



**ACADÉMIE
DE GRENOBLE**

Liberté
Égalité
Fraternité

"Comment dévier la lumière ?"

DESCRIPTIF DE L'ACTIVITÉ

Objectif	Thème : Ondes et signaux	
Niveau concerné	Seconde générale et technologique	
Mots clés du programme	Réflexion, réfraction, angles, relations de Kepler et de Descartes, représentation graphique, tableur, proportionnalité, validation, esprit critique	
Programme	<i>Notion et contenus</i>	<i>Capacités exigibles Activités expérimentales support</i>
	Lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction. Indice optique d'un milieu matériel.	Exploiter les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction Tester les lois de Snell-Descartes à partir d'une série de mesures et déterminer l'indice de réfraction d'un milieu
Place de l'activité dans la progression	Découverte des phénomènes de réflexion et de réfraction de la lumière. Validation d'une loi.	
Compétences évaluées	<p>Cette activité permet d'évaluer les compétences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● S'approprier (APP) Recenser, extraire, organiser et exploiter des informations à l'aide de documents présentant des arguments de différentes natures. ● Analyser (ANA) Raisonner avec rigueur, argumenter. ● Réaliser (REA) Développer des compétences langagières orales (pratique de l'argumentation). Communiquer dans un langage scientifiquement approprié : oral. ● Valider (VAL) Contribuer au développement en chaque élève d'un esprit rationnel, autonome et éclairé, capable d'exercer une analyse critique face aux fausses informations et aux rumeurs. 	
Mode d'évaluation	Réaliser des mesures d'angles à l'aide d'un dispositif et trouver la loi régissant le phénomène de réfraction.	
Mise en œuvre de l'activité	Travail de groupes (2 puis 4).	
Durée estimée pour l'élève	90 minutes (séance expérimentale) + 30 minutes : cours validation de la loi de Descartes.	
Outils numériques utilisés	Accès à un tableur.	
Auteur(s)	Pascal DOURNON - Carole MOREAU	

Objectifs :

- Reconnaître le phénomène et la loi de la réfraction.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures et pour déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.

1- Le phénomène de réfraction.

a) Mise en évidence

C'est d'Archimède (287-212 av J.-C.) que nous tenons probablement la première description expérimentale de la réfraction :

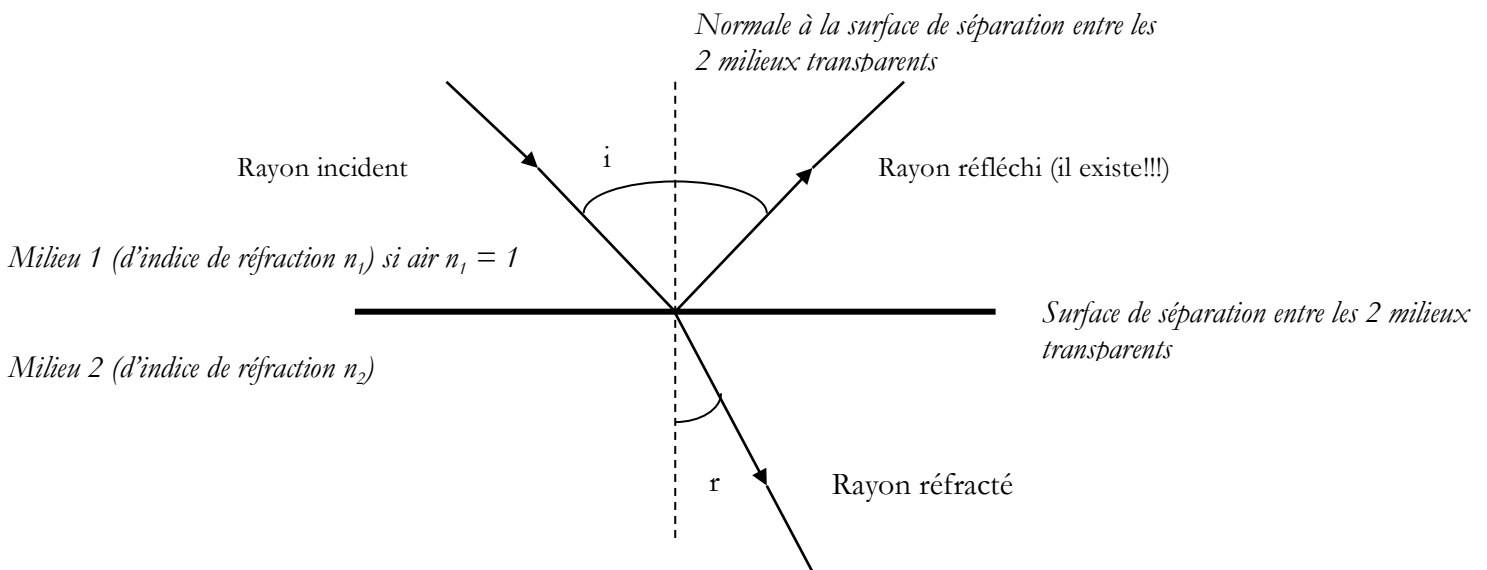
« Si tu poses un objet au fond d'un vase et si tu t'éloignes du vase jusqu'à ce que l'objet ne se voie plus, tu le verras réapparaître à cette distance dès que tu rempliras le vase d'eau ».



