

2. Cabri-géomètre : un outil pédagogique pour le physicien.

Mathilde ARAGON
Lycée Marie Curie
Echirolles

I. RENCONTRE AVEC CABRI

J'ai rencontré Cabri-géomètre à l'âge de 17 ans alors que sur la terrasse de sa villa, Jean Laborde, père de Jean Marie Laborde, expliquait les mathématiques en faisant des dessins sur une feuille de cahier. J'étais la camarade de classe de sa fille et je pouvais ainsi bénéficier des talents de mathématiciens du père.

Le cahier de brouillon interactif était là sous mes yeux animé par la main et l'esprit de Jean Laborde. Les mathématiques devenaient magiques et lumineuses.

Quelques années plus tard, de passage à la tour Irma sur le campus universitaire de Grenoble, j'ai rencontré la version informatisée de Cabri-géomètre qu'avait fait naître Jean Marie Laborde. Je fus aussitôt séduite (eh oui !) par ce produit. (bien sûr), qui me permettrait de créer des modélisations en sciences physiques.

Quelques temps plus tard, je rencontrais Gilles Mounier, Cabri-spécialiste comme chacun le sait, qui eut la bonté de m'initier à l'art de la programmation avec Cabri.

Je fis donc mes premiers pas en dessinant sous la tutelle de Gilles une porte de garage basculante. (Ca manque un peu de poésie mais enfin)

Depuis grâce à certaines macros "qui ne sont pas grand chose et qui ne servent à rien", comme diraient certains mathématiciens modestes, j'ai réussi à progresser et à créer quelques modélisations en sciences physiques.

J'ai la chance de pouvoir les utiliser régulièrement avec mes élèves.

Il faut préciser que le lycée Marie Curie à Echirolles (38), où je travaille, est muni d'un réseau informatique.

II. LES CONDITIONS D'UTILISATION AU LYCÉE MARIE CURIE.

- Le réseau informatique du lycée Marie Curie relie

250 ordinateurs dont

20 pour les sciences physiques répartis en

trois salles de TP, dotés de 6 postes et

2 amphis munis de vidéo-projecteurs qui transmettent sur un grand écran, l'image du micro-ordinateur.

Le lycée a acheté une version réseau de Cabri et les élèves et les professeurs peuvent donc accéder à cette ressource en tous points de l'établissement pour les cours, les Travaux Pratiques (TP) ou le libre service.

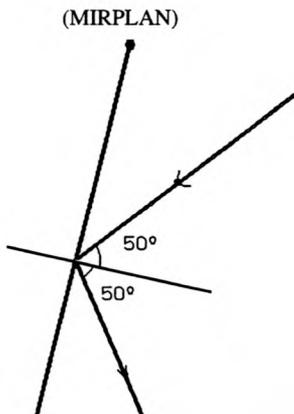
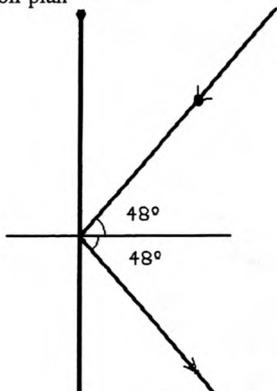
III. LES APPORTS DE CABRI- GÉOMÈTRE DANS LES SCÉNARIIS PÉDAGOGIQUES EN SCIENCES PHYSIQUES

Remarque

Les copies d'écran ici en noir et blanc sont moins lisibles que les images couleurs sur l'écran du micro-ordinateur.

CABRI :

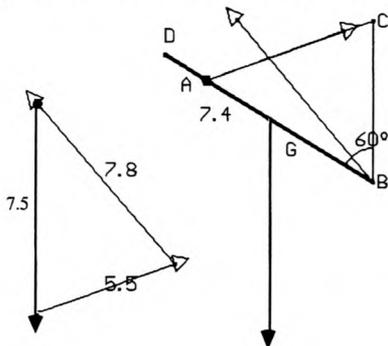
- Aide à la formalisation
- miroir plan



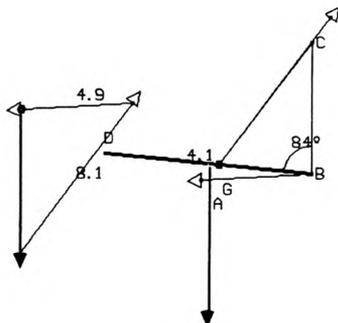
En TP l'élève réalise l'expérience, et compare simultanément avec la modélisation sur l'écran de son micro-ordinateur
Il peut ainsi plus clairement énoncer les lois de la réflexion en utilisant les notions d'angles d'incidence et de réflexion.

