hypothèses

Les hypothèses sont discutées avec la classe. Le professeur réalise le schéma correct au tableau et définit le phénomène de réflexion totale.

Evaluation formative

Distribuer la "Ressource 5 - Évaluation formative", page 31 à chaque élève.

Inviter les élèves à placer une paille dans un verre rempli d'eau et à observer le verre de côté puis d'en-dessous (des schémas des deux situations sont fournis dans la ressource).

Inviter les élèves à discuter ensemble afin de déterminer quels sont les phénomènes mis en jeu : réfraction ou réflexion totale ?



Observation de la paille (vue de côté)



Observation de la paille (vue du dessous)

Ressource 3 - Feuilles de consignes pour l'élève-magicien

CONSIGNES TOUR DE MAGIE N°1

- Place une pièce de monnaie dans une tasse.
- Demande aux autres élèves de reculer jusqu'au moment où ils ne voient plus la pièce. Ils ne doivent ensuite plus bouger.
- Remplis la tasse d'eau.

Ils devraient voir apparaître la pièce de monnaie.

CONSIGNES TOUR DE MAGIE N°2

- Place une pièce de monnaie sous le verre vide.
- Demande aux autres élèves de se placer autour du verre et de te dire s'ils voient bien la pièce de monnaie.
- Remplis le verre d'eau

La pièce devrait disparaître.



CONSIGNES TOUR DE MAGIE N°1

- Place une pièce de monnaie dans une tasse.
- Demande aux autres élèves de reculer jusqu'au moment où ils ne voient plus la pièce. Ils ne doivent ensuite plus bouger.
- Remplis la tasse d'eau.

Ils devraient voir apparaître la pièce de monnaie.

CONSIGNES TOUR DE MAGIE N°2

- Place une pièce de monnaie sous le verre vide.
- Demande aux autres élèves de se placer autour du verre et de te dire s'ils voient bien la pièce de monnaie.
- Remplis le verre d'eau

La pièce devrait disparaître.

Ressource 4 - Exemple de feuilles pour les élèves

Consignes

- Rassemblez le matériel nécessaire sur la table pour réaliser le tour de magie.
- Un élève sera le magicien, les autres seront les spectateurs.
- Après chaque tour, complétez la feuille.
- Vous réfléchirez ensuite ensemble au phénomène observé.

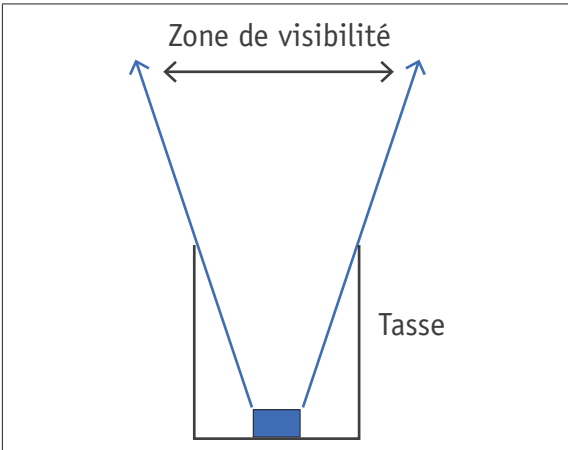
Matériel nécessaire

- Une tasse ou un récipient opaque.
- Un verre transparent ou n'importe quel récipient transparent (barquette en plastique...) pourvu qu'il soit légèrement évasé.
- Une pièce de monnaie.
- Un récipient contenant de l'eau.
- Une paille

Tour de magie n° 1

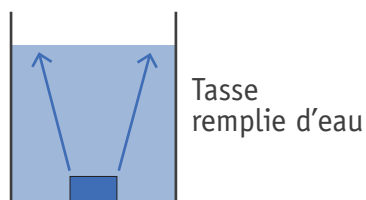
- 1 Le magicien exécute les manipulations suivantes pendant que les autres élèves l'observent:
 - Le magicien place une pièce de monnaie dans la tasse ou le récipient opaque ;
 - Les autres élèves reculent jusqu'au moment où ils ne voient plus la pièce et ensuite, ne bougent plus ;
 - Le magicien remplit la tasse d'eau.
- 2 **Décris** le tour de magie réalisé par l'élève magicien et ce que tu as observé.