- Observer l'expérience d'Archimède à l'aide du bol et de la pièce.
- Essayer d'apporter une explication à ce phénomène en complétant le schéma ci – dessus.
- **Conclusion**

Lorsque la lumière passe du milieu « air » au milieu « eau », elle
Ce phénomène s'appelle la de la lumière.

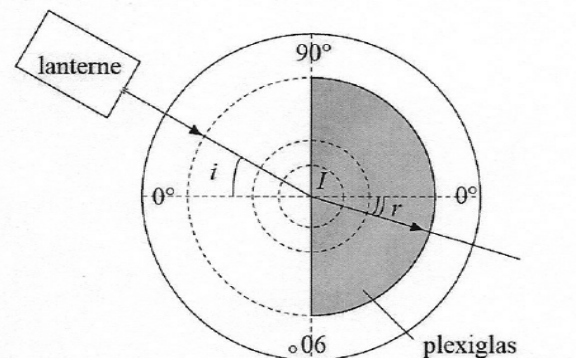
b) Un peu de vocabulaire.



c) Mesure des angles d'incidence et de réfraction.

Matériel : laser, disque gradué, demi-cylindre en Plexiglas.

Schéma : Eclairer le demi-cylindre en Plexiglas sous un angle d'incidence de 30,0°, de manière à faire se réfracter un rayon incident allant de l'air vers le Plexiglas, comme l'indique le



1. Repérer sur le schéma ci-contre :
 - surface de séparation entre l'air et le plexiglas,
 - rayon incident,
 - rayon réfracté,
 - la normale à cette surface (là où le faisceau le traverse).

2. Mesurer l'angle de réfraction pour différents angles d'incidence compris entre 0° et 35°. Reporter vos résultats dans le tableau ci-dessous.

(penser à donner un nombre de chiffres significatifs cohérents)

i (°)	0	5	10	15	20	25	30	35
r (°)								

3- A la découverte de la loi de la réfraction.

a) Loi de la réfraction selon Kepler.

Document N°1 : loi de la réfraction selon Kepler



Johannes Kepler (1571-1630) est un astronome allemand célèbre pour avoir étudié l'hypothèse héliocentrique de Copernic, affirmant que la Terre tourne autour du Soleil et surtout pour avoir découvert que les planètes ne tournent pas autour du Soleil en suivant des trajectoires circulaires parfaites mais des trajectoires elliptiques.

Au début du XVII^e siècle, il travaille également sur la réfraction de la lumière et propose une loi selon laquelle **l'angle de réfraction i_2 est proportionnel à l'angle d'incidence i_1 selon la loi : $i_1 = k \times i_2$**

👤 Votre mission :

Vous êtes physicien à l'époque de Kepler et vous êtes chargé par l'académie des sciences ainsi que plusieurs scientifiques prometteurs de vérifier ses résultats avant publication.

Comme tout bon physicien, vous avez décidé de vérifier la loi de Kepler sur la réfraction en traçant un graphique.

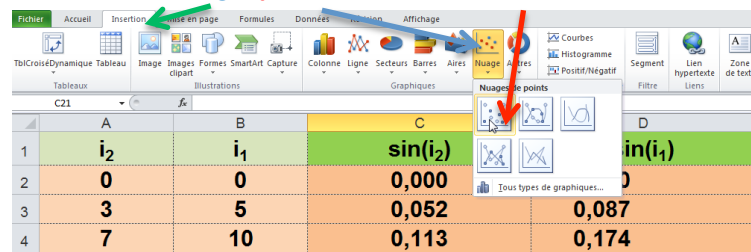
Pour tracer le graphique, on utilisera les fonctionnalités du logiciel Excel.

