

1- Κλαυδίος Πτολεμαῖος

Claude Ptolémée (90-168) a vécu près de 4 siècles après Archimède. Son œuvre gigantesque embrasse l'astronomie, une partie des mathématiques, l'optique, la géographie, la musique. Son ouvrage le plus célèbre est *l'Almageste* (*H μεγάλη Σύνταξις*).

Ce livre contient une **exposition du système du monde**, dont l'immense influence dure près de quinze siècles. PTOLEMEE entreprend des recherches détaillées pour caractériser l'importance de la réfraction selon les angles d'incidence et les milieux traversés.

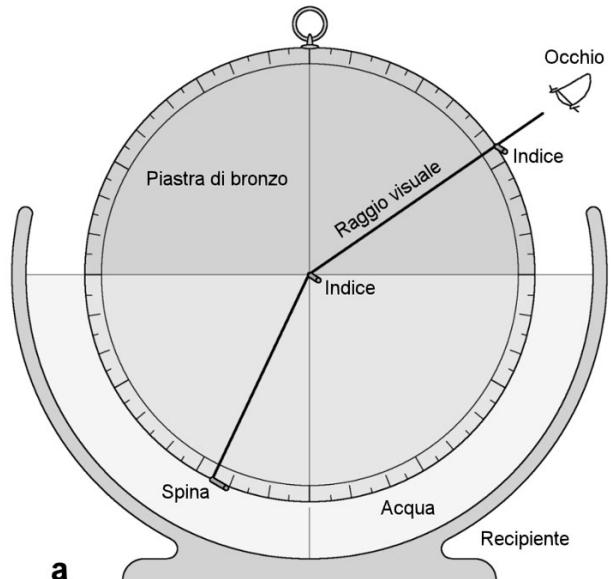
Pour mesurer les angles, il se sert d'un disque dont chaque quart est divisé en 90 parties. Ce disque est plongé verticalement dans un récipient (voir schéma). Une marque colorée est placée en un point donné de la circonférence au-dessus de l'eau. Cette marque le centre du disque et l'œil de l'observateur sont alignés. Il déplace alors une baguette le long de la circonférence du quart de cercle immergé jusqu'à ce que l'extrémité de la baguette apparaisse alignée avec la marque colorée et le centre du disque. Il lui est ainsi possible de déterminer l'angle d'incidence et l'angle de réfraction.

- 1- Dessiner le trajet d'un rayon lumineux partant de l'extrémité de la baguette et parvenant à l'œil de l'observateur
- 2- Indiquer sur ce schéma les angles de réfraction et d'incidence. Indiquer également leur valeur en degré
- 3- Quel indice de réfraction trouve t-on pour l'eau avec cette mesure à l'aide de la loi de SNELL-DESCARTES (Donnée : $n_{\text{air}} = 1.00$)
- 4- Ptolémée ne connaît pas la loi de **SNELL/DESCARTES** que vous avez utilisé à la question précédente (plus d'un millénaire et demi d'écart !)