3 Voici un schéma représentant la situation de départ.

	<p>Pour qu'un objet soit visible, il faut que la lumière envoyée par cet objet (lumière émise par un objet lumineux ou renvoyée par un objet éclairé) atteigne notre œil.</p> <p>Notre œil doit donc se trouver dans la zone atteignable par les rayons lumineux émis ou réémis par l'objet. C'est la zone de visibilité.</p>
---	---

Lorsque le magicien a ajouté de l'eau, l'objet que tu ne pouvais plus voir est réapparu.

Selon toi, comment la zone de visibilité a-t-elle été modifiée lors de l'ajout d'eau dans le récipient ? **Trace** sur le schéma ci-dessous le trajet des rayons lumineux à la sortie de l'eau pour expliquer le tour de magie. Indique la zone de visibilité sur ton schéma.



4 Explication du professeur

Le phénomène observé s'appelle _____

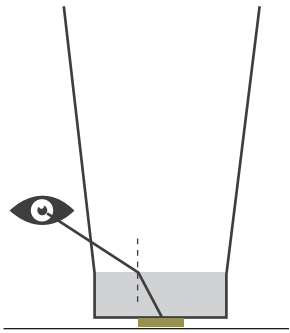
Définition : _____

Tour de magie n° 2

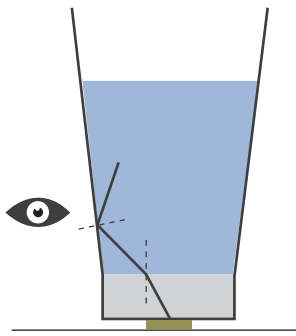
- 1 Le magicien exécute les manipulations suivantes pendant que les autres élèves l'observent:
- Le magicien place une pièce de monnaie sous le verre vide ;
 - Les autres élèves se placent autour du verre et disent s'ils voient bien la pièce de monnaie ;
 - Le magicien remplit le verre d'eau.

- 2 **Décris** le tour de magie réalisé par l'élève magicien et ce que tu as observé.

- 3 Les situations initiale et finale du tour de magie sont schématisées ci-dessous. Des rayons lumineux ont été représentés.

<p>Situation de départ</p> 	<p>Décris le trajet des rayons lumineux pour la situation de départ</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---	--

Situation avec de l'eau



Essaie d'expliquer la disparition de la pièce (aide-toi du trajet du rayon lumineux représenté sur le schéma ci-contre).