METHODE :

1. Lire la fiche méthode sur la proportionnalité.
2. Choisir les axes du graphique à tracer pour vérifier la loi de Kepler (Préciser abscisse et ordonnée)
→ 📞 **Appeler le professeur**
3. Utiliser le logiciel Excel (Nouveau fichier et enregistrer le dans le répertoire physique-chimie de la classe : **NOM_NOM 2D**).
4. Entrer les valeurs des angles i_1 et i_2 dans les **colonnes** A et B du tableur-grapheur.
5. Tracer alors la courbe en procédant comme suit :

sélectionner les colonnes concernées (la première sera mise en abscisse) puis en choisissant

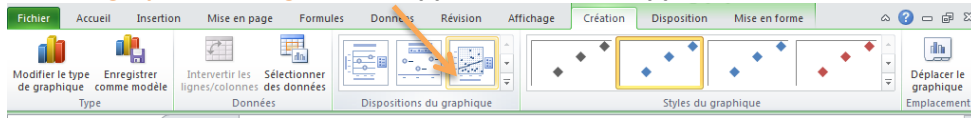
« Insertion, nuage, points seuls »).



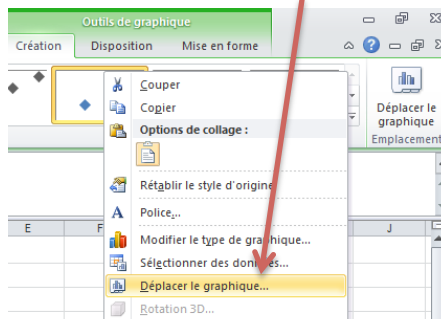
Dans « **création** »,



choisir le **graphe avec légendes** : supprimer la droite apparue



- **Légénder et afficher le graphe dans une nouvelle feuille** (cliquer à droite sur le contour du graphique):



6. La représentation graphique obtenue valide-t-elle la loi de Kepler ?

.....

.

.....

.

7. Présenter vos résultats au groupe 2 et conclure en groupe : la loi de Kepler est-elle valable ? Sinon, que proposez-vous ?

Ecrire vos arguments et conclusions afin de pouvoir débattre de vos résultats avec les autres physiciens du groupe 2

.....

.....

.....

.....

.....

b) Vers une solution législative : proposition d'une autre loi.

Document N°2 : autres lois possibles	
<p><u>Loi 1</u></p> <p>Cosinus (i_1) est proportionnel à cosinus(i_2) :</p> $\cos(i_1) = k \times \cos(i_2)$	<p><u>Loi 2 :</u></p> <p>Sinus (i_1) est proportionnel à sinus (i_2) :</p> $\sin(i_1) = k \times \sin(i_2)$

- Répartir le travail pour tester les deux nouvelles lois proposées avec l'ensemble des mesures des 2 groupes à compléter sur le fichier Excel. (groupe 1 : loi 1 et groupe 2 : loi 2)
- Pour créer la grandeur cosinus :**
Créer et faire compléter dans les colonnes C et D respectivement : **cos i_1** et **cos i_2** par des formules : attention, Excel ne calcule que les cosinus des angles exprimés en **radians**, afin de convertir automatiquement les degrés en radians, utiliser la formule suivante :

« =cos(RADIANS(Case de l'angle)) » afin de convertir en radian l'angle placé en degré.

Pour créer la grandeur sinus :

Créer et faire compléter dans les colonnes C et D respectivement : $\sin i_1$ et $\sin i_2$ par des formules : attention, Excel ne calcule que les sinus des angles exprimés en **radians**, afin de convertir automatiquement les degrés en radians, utiliser la formule suivante :

« =sin(RADIANS(Case de l'angle)) » afin de convertir en radian l'angle placé en degré.

3. Tracer alors la courbe en procédant comme au a). **Ecrire vos conclusions à destination de l'académie des sciences.**

Quelle loi doit-on finalement retenir pour la réfraction en explicitant vos arguments.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Pour aller plus loin. Exploitation de l'équation de la droite. (voir la fiche méthode)

La loi de la réfraction s'écrit : $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$ où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction qui caractérisent les milieux 1 et 2.

• Transformer la loi de Descartes précédente pour l'écrire sous la forme $\sin(i_1) = k \times \sin(i_2)$, que vaut k en fonction de n_1 et n_2 ?