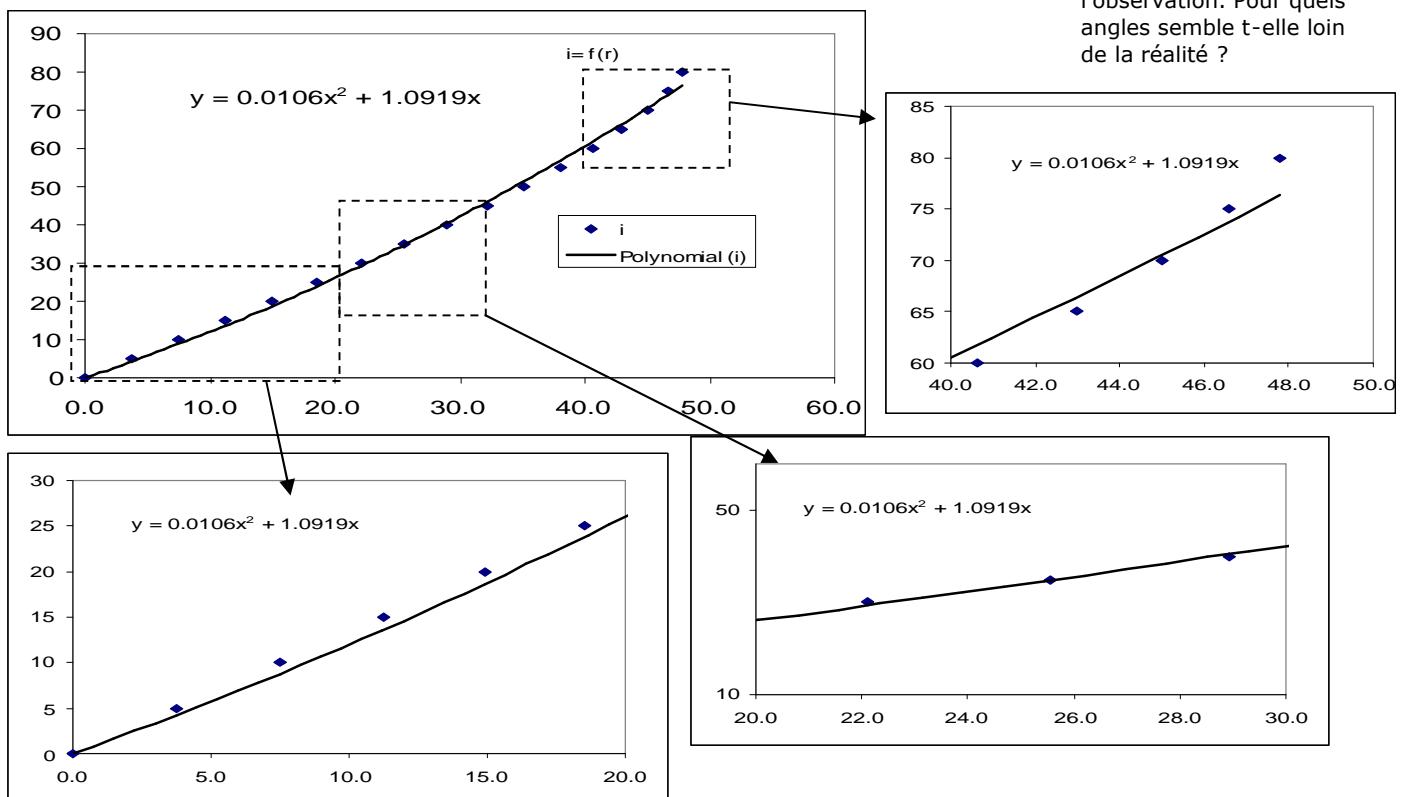
Il a proposé une relation polynomiale de la forme $i = a.r + b.r^2$ entre l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r où a et b sont des constantes caractérisant le milieu traversé.

A l'aide d'un tableur, on peut vérifier la précision du modèle de Ptolémée. Les courbes ci-dessous montrent cette modélisation. (en trait continu : le modèle de Ptolémée, les points sont les mesures.

- a- la loi de PTOLEMEE est-elle une loi exacte ou approchée ?
- b- Quelles sont les valeurs des coefficients de l'équation de Ptolémée. Placer i et r sur les bons axes.
- c- Dans quel domaine d'angle la loi de Ptolémée peut-elle être considérée comme décrivant bien la réalité de l'observation. Pour quels angles semble t-elle loin de la réalité ?



a



2- Willebrörd Snell et de René Descartes

Nous avons vu que Ptolémée travailla à la réfraction aux environ de l'an 130 après Jésus Christ, mais n'atteignit aucune conclusion valide. Etonnamment, Ptolémée connaissait les tables de sinus.

Il fallut attendre plus 1 500 ans pour en arriver à la solution. En fait Snell et Descartes ont découvert indépendamment la loi de la réfraction en analysant la géométrie de la réfraction sous l'angle du cercle des sinus.

Sur ce schéma BE représente le rayon incident, EH le rayon réfracté par la surface horizontale séparant les 2 milieux transparents θ_i et θ_r les angles d'incidence et de réfraction

Descartes s'aperçut d'une relation directe entre les grandeurs des segments suivants : BD et FH : leur rapport reste constant quelque soit l'angle. Si le milieu 1 est l'air et le milieu 2 est l'eau il trouve que $BD/FH = 1.33$.

Cette relation fut ensuite traduite par le rapport des sinus d'incidence et de réfraction.

- 1- Exprimer $\sin \theta_i$ et $\sin \theta_r$ en fonction des bons segments du schéma.
- 2- Montrer que le rapport des sinus est égal au rapport des segments BD et FH et donc que l'on peut ensuite arriver à la loi bien connue : $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$ ($n(\text{air}) = 1$, $n(\text{eau}) = 1.33$)



DESCARTES