- équilibre d'un solide soumis à trois forces

(ABRI)



En TP l'élève réalise l'expérience modélisée ci-dessus. Une tige BD homogène, peut tourner autour d'un axe B. Elle est attachée an A par un fil dont l'autre extrémité C est fixe. La tension du fil est mesurée expérimentalement par un dynamomètre. Les élèves pèsent la barre pour déterminer son poids. La modélisation est à l'échelle.



L'élève observe le vecteur poids lorsque la barre tourne : ce vecteur conserve sa direction, son sens et son intensité.

Pour chaque position de A l'élève peut comparer la valeur de la tension du fil avec celle qu'il mesure expérimentalement et ainsi valider le modèle.

Il découvre grâce à la simulation que les trois forces sont toujours concourantes à l'équilibre.

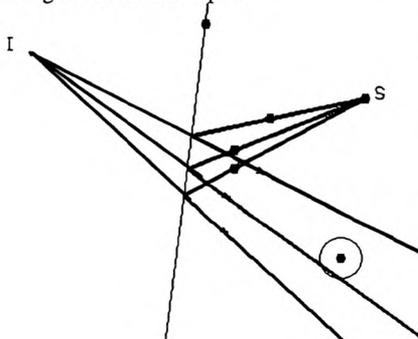
Il découvre sans faire de calculs que la somme vectorielle des forces est nulle.

Il visualise la réaction de l'axe en B .

CABRI :

permet de simuler la réalité concrète en superposant une couche de concepts plus abstraits

- image dans un miroir plan

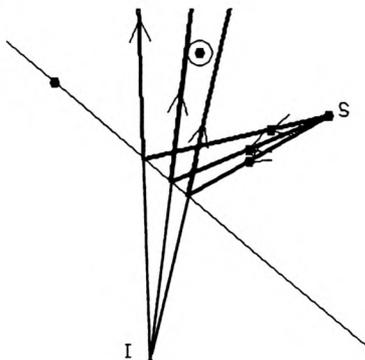


(MIRPLIMA)

La généralisation des lois de la réflexion à la notion d'image dans un miroir est délicate.

Classiquement l'élève réalise l'expérience des deux bougies: il place deux bougies identiques éteintes en S et en I. La droite au centre est une vitre transparente. L'oeil (symbolisé par le cercle) voit donc la bougie en I.

Lorsque l'élève allume la bougie en S, celle en I s'allume aussi.

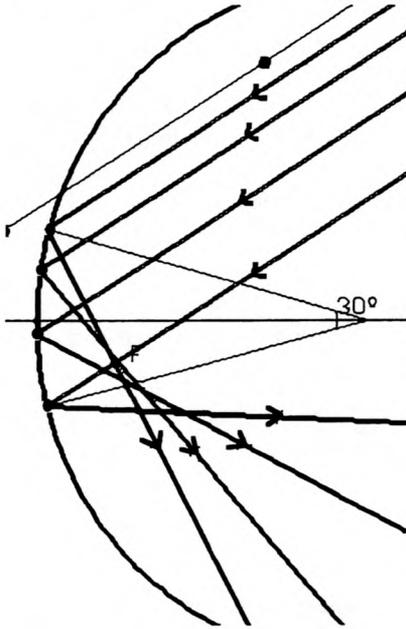


L'élève peut chercher l'explication en utilisant ses connaissances des lois de la réflexion.

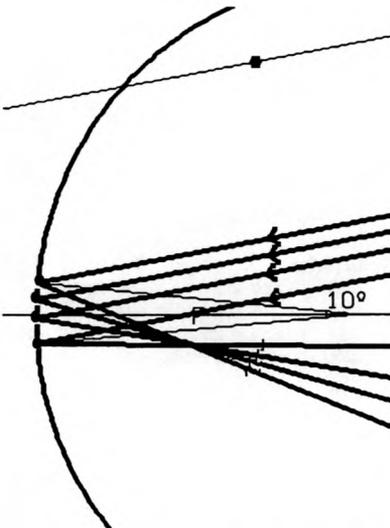
On peut par la suite lui soumettre le fichier informatique sous Cabri, afin qu'il puisse visualiser son modèle dans tous les cas de figure.

CABRI :
permet d'amplifier artificiellement un phénomène.

- conditions de stigmatisme du miroir sphérique (MIRSPHE)



Des rayons lumineux parallèles entre eux ne convergent pour le miroir sphérique que dans les conditions de Gauss, c'est à dire lorsque les rayons sont proches de l'axe optique et peu inclinés par rapport à cet axe.