.....

.....

• Sachant que $n_1 = 1,00$, en déduire alors l'indice de réfraction n_2 du plexiglas.

.....

.....

c) Conclusion. (A RETENIR)

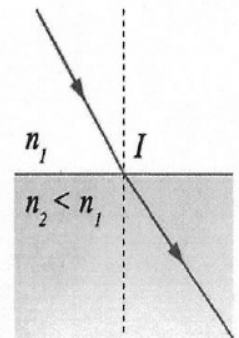
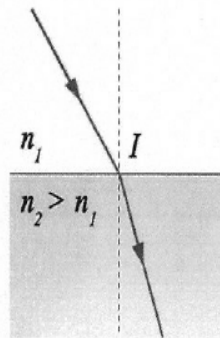
Lois de la réfraction :

.....

.....

.....

.....



Point de cours : <https://www.youtube.com/watch?v=zAIYfuz3GkY>

Utiliser la loi de Descartes dans un exercice : https://www.youtube.com/watch?v=-Nplmg4Xv_E

Comment calculer le coefficient directeur d'une droite ? https://m.youtube.com/watch?v=a6mj7ALL_I



Objectifs :

- Reconnaître le phénomène et la loi de la réfraction.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures et pour déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.

1- Le phénomène de réfraction.

a) Mise en évidence

C'est d'Archimède (287-212 av J.-C.) que nous tenons probablement la première description expérimentale de la réfraction :

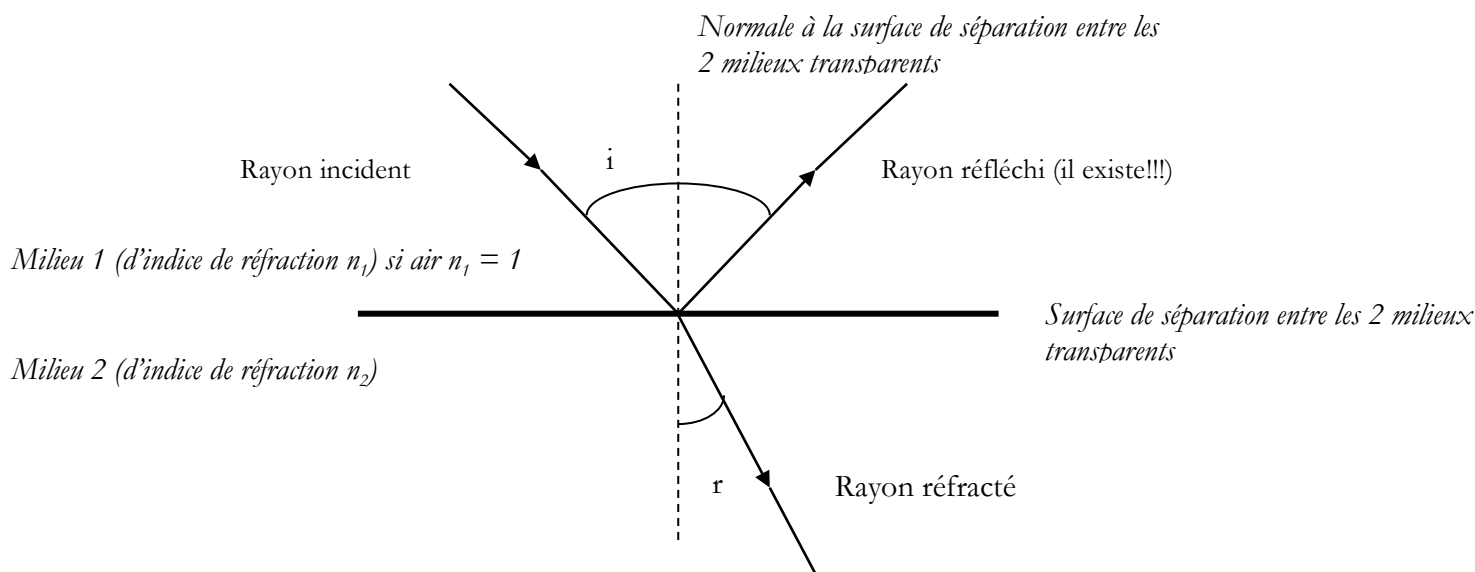
« Si tu poses un objet au fond d'un vase et si tu t'éloignes du vase jusqu'à ce que l'objet ne se voie plus, tu le verras réapparaître à cette distance dès que tu rempliras le vase d'eau ».