4 Explication du professeur

Le phénomène observé s'appelle _____

Définition : _____

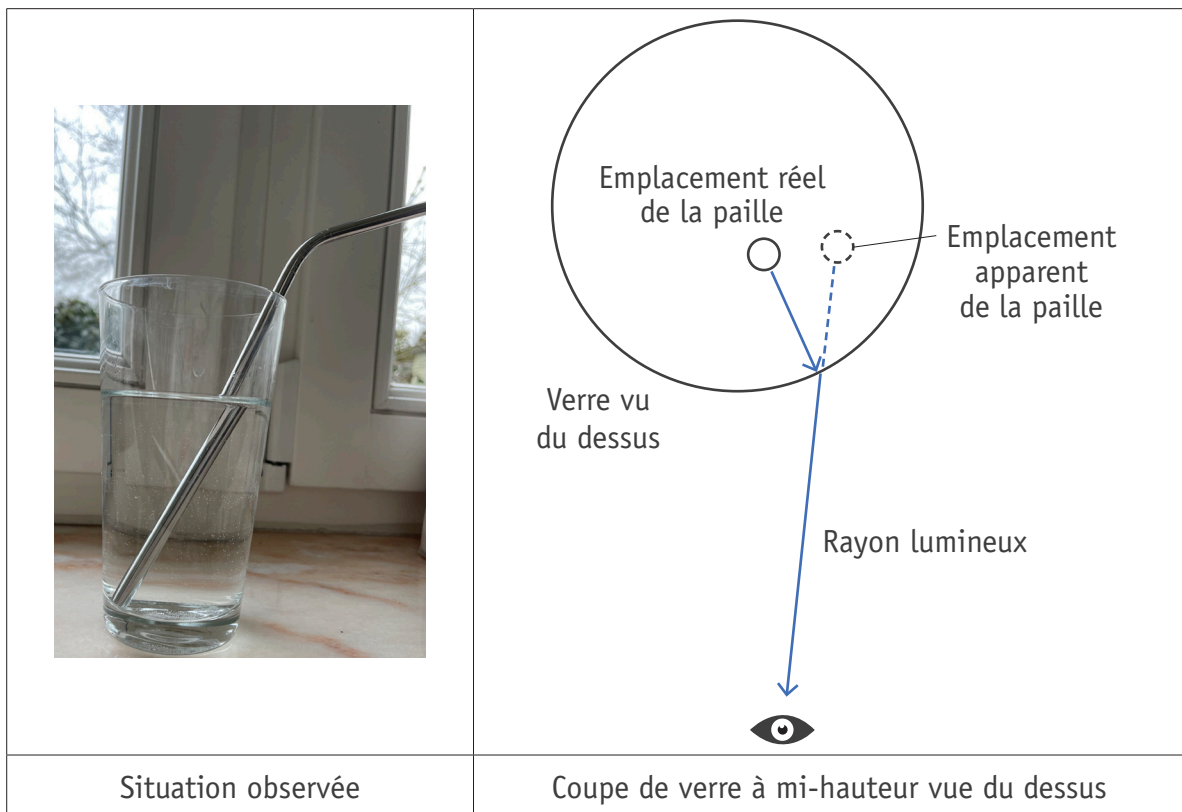
Ressource 5 - Évaluation formative

Matériel nécessaire

- Un verre rempli d'eau
- Une paille

Voici deux photographies où l'on observe une paille placée dans un verre d'eau.

Situation n°1

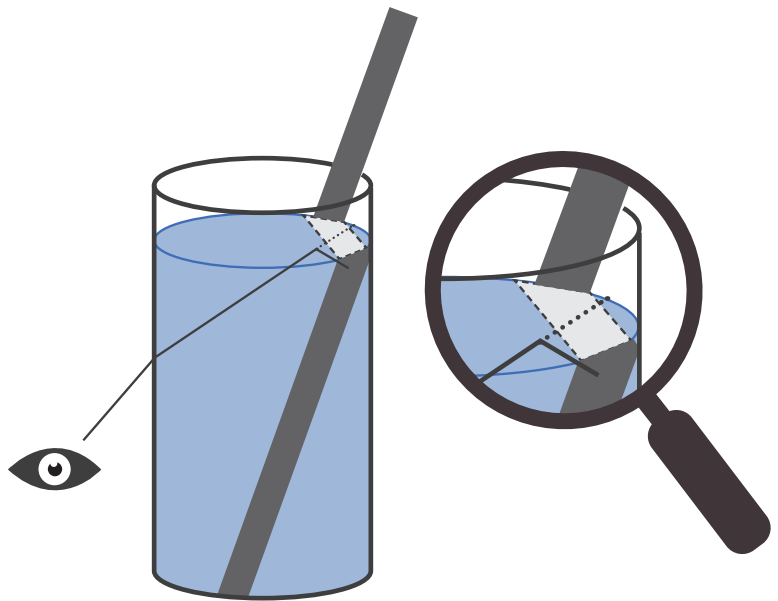


Identifie s'il s'agit d'une réfraction et/ou d'une réflexion totale. **Justifie** ta réponse.