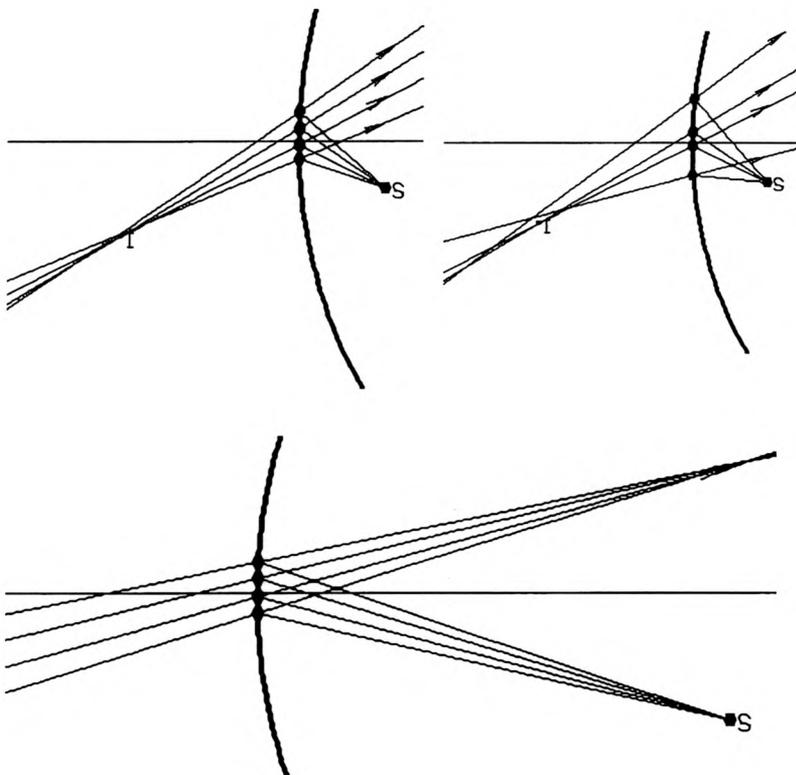


Dans les conditions de Gauss la notion de foyer du miroir sphérique devient alors pertinente.

CABRI :
facilite l'approfondissement des concepts

- image étendue dans un miroir sphérique (MIRSPIMA)

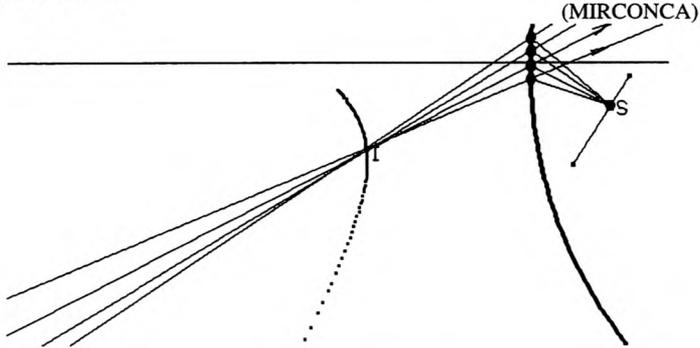
Si on applique les lois de la réflexion à un miroir sphérique on découvre que la notion d'image subsiste mais dans les conditions de Gauss seulement.



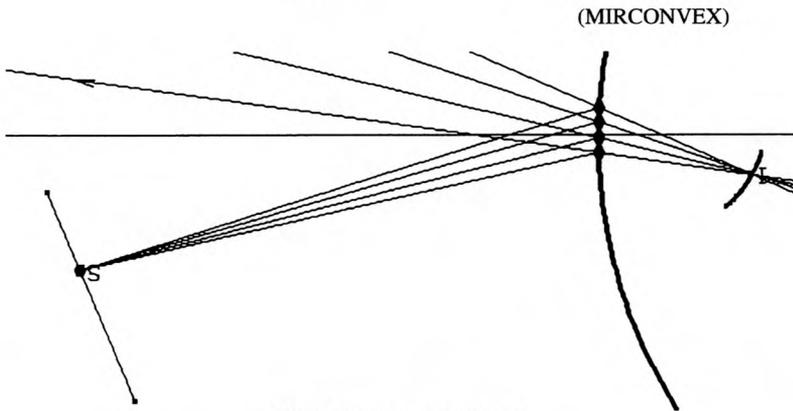
Par ailleurs l'image virtuelle n'existe plus que lorsque la source est au delà du foyer.