- Observer l'expérience d'Archimède à l'aide du bol et de la pièce.
- Essayer d'apporter une explication à ce phénomène en complétant le schéma ci-dessus.
- **Conclusion**

Lorsque la lumière passe du milieu « air » au milieu « eau », elle
Ce phénomène s'appelle la de la lumière.

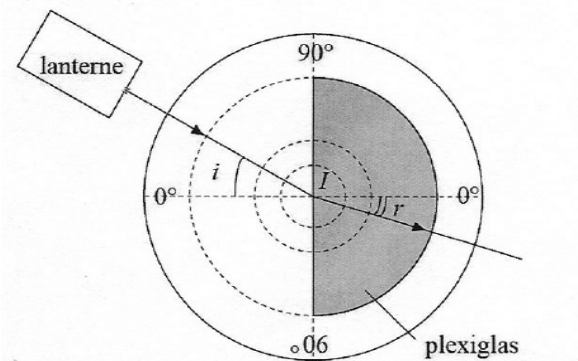
b) Un peu de vocabulaire.



c) Mesure des angles d'incidence et de réfraction.

Matériel : laser, disque gradué, demi-cylindre en Plexiglas.

Schéma : Eclairer le demi-cylindre en Plexiglas sous un angle d'incidence de 30,0°, de manière à faire se réfracter un rayon incident allant de l'air vers le Plexiglas, comme l'indique le



- Repérer sur le schéma ci-contre :
 - surface de séparation entre l'air et le plexiglas,
 - rayon incident,
 - rayon réfracté,
 - la normale à cette surface (là où le faisceau le traverse).

2. Mesurer l'angle de réfraction pour différents angles d'incidence compris entre 0° et 35°. Reporter vos résultats dans le tableau ci-dessous.

(penser à donner un nombre de chiffres significatifs cohérents)

i (°)	40	45	50	55	60	65	70	75
r (°)								

3- A la découverte de la loi de la réfraction.

d) Loi de la réfraction selon Kepler.

Document N°1 : loi de la réfraction selon Kepler



Johannes Kepler (1571-1630) est un astronome allemand célèbre pour avoir étudié l'hypothèse héliocentrique de Copernic, affirmant que la Terre tourne autour du Soleil et surtout pour avoir découvert que les planètes ne tournent pas autour du Soleil en suivant des trajectoires circulaires parfaites mais des trajectoires elliptiques.

Au début du XVIIe siècle, il travaille également sur la réfraction de la lumière et propose une loi selon laquelle **l'angle de réfraction i_2 est proportionnel à l'angle d'incidence i_1 selon la loi : $i_1 = k \times i_2$**

👤 Votre mission :

Vous êtes physicien à l'époque de Kepler et vous êtes chargé par l'académie des sciences ainsi que plusieurs scientifiques prometteurs de vérifier ses résultats avant publication.

Comme tout bon physicien, vous avez décidé de vérifier la loi de Kepler sur la réfraction en traçant un graphique.

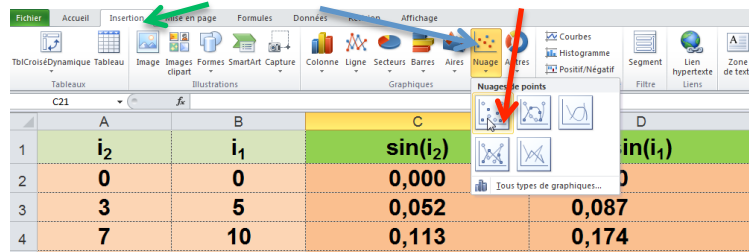
Pour tracer le graphique, on utilisera les fonctionnalités du logiciel Excel.