Situation n°2



Situation observée



Coupe de verre à mi-hauteur vue du dessous

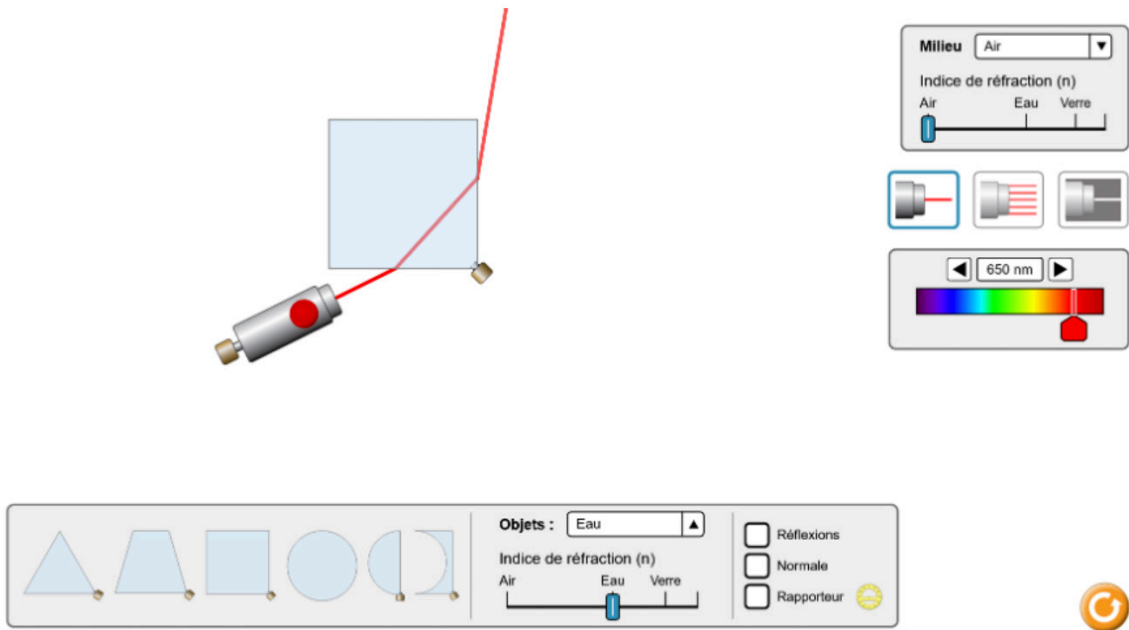
Identifie s'il s'agit d'une réfraction et/ou d'une réflexion totale. **Justifie** ta réponse.

Annexes

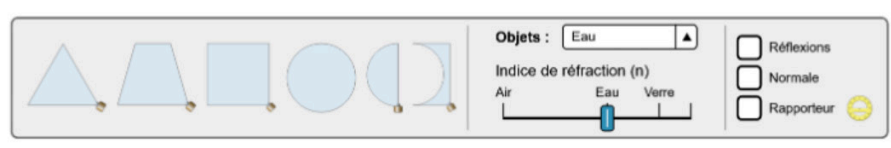
Simulations obtenues avec

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=fr

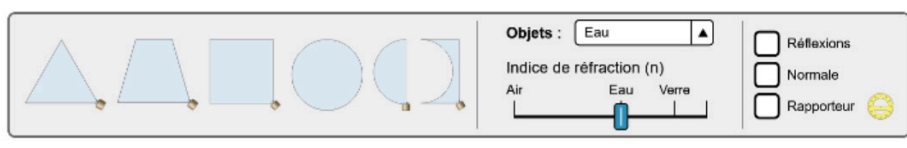
Sélectionner l'activité "prismes et cylindres"



Commentaire : Dans le cas d'un verre d'eau cylindrique, et de rayons lumineux arrivant suffisamment de biais, la lumière arrive tout juste à ressortir par la surface latérale.



Commentaire : Sinon, la lumière n'arrive pas à ressortir par la surface latérale.



Commentaire : Dans le cas d'un verre d'eau évasé, la lumière n'arrive jamais à ressortir par la surface latérale.