On peut facilement généraliser la notion d'image traitée dans le cas de la source ponctuelle au cas d'images étendues grâce à la puissance de calcul de l'ordinateur. On lie la source à un objet étendu, ici un segment (voir schéma ci-dessous) et on demande le lieu des points image I lorsque la source décrit l'objet. Cabri-géomètre trace le lieu qui correspond à l'image étendue. L'élève constate qu'il y a bien déformation.

Il peut vérifier l'exactitude de ce modèle chaque fois qu'il place son doigt dans sa cuillère à soupe! ou au dos de celle-ci



Miroir concave grossissant



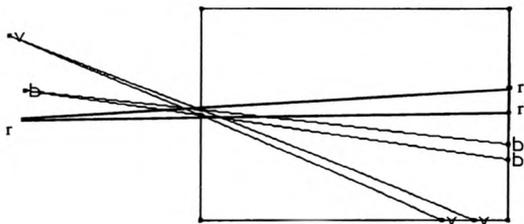
Miroir convexe amincissant

CABRI :

favorise la recherche expérimentale par la mise en évidence des paramètres

- la chambre noire

(CHAMBNOI)



Une chambre noire est une boîte percée d'un trou de diamètre réglable appelé diaphragme.

La fond de la boîte est translucide, en papier calque ou verre dépoli.

En général il peut coulisser dans le corps de la boîte .

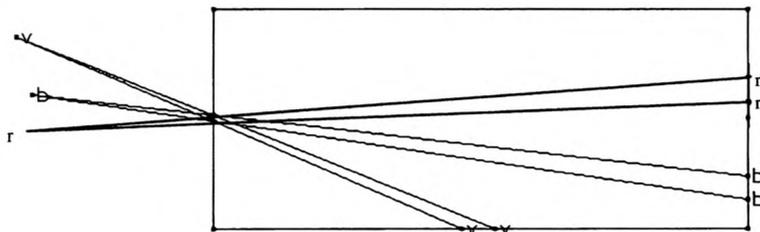
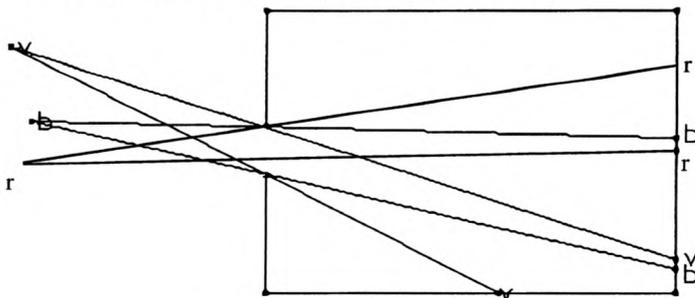
Les élèves disposent d'une chambre noire et font des observations quant à la netteté, au renversement de "l'image", à sa taille lorsque les différents paramètres varient.

Il est intéressant de ne faire varier qu'un paramètre à la fois.

L'animation de la figure basée sur la propagation de la lumière en ligne droite aide l'élève à faire le lien logique entre ce qu'il perçoit et le modèle.

Voici quelques exemples :

Ici le diaphragme augmente et "l'image" se brouille complètement



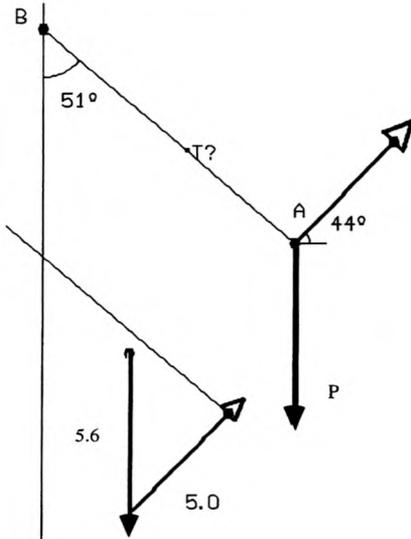
Ici la distance du dépoli au diaphragme augmente et "l'image" grandit.

CABRI :

aide à la résolution de problème par une appréhension perceptive
(avant la formalisation algébrique)