METHODE :

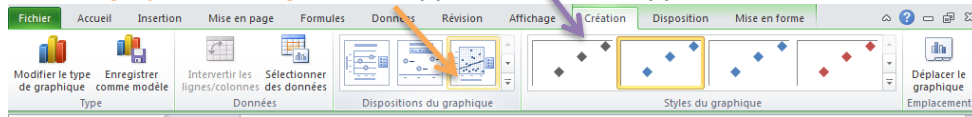
1. Lire la fiche méthode sur la proportionnalité.
2. Choisir les axes du graphique à tracer pour vérifier la loi de Kepler (Préciser abscisse et ordonnée)
→ 📞 **Appeler le professeur**
3. Utiliser le logiciel Excel (Nouveau fichier et enregistrer le dans le répertoire physique-chimie de la classe : **NOM_NOM 2D**).
4. Entrer les valeurs des angles i_1 et i_2 dans les **colonnes** A et B du tableur-grapheur.
5. Tracer alors la courbe en procédant comme suit :

sélectionner les colonnes concernées (la première sera mise en abscisse) puis en choisissant

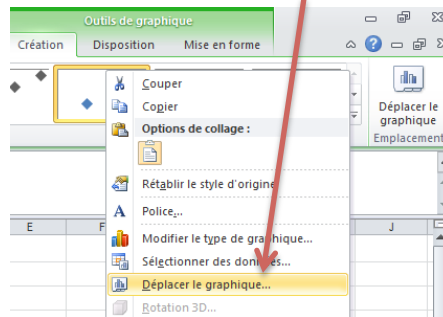
« Insertion, nuage, points seuls »).



Dans « création »,
choisir le **graphe avec légendes** : **supprimer la droite apparue**



- **Légendier et afficher le graphe dans une nouvelle feuille** (cliquer à droite sur le contour du graphique):



6. La représentation graphique obtenue valide-t-elle la loi de Kepler ?

.....

7. Présenter vos résultats au groupe 1 et conclure en groupe : la loi de Kepler est-elle valable ? Sinon, que proposez-vous ?

Ecrire vos arguments et conclusions afin de pouvoir débattre de vos résultats avec les autres physiciens du groupe 1

.....

e) Vers une solution législative : proposition d'une autre loi.

Document N°2 : autres lois possibles	
<u>Loi 1</u> Cosinus (i_1) est proportionnel à cosinus(i_2) : $\cos(i_1) = k \times \cos(i_2)$	<u>Loi 2 :</u> Sinus (i_1) est proportionnel à sinus (i_2) : $\sin(i_1) = k \times \sin(i_2)$

4. Répartir le travail pour tester les deux nouvelles lois proposées avec l'ensemble des mesures des 2 groupes à compléter sur le fichier Excel. (groupe 1 : loi 1 et groupe 2 : loi 2)

5. **Pour créer la grandeur cosinus :**

Créer et faire compléter dans les colonnes C et D respectivement : **cos i_1** et **cos i_2** par des formules : attention, Excel ne calcule que les cosinus des angles exprimés en **radians**, afin de convertir automatiquement les degrés en radians, utiliser la formule suivante :

« =cos(RADIANS(Case de l'angle)) » afin de convertir en radian l'angle placé en degré.

Pour créer la grandeur sinus :

Créer et faire compléter dans les colonnes C et D respectivement : $\sin i_1$ et $\sin i_2$ par des formules : attention, Excel ne calcule que les sinus des angles exprimés en **radians**, afin de convertir automatiquement les degrés en radians, utiliser la formule suivante :

« =sin(RADIANS(Case de l'angle)) » afin de convertir en radian l'angle placé en degré.

6. Tracer alors la courbe en procédant comme au a). **Ecrire vos conclusions à destination de l'académie des sciences.**

Quelle loi doit-on finalement retenir pour la réfraction en explicitant vos arguments.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Pour aller plus loin. Exploitation de l'équation de la droite. (voir la fiche méthode)

La loi de la réfraction s'écrit : $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$ où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction qui caractérisent les milieux 1 et 2.

• Transformer la loi de Descartes précédente pour l'écrire sous la forme $\sin(i_1) = k \times \sin(i_2)$, que vaut k en fonction de n_1 et n_2 ?

.....

.....

• Sachant que $n_1 = 1,00$, en déduire alors l'indice de réfraction n_2 du plexiglas.

.....

.....

f) Conclusion. (A RETENIR)

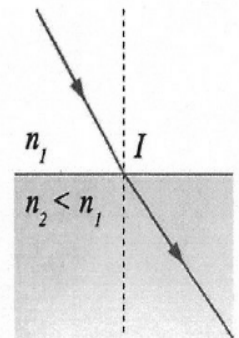
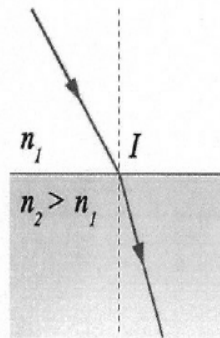
Lois de la réfraction :

.....

.....

.....

.....