- problème d'électrostatique

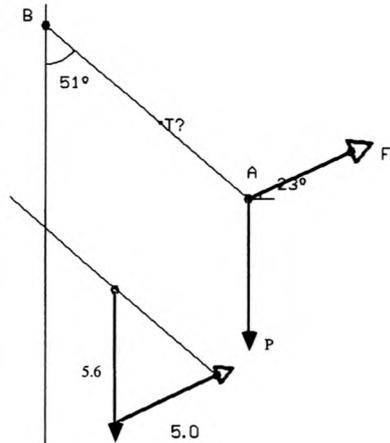
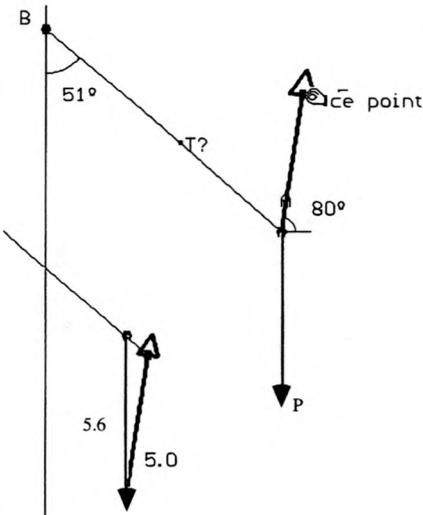
(ANNEAU)

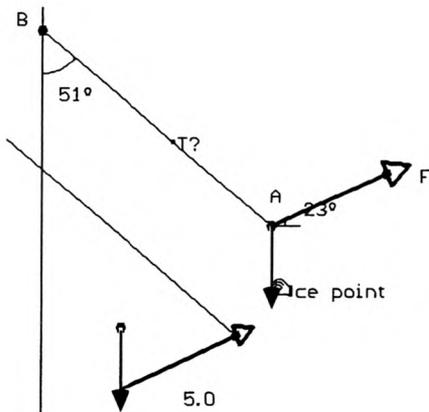


Une petite sphère électrisée est fixée à l'extrémité A d'un fil isolant.
L'ensemble est placée dans un champ électrique.
L'intensité du champ reste constante mais on peut faire varier sa direction et son sens.
La sphère sera donc soumise à une force constante en intensité, mais variable en direction.

L'angle du fil est donné, ainsi que le poids de la sphère et l'intensité de la force électrostatique.

Pour quelle orientation du champ y a-t-il équilibre de la sphère ?





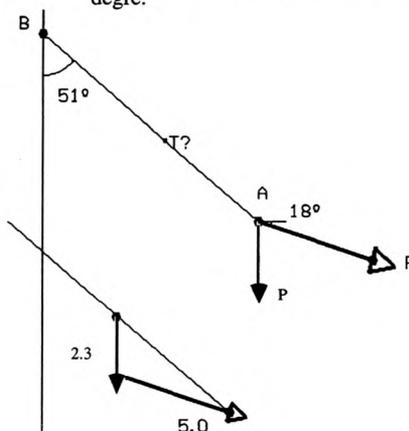
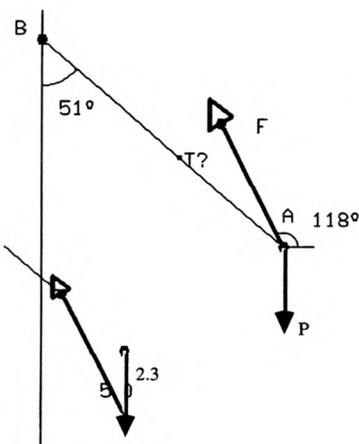
En faisant tourner la force électrostatique, on constate qu'il existe

2 solutions acceptables (schéma ci-dessus)

0 solution (schéma ci contre)

2 solutions dont l'une est acceptable car elle correspond à une intensité positive pour la tension et l'autre qui n'a pas de sens pour le physicien car cette intensité est alors négative (voir schéma ci-dessous)

Lorsque l'on fait la résolution par le calcul, on est évidemment amené à résoudre une équation du second degré.



IV. CONCLUSION

Cabri-géomètre apporte une aide inestimable à la compréhension immédiate de certains phénomènes complexes. Il permet donc aux physiciens de faire de la modélisation sans utiliser certains outils mathématiques parfois très lourds.

Ma pratique pédagogique m'a cependant appris à me méfier aussi de cette facilité.

L'aspect ludique de l'animation fascine l'élève. Mais il ne doit pas lui masquer la véritable complexité des phénomènes. Lorsque l'élève rentre chez lui, il cherche encore à s'approprier définitivement ces nouvelles connaissances à partir du cours du professeur transcrit dans le cahier. Ce cours, seul témoin de sa compréhension doit rester suffisamment détaillé pour qu'il puisse retrouver toutes les étapes de son observation.

Note : Edition des fichiers

Ces fichiers de modélisation en sciences physiques pour Cabri-géomètre vont être édités par le Centre National de Documentation Pédagogique avec un petit livre d'accompagnement donnant des explications quant à leur utilisation.

Vous pourrez les trouver à partir de 1994 dans la série du CNDP " FICHIERS POUR"