Point de cours : <https://www.youtube.com/watch?v=zAIYfuz3GkY>

Utiliser la loi de Descartes dans un exercice : https://www.youtube.com/watch?v=-Nplmg4Xv_E

Comment calculer le coefficient directeur d'une droite ? https://m.youtube.com/watch?v=a6mj7ALL_II

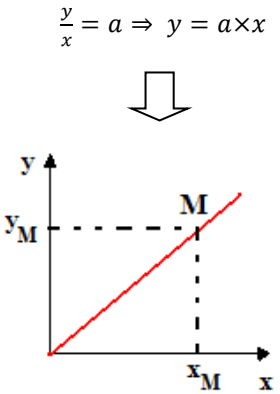
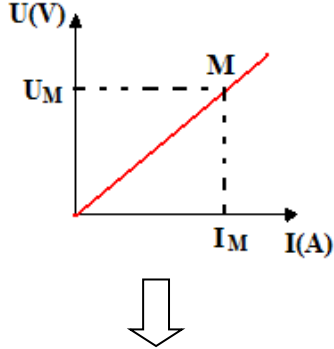


Fiche méthode - La proportionnalité : Comparaison Mathématique / Physique

Définition : On dit que deux mesures sont proportionnelles quand leur rapport est égal à une constante appelée **coefficient de proportionnalité**.

Mathématiques	Physique
Exemple : $\frac{y}{x} = a$ où a est une constante → y est proportionnel à x et a est le coefficient de proportionnalité.	Exemple : Loi d'Ohm $\frac{U}{I} = R$ → La tension U est proportionnelle à l'intensité I et la résistance R est le coefficient de proportionnalité.

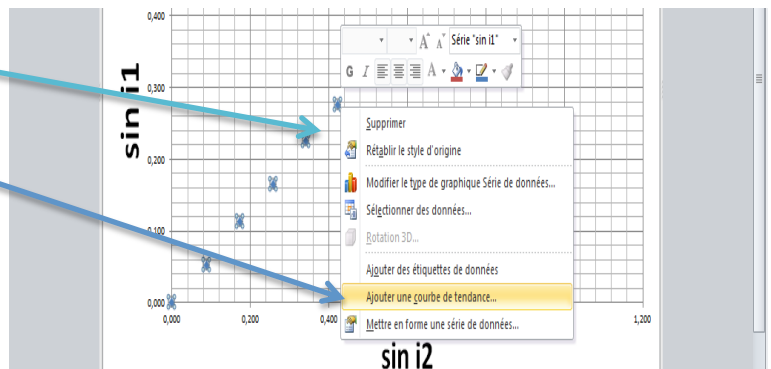
En physique, où l'on doit analyser un certain nombre de résultats, on utilise plutôt une méthode graphique pour montrer que deux grandeurs sont proportionnelles :

Mathématiques : on trace y en fonction de x	Physique : on trace une grandeur physique en fonction de l'autre. Ici U en fonction de I
$\frac{y}{x} = a \Rightarrow y = a \times x$  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Si y est proportionnel à x, on obtient une droite qui passe par l'origine</p> <p>(Représentation LINEAIRE)</p> <p>Le coefficient de proportionnalité, soit a tel que $y = a \times x$ est appelé pente ou coefficient directeur de la droite</p> </div> <p>Calcul du coefficient directeur : Soit M le point de coordonnées (x_M, y_M) et le point O de coordonnées $(0 ; 0)$</p> $a = \frac{y_M - 0}{x_M - 0}$ <p>Représentation graphique : Droite passant par l'origine de coefficient directeur a et d'équation $y = a \times x$</p>	 <p>On obtient une droite qui passe par l'origine donc ces deux grandeurs physiques sont proportionnelles.</p> <p>Le coefficient de proportionnalité est obtenu en déterminant le coefficient directeur de la courbe avec les coordonnées de deux points éloignés entre eux et différents des points expérimentaux : Soit les points M (I_M, U_M) et O $(0 ; 0)$:</p> <p>Coefficient directeur : $k = \frac{U_M - 0}{I_M - 0}$ Equation de la droite : $U = k \times I$</p>

Pour aller plus loin :

Trouver le coefficient de proportionnalité (ou coefficient directeur de la droite) à l'aide de Excel :

- cliquer à droite sur un des points en bleu, puis sélectionner « ajouter une courbe de tendance »



Garder le choix « linéaire », puis cocher les trois derniers outils :